

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ТРАНСПОРТНОЇ МЕДИЦИНИ:

навколишнє середовище; професійне здоров'я; патологія

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

Українського науково-дослідного інституту
медицини транспорту Міністерства охорони
здоров'я України та
Фізико-хімічного інституту ім. О.В.Богатського
Національної Академії наук України

№ 1 (7), 2007 р.

Заснований у 2005 р.



ЗАСНОВНИКИ:

УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ
ІНСТИТУТ МЕДИЦИНИ ТРАНСПОРТУ
МІНІСТЕРСТВА ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ

ФІЗИКО-ХІМІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМ.
О.В.БОГАТСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ
НАУК УКРАЇНИ

| | |
|-------------------|--------------------|
| Головний редактор | д.м.н. А.І.Гоженко |
| Науковий редактор | д.м.н. Л.М.Шафран |

FOUNDERS:

THE UKRAINIAN SCIENTIFIC-RESEARCH INSTI-
TUTE OF TRANSPORT MEDICINE OF THE MIN-
ISTRY OF PUBLIC HEALTH OF UKRAINE

A.V.BOGATSKY PHYSICAL AND CHEMICAL IN-
STITUTE OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCI-
ENCES OF UKRAINE

| | |
|-----------------------|--------------|
| The editor-in-chief | A.I.Gozhenko |
| The scientific editor | L.M.Shafran |

Редакційна колегія

Л.В.Басалаєва; Д.В.Большой; д.м.н. Г.К.Васильєв;
д.м.н. А.М.Войтенко; В.М.Євстаф'єв;
Т.Л.Лебедева; д.м.н. В.О.Лісобеї; д.б.н.
І.А.Кравченко; д.м.н. Б.А.Насібулін; Б.В.Панов;
Н.Ф.Петренко; О.Г. Пихтеева (відповідальний сек-
ретар); д.м.н. Е.М.Псядло; Д.П.Тімошина

Editorial board

L.V.Basalaeva; D.V.Bolshoy; G.K.Vasiljev; A.M. Vo-
jtenko; V.M.Evstafjev; T.L. Lebedeva; V.A.Lisobey;
B.A.Nasibullin; B.V.Panov; N.F.Petrenko;
E.G.Pykhteeva (the responsible secretary);
E.M.Psiadlo; D.P.Timoshina

Склад наукової редакційної ради:

С.А.Андронаті (Україна); В.П.Антонович (Украї-
на); Л.І.Власик (Україна); Ю.Л.Волянський (Украї-
на); М.Р.Гжеготський (Україна); В.А.Голіков
(Україна); М.Я. Головенко (Україна);
Ю.І.Губський (Україна); В.М.Запорожан (Украї-
на); В.О.Капцов (Росія); А.Кеттруп (Німеччина);
М.О.Колесник (Україна); П.Г.Костюк (Україна);
Ю.І.Кундієв (Україна); Р.Ф.Макулькін (Україна);
В.В.Мухін (Україна); Р.Ольшанський (Польща);
А.Є.Поляков (Україна); М.Г.Проданчук (Україна);
В.Г.Руденко (Україна); Х.Саарні (Фінляндія);
А.М. Сердюк (Україна); І.Твардовська (Польща);
І.М.Трахтенберг (Україна); Ш.Хан (США);
А.З.Цфасман (Росія); Б.М.Штабський (Україна);
О.П.Яворівський (Україна)

Structure of scientific editorial advice:

S.A.Andronati (Ukraine); V.P.Antonovich
(Ukraine); L.I.Vlasik (Ukraine); Yu.L.Voliansky
(Ukraine); M.R.Gzhegotsky (Ukraine); V.A.Golikov
(Ukraine); M.J.Golovenko (Ukraine); Yu.I.Gubsky
(Ukraine); V.M.Zaporozhan (Ukraine);
V.O.Kaptsov (Russia); A.Kettrup (Germany);
M.O.Kolesnik (Ukraine); P.G.Kostiuk (Ukraine);
Yu.I.Kundiev (Ukraine); R.F.Makulkin (Ukraine);
V.V.Mukhin (Ukraine); R.Olszański (Poland);
A.E.Poljakov (Ukraine); M.G.Prodanchuk (Ukraine);
V.G.Rudenko (Ukraine); H.Saarni (Finland);
A.M.Serdjuk (Ukraine); I.Twardowska (Poland);
I.M.Trahtenberg (Ukraine); Sh.U. Khan (USA);
A.Z.Tsfasman (Russia); B.M.Shtabsky (Ukraine);
O.P.Yavorovsky (Ukraine)

Адреса редакції:

вул. Канатна, 92, 65039, м. Одеса, Україна
Тел/факс: 380-482-22-53-64
380-48-728-01-47
E-mail: medtrans@te.net.ua; med_trans@paco.net.

The address of editorial office:

Kanatnaya str., 92, 65039, Odessa, Ukraine
Phone/fax: 380-482-22-53-64
380-48-728-01-47
E-mail: medtrans@te.net.ua; med_trans@paco.net.

Журнал зареєстрований Держкомітетом по
телебаченню та радіомовленню України
31 травня 2005 р. Свідоцтво: серія КВ № 9901
ISSN 1818-9385

The Journal is registered by the State Committee
on TV and broadcasting of Ukraine
May 31, 2005. The certificate: series KB № 9901
ISSN 1818-9385

Рукописи не повертаються авторам. Відповідальність за достовірність та інтерпретацію даних несуть ав-
тори статей. Редакція залишає за собою право скорочувати матеріали по узгодженню з автором.

Manuscripts are returned to the authors. Authors bear all responsibilities for correctness and reliability of the
presented data. Edition retain the right to reduce the size of the materials in agreement with the author.

Роботи, що представлені в цьому номері,
рекомендовані до друку Вченою радою
УкрНДІ медицини транспорту та
Редакційною колегією журналу.

Передплатний індекс
95316

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТРАНСПОРТНОЙ МЕДИЦИНЫ:

окружающая среда; профессиональное здоровье; патология

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Украинского научно-исследовательского
института медицины транспорта
Министерства здравоохранения Украины и
Физико-химического института
им. А.В.Богатского Национальной академии
наук Украины

№ 1 (7), 2007 г.

Основан в 2005 г.



Содержание:

Медицина транспорта

РОЛЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗРИТЕЛЬНОЙ
ПАМЯТИ В ПСИХОФИЗИОЛОГИИ
МОРЯКА — *Незавитина Т.С.*

ДИНАМИКА ПСИХОФИЗИОЛОГИИ-
ЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ У КУРСАНТОВ И
СУДОВОДИТЕЛЕЙ ПРИ РЕШЕНИИ
ЗАДАЧ СУДОВОЖДЕНИЯ НА
РАДИОЛОКАЦИОННОМ ТРЕНАЖЕРЕ
— *Мальцев А.С., Голикова В.В.*

ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДИЧЕСКИХ
ПОДХОДОВ К УСОВЕРШЕНСТВОВА-
НИЮ МЕДИЦИНСКОГО ОБЕСПЕЧЕ-
НИЯ В АВТОТРАНСПОРТНОЙ
ОТРАСЛИ — *Панов Б.В., Зарицкая
Л.П., Псядло Э.М., Балабан С.В.,
Свирский А.А., Волошинова Л.П.*

К ВОПРОСУ УТИЛИЗАЦИИ ОРГАНИ-
ЧЕСКИХ ОТХОДОВ С ИСПОЛЬЗОВА-
НИЕМ МЕТОДОВ БИОКОНВЕРСИИ
НА ТРАНСПОРТЕ — *Сиденко В.П.,
Гоженко А.И., Кузнецов А.В.,
Пономаренко А.Н., Приказюк А.Н.*

Токсикология горения

ГІГІЄНІЧНІ АСПЕКТИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
БЕЗПЕЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ
ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ В
СЕРЕДОВИЩІ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ
ЛЮДИНИ — *Дишиневич Н.Є.*

ДО ПРОБЛЕМИ ВИВЧЕННЯ
ТОКСИЧНОСТІ ПРОДУКТІВ ГОРІННЯ
ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ —
*Ляшенко В.І., Волощенко О.І.,
Голіченков О.М.*

Content:

The Transport Medicine

ROLE OF VISUAL MEMORY PARAME-
TERS IN PSYCHOPHYSIOLOGY OF
SEAMEN — *Nezavitina T.S.*

DYNAMICS OF PSYCHOPHYSIOLO-
GICAL FUNCTIONS AT CADETS AND
NAVIGATORS AT THE DECISION OF
NAVIGATION TASKS ON THE RADAR-
TRACKING SIMULATOR —
Maltsev A.S., Golikova V.V.

DEVELOPMENT OF THE SYSTEM OF
MEDICAL PROVIDING ACTIVITY OF
MOTOR TRANSPORT —
*Panov B., Zaritskaya L., Psiadlo E.,
Balaban S., Svirski F., Voloshinova L.*

TO THE QUESTION OF SALVAGING
OF ORGANIC WASTE PRODUCTS
WITH USE OF METHODS OF
BIOCONVERSION ON TRANSPORT —
*Sidenko V.P., Gozhenko A.I., Kuznetsov
A.V., Ponomarenko A.N., Prikaziuk A.N.*

The Combustion Toxicology

HYGIENICAL ASPECTS OF POLYME-
RIC MATERIALS SAFE APPLICATION
PROVISION IN THE ENVIRONMENT
OF A HUMAN BEING VITAL
FUNCTIONS — *Dyshinevich N.Ye.*

TO THE STUDYING OF POLYMERIC
STUFFS COMBUSTION GASES
TOXICITY — *Liashenko V.I.,
Voloshchenko O.I., Golichenkov A.M.*

Содержание:

НОРМУВАННЯ ВИМОГ ЩОДО
ТОКСИЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ПРОДУКТІВ
ГОРІННЯ КАБЕЛЬНОЇ ПРОДУКЦІЇ —
*Шафран Л.М., Харченко І.О.,
Кравченко Р.І., Скоробагатько Т.М.,
Новак С.В.*

ПЛАСТИКАТЫ С НИЗКОЙ
ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТЬЮ ТИПА ПП
(ТОРГОВОЕ НАЗВАНИЕ
«LOWSGRAN») — *Довженко І.Г.*

ДОСЛІДЖЕННЯ ВОГНЕГАСНОЇ ТА
ФЛЕГМАТИЗУВАЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ
ПЕНТАФТОРЕТАНУ (HFC- 125) ТА
ГЕПТАФТОРПРОПАНУ (HFC-227EA)
— *Цапко Ю.В., Жартовський В.М.,
Ременець М.І., Соколенко К.І.*

ВИЗНАЧЕННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ
РИЗИКІВ ЗАГИБЕЛІ ЛЮДЕЙ В УКРАЇНІ
— *Харченко І.О., Скоробагатько Т.М.,
Климась Р.В., Якименко О.П.*

ПРОБЛЕМА СОЧЕТАННОГО
ВОЗДЕЙСТВИЯ ТОКСИЧЕСКИХ
Веществ И ТЕПЛОВЫХ НАГРУЗОК
ПРИ СВАРОЧНЫХ РАБОТАХ —
Кучерук Т.К., Демецкая А.В.

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К
ТОКСИКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ
МНОГОФАКТОРНОГО
ХИМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ —
Штабский Б.М., Федоренко В.И.

О ДЫМООБРАЗОВАНИИ
ОТДЕЛОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ,
ПРИМЕНЯЕМЫХ НА ТРАНСПОРТЕ —
Анохин Г.А.

ВКЛАД ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ В
ТОКСИЧНОСТЬ ПРОДУКТОВ ГОРЕ-
НИЯ — *Большой Д.В., Пыхтеева Е.Г.*

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К
ОЦЕНКЕ ТОКСИЧНОСТИ ПРОДУК-
ТОВ ГОРЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ
СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА
ОСНОВЕ ПЕНОПОЛИСТИРОЛА В
НАТУРНЫХ ИСПЫТАНИЯХ —
Пресняк И.С., Задорожнюк Е.Г.

Content:

57 STANDARTDIZATION OF
REQUIREMENT CONCERNING TO
TOXIC HAZARD FIRE EFFLUENTS OF
CABLE PRODUCTS — *Shafran L.M.,
Kharchenko I.O., Kravchenko R.I.,
Skorobagatko T.N., Novak S.V.*

66 PLASTICS WITH LOW FIRE danger OF
TYPE PP (AUCTION NAME
«LOWSGRAN») — *Dovzhenco I.G.*

71 RESEARCH FIRE EXTINGUISHING
AND PHLEGMATIZATION ABILITIES
OF PENTAFLUORETHANE (HFC-125)
AND HEPTHAFLUORPROPANE (HFC-
227EA) — *Tsapko Yu.V., Zhartovsky
V.M., Remenets M.I., Sokolenko K.I.*

75 DETERMINATION OF INDIVIDUAL
RISKS OF LOSS OF LIFE IN UKRAINE
— *Kharchenko I., Skorobagatko T.,
Klimas R., Yakimenko Ye.*

83 THE PROBLEM OF COMBINE INFLU-
ENCE OF TOXIC SUBSTANCES AND
THERMAL LOADS WHILE WELDING —
Kucheruk T.K., Demetska A.V.

90 METHODOLOGICAL APPROACH TO
THE TOXICOLOGICAL EVALUATION
OF MULTIFACTOR CHEMICAL
INFLUENCE —
Shtabsky B.M., Fedorenko V.I.

96 ABOUT FORMATION THE SMOKE
FROM FINISHING STUFFS ON
TRANSPORT — *Anokhin G.A.*

100 THE HEAVY METALS CONTRIBUTION
TO TOXICITY OF COMBUSTION
GASES — *Bolshoy D.V., Pykhteeva E.G.*

103 METHODICAL APPROACHES TO AN
ASSESSMENT OF TOXICITY OF
COMBUSTION GASES OF
POLYSTYRENE BUILDING STUFFS
FULL-SCALE TESTS —
Presniak I.S., Zadorozhniuk E.G.

Содержание:

ТРЕБОВАНИЯ К ТОКСИКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ПРОДУКТОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ДЕСТРУКЦИИ СИНТЕТИЧЕСКИХ И ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ В УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ — *Теплова Т.Е., Мухин В.В., Путилина О.Н.*

109

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМ ОЦІНКИ КОМПЕТЕНТНОСТІ ВИПРОБУВАЛЬНИХ ЛАБОРАТОРІЙ — *Згуря В.І., Харченко І.О.*

114

ВИМІРЮВАННЯ ГУСТИНИ ТЕПЛОВОГО ПОТОКУ В КАМЕРІ ЗГОРЯННЯ — *Ветошніков В.С., Добровольський Ю.Г., Пресняк І.С., Шабашкевич Б.Г., Шафран Л.М.*

119

Экспериментальные исследования

127

МОДУЛЯЦИЯ ВОСПАЛЕНИЯ В ПОЧКЕ ПРИ ОБСТРУКЦИИ МОЧЕТОЧНИКА ПУТЕМ ИНГИБИРОВАНИЯ ЭФФЕКТОВ АНГИОТЕНЗИНА-II — *Баринов Э.Ф., Волошин В.В.*

127

ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ НИРКОВИЙ РЕЗЕРВ ПРИ ХРОНІЧНИХ ТОКСИЧНИХ НЕФРОПАТІЯХ — *Гоженко А.І., Котюжинська С.Г., Бурлака Н.І., Слученко О.М.*

131

Гигиена и профилактика

134

НЕОБХОДИМОСТЬ ПЕРЕСМОТРА ПОДХОДА К ПОРЯДКУ ПРОВЕДЕНИЯ САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ОСТАТОЧНОГО СОДЕРЖАНИЯ ПЕСТИЦИДОВ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ В СОВРЕМЕННОЙ ПОЛИТИЧЕСКОЙ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКЕ — *Тоня В.А., Севостьянова Т.А., Просениук С.М., Тихонова Т.В., Дерикот И.В.*

134

АНАЛИЗ РИСКОВ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ, ОБЕЗЗАРАЖЕННОЙ ДИОКСИДОМ ХЛОРА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ И СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ) — *Мокиенко А.В., Петренко Н.Ф., Гоженко А.И.*

138

Content:

DEMANDS TO TOXIC HYGIENIC EVALUATION OF SYNTHETIC PRODUCTS AND POLYMERIC MATERIALS USED IN COAL MINES — *Teplova T.Y., Mukhin V.V., Pytilina O.N.*

STATUS OF IMMUNE HOMEOSTASIS OF RATS' BODY DURING SUBCHRONIC EXPOSURE OF SULFONILUREA HERBICIDES IN SMALL-SCALE DOSES — *Leonenko N.S.*

GAUGING OF DENSITY OF THE HEAT FLUX IN COMBUSTION CHAMBER — *Vetoshnikov V.S., Dobrovolsky Yu.G., Presniak I.S., Shabashkevich B.G., Shafran L.M.*

The Experimental Researchers

MODULATION OF INFLAMMATION IN A KIDNEY AT OBSTRUCTION OF URETER BY INHIBITION OF ANGIOTENSIN-II EFFECTS — *Barinov E.F., Voloshin V.V.*

FUNCTIONAL KIDNEY RESERVE AGAINST A BACKGROUND OF TOXIC NEPHROPATHIES — *Gozhenko A.I., Kotiuzhinskaya S.G., Burlaka N.I., Sluchenko O.M.*

The Hygiene and Prophylaxis

NECESSITY OF REVISION OF THE APPROACH TO ORDER OF CARRYING OUT OF THE SANITARY-AND-EPIDEMIOLOGIC CONTROL OF THE RESIDUAL CONTENTS OF PESTICIDES IN FOODSTUFF IN THE MODERN POLITICAL AND ECONOMIC SITUATION — *Tonia V.A., Sevostianova T.A., Proseniuk S.M., Tikhonova T.V., Derikot I.V.*

THE ANALYSIS OF RISKS FOR HEALTH OF THE POPULATION OF THE POTABLE WATER DISINFECTED OF CHLORINE DIOXIDE (THE REVIEW OF THE LITERATURE AND OWN RESEARCHES) — *Mokienko A.V., Petrenko N.F., Gozhenko A.I.*

УДК 612.821:611.84:656.6-051

РОЛЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗРИТЕЛЬНОЙ ПАМЯТИ В ПСИХОФИЗИОЛОГИИ МОРЯКА

Незавитина Т.С.

Украинский НИИ медицины транспорта, г. Одесса

Впервые поступила в редакцию 12.10.2006 г. Рекомендована к печати на заседании ученого совета НИИ медицины транспорта (протокол № 7 от 18.11.2006 г.).

Актуальность темы

Уже многие годы ученые, занимающиеся проблемами изучения роли человека в транспортных системах типа «человек – судно», продолжают решать главную из них: проблему безопасности и разработки комплекса превентивных мер по ее повышению. Анализ чрезвычайных ситуаций свидетельствует о том, что до 70% аварий на морском транспорте являются следствием ошибок человека-оператора. Международная Морская Организация (ИМО) определяет преднамеренные (вследствие профессиональной некомпетентности и действий, совершаемых вопреки правилам) и непреднамеренные ошибки, совершаемые из-за невнимательности и забывчивости. Поэтому психофизиологический профессиональный отбор плавсостава приобретает большое значение, прежде всего, для профессий операторского профиля на морском транспорте. При осуществлении этих мероприятий изучению свойств высшей нервной деятельности (ВНД) уделяется первостепенное внимание. С точки зрения обеспечения успешной профессиональной деятельности зрительной памяти принадлежит ведущая роль. Эта высшая психическая функция рассматривается как базовая в структуре трудовой деятельности. При этом разные виды труда требуют разных объемов оперативной памяти [1]. Наибольшее число ошибок запоминания связано с нарушением работы оперативной памяти в связи ограниченностью ее объема, малой длительностью сохранения, большой чувствительностью к действию помех.

Основу долговременной памяти оператора составляют его знания, умения и навыки. Решающее значение имеет характер обучения. Чем глубже и содержательнее знание свойств управляемого объекта, тем выше возможность организации оперативной деятельности. В процессе текущей деятельности для решения конкретной задачи оператор может использовать часть информации, усвоенной ранее. Здесь видится определенная связь оперативной и долговременной памяти [2]. Согласно Ю.В. Микадзе [3] исследование памяти занимает особое место в процедуре психологического тестирования. Она может выступать в качестве базисной функции в диагностическом обследовании, поскольку именно это свойство ВНД обладает высокой сензитивностью к изменению функциональных состояний мозга и является интегративным для ряда других психических функций, таких как мышление, восприятие, речь и др., оказывая влияние на их развитие.

Настоящая работа является результатом научного поиска объективных критериев для определения психофизиологической профессиональной пригодности моряков и клинического опыта применения классических психодиагностических методов.

Цель настоящего исследования заключалась в обосновании практического применения теста зрительной ретенции Бентона при осуществлении профессионального психофизиологического отбора лиц для работы на судах и оценке профессиональной деятельности.

Объекты, контингенты и методы исследования.

Исследование проводились в Центре морской медицины Украинского НИИ медицины транспорта во время прохождения медицинского и психофизиологического профотбора. Всего обследовано 72 практически здоровых моряка, средний возраст которых составил 35,9 лет.

Исследование зрительной памяти

В целях определения уровня зрительной памяти и особенностей зрительного восприятия моряков применялся тест зрительной ретенции A.L. Venton [4]. Рисунки, с помощью которых производится проба Бентона, объединены в три формы - C, D, E. Все они эквивалентны и каждая состоит из десяти карточек-образцов. Нами использовалась серия D. На карточке изображено несколько простых геометрических фигур. Время экспозиции карточки – 10 с. Затем обследуемый должен воспроизвести нарисованные на карточке фигуры по памяти. При этом оценка ответа приводится по количественным и качественным показателям. Количественная оценка ответа несложна, правильное репродуцирование оценивается в один балл, неправильное в ноль баллов. Более интересен качественный анализ получаемых с помощью теста результатов. Бентоном составлена специальная таблица возможных ошибочных репродукций каждой картинке образца. При этом различаются ошибки, наблюдающиеся у здоровых людей и ошибки типичные для органической церебральной патологии. Отмечено, что наличие одной «органической» ошибки возможно и у психически здоровых лиц, что может быть объяснено фактором переутомления. Являясь относительно простым и портативным инструментом, тест весьма полезен в качестве дополнительной методики не только для исследования больных неврологического и нейрохирургического профиля, но и больных с диффузными органическими поражениями сосудистого или атрофического генеза, и может таким образом использоваться в целях функциональной диагностики и выявления

ния скрываемых состояний.

Для оценки объема и переключения внимания, скорости ориентировочно-поисковых движений взора и работоспособности нервных клеток коры мозга использовалась методика отыскивания чисел по таблицам Шульте и Шульте-Платонова. С помощью специально разработанной в нашем институте компьютерной системы психофизиологических тестов «МОР-ТЕСТ» [5,6] определялись основные свойства центральной нервной системы: уравновешенность нервных процессов (баланс возбуждения и торможения и точность реакций на движущийся по окружности объект); функциональная подвижность нервных процессов (дифференцированная сенсомоторная реакция - уровень подвижности и процент ошибок); память (кратковременная и оперативная).

Неосознанный уровень мотивационной направленности, фон настроения, функциональное состояние некоторых наиболее устойчивых характерных свойств личности определялись с помощью проективной методики цветочных выборов Люшера [7]. Для исследования личностных особенностей моряков применялся Миннесотский многопрофильный личностный опросник «ММИЛ». Это одна из наиболее разработанных и стандартизированных методик исследования личности. Обработка данных проводилась на ПЭВМ с помощью психодиагностической программы «Консул» [8].

Для статистической обработки полученных данных применялся корреляционный и факторный анализ. При определении числа факторов применяли правило, которое позволяет оставлять факторы с собственными числами, больше 1,0 при использовании корреляционной (нередуцированной) матрицы. Критерий Кайзера - критерий определения числа выделяемых факторов; предложен Л. Гутманом и Кайзером, критерий собственных чисел, больше 1,0 [9].

Результаты и их обсуждение

Изучение продуктивности зрительной памяти у моряков по итоговой сум-

марной оценке (ИСО) свидетельствует о некотором ее снижении относительно общепринятой нормы для здорового контингента. На рис. 1 представлено распределение показателя ИСО среди обследованных моряков. Для представленной группы характерно значение ИСО 4-5 баллов (23,6% - 22,2% испытуемых, соответственно). Абсолютно правильного воспроизведения (ИСО = 0) не отмечалось, хороший показатель (ИСО = 1) отмечается лишь у 2,8% испытуемых. Снижение уровня зрительной памяти является патогномоничным для многих психических и соматических заболеваний [10]. Среднее значение итоговой суммарной оценки (ИСО) моряков составила 4,28 баллов, что соответствует «пограничной зоне» между низкой нормой и патологией (по Бентону). Следует отметить, что оценка производилась с учетом всех допущенных ошибок, в том числе и малых фигур. В клинической практике допускается незначительные смещения по вертикали малых фигур считать за половину ошибки, а при подсчете округлять сумму в пользу испытуемого. Качественный анализ воспроизведения показал, что моряки в условиях профотбора допускают различные типы ошибок, в том числе «органические», которые в данном исследовании были сведены к следующим видам:

1. Опущение малой фигуры - обозначено «Оп»;
2. Поднятие малой фигуры - «Пд»;
3. Ошибка малой фигуры - в эту группу объединены замены на другую фигуру, например треугольник на круг, и пропуск - «ОшМ»;
4. Деформация (здесь и далее большой фигуры) - «Дф»;
5. Ротация - поворот фигуры на 45°, 90° или 180° - «Рт»;
6. Транслокация - изменение расположения фигуры - «Трлк»;
7. Персеверация ошибочное повторение фигуры с предыдущей карты - «Пс»;
8. Конфабуляция - изображение какой-либо другой фигуры, которой на карте не было - «Кф»;
9. Искажение - неточное или небрежное воспроизведение фигуры с относительно сохранной формой и пропорциями (отличается от «Дф» меньшей степенью выраженности искажения и не считается «органической») - «Иск»;
10. Пропуск - сознательный пропуск большой фигуры - «ПрБ».

Как видно из табл. 1, наибольшее количество ошибок приходится на Дф и ОшМ, реже всего встречаются Кф и Трлк. Степень выраженности признаков графического органического симптомокомплекса (Госк) оценивалась от 0 до 4 баллов в зависимости от наличия каждого из четырех признаков: перекрест, несовпадение, дрожание линий, отклонение от вертикальной оси более, чем на 5°. Среднее значение данного показателя составило 2,73 балла. Также оценивалось наличие дублирование линий (Дл) одним баллом и отсутствие соответственно 0 баллов, в среднем по выборке этот показатель составил 0,4 балла. Как результирующий показатель продуктивности воспроизведения учитывалось суммарное количество ошибочно выполненных карт (от 0 до 10 баллов) в абсолютном значении - обозначено «ИСОаб» и с учетом возрастной поправки - «ИСО».

Учитывая специфичность нашего контингента и направленность исследований на выявление психофизиологического статуса моряков, нас особенно интересовали вопросы возможности выявления нарушений деятельности ЦНС и ВНД. Принято считать, что здоровые испытуемые могут на фоне утомления допускать одну «органическую» ошибку. Наши «практически здоровые» моряки часто допускали более чем одну. Средний балл органических ошибок - «ОО» - в протоколах моряков составил 2,6. Заметно, что Дф составляет основную часть ОО. Такие грубые ошибки как, например, контаминации (слияние нескольких фигур в одно изображение), несознательный про-

Таблица 1.

Среднегрупповые значения показателей теста зрительной ретенции Бентона у моряков

| | Пд | Оп | ОшМ | Дф | Рт | Трлк | Пс | Кф | Иск | Пр | ИСОаб | ИСО | Госк | Дл | ОО |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| X | 1 | 1,14 | 1,24 | 1,78 | 0,62 | 0,15 | 0,26 | 0,18 | 0,78 | 0,58 | 5,01 | 4,28 | 2,73 | 0,40 | 2,61 |
| σ | 1,021 | 1,14 | 1,369 | 1,705 | 0,777 | 0,433 | 0,556 | 0,422 | 1,14 | 0,800 | 1,946 | 1,721 | 0,919 | 0,494 | 2,273 |
| m± | 0,120 | 0,134 | 0,161 | 0,201 | 0,092 | 0,051 | 0,066 | 0,049 | 0,134 | 0,095 | 0,229 | 0,202 | 0,108 | 0,058 | 0,268 |

Примечание: Пд - поднятие малой фигуры; Оп - опущение малой фигуры; ОшМ - ошибка малой фигуры; Дф - деформация; Рт - ротация; Трлк - транслокация; Пс - персеверация; Кф - конфабуляция; Иск - искажение; Пр - пропуск; ИСО аб - абсолютная итоговая суммарная оценка; ИСО- итоговая суммарная оценка по Бентону (с учетом возрастной поправки); Госк - количество признаков графического органического симптомокомплекса; Дл - дублирование линий; ОО- общее количество «органических» ошибок; X - среднее значение показателя; σ - среднеквадратичное отклонение; m ± - ошибка средней.

пуск большой фигуры, грубое искажение величины, практически не встречались. Предварительный анализ особенностей выполнения теста Бентона ставит задачу дальнейшего изучения внутренней структуры и ревалидизации теста для моряков.

Данные корреляционного анализа.

Результаты корреляционного анализа отображены на рис. 2. Корреляционный граф имеет несколько центров, образованных следующими показателями: подвижностью нервных процессов (ПНП), количеством искажений большой фигуры (Иск) и количеством сознательно пропущенных больших фигур (ПрБ). Показатель % ошибок, допущенных при выполнении теста определения дифференцированной сенсомоторной реакции «подвижность нервных процессов» - ПНП достоверно коррелирует с возрастом - Age ($r=0,367$; $s=0,01$), с итоговой суммарной оценкой по Бентону без возрастной поправки - ИСОаб ($r=0,328$; $s=0,032$), с количеством допущенных «органических» ошибок - ОО ($r=0,462$, $s=0,002$), с количеством конфабуляций - Кф ($r=0,369$, $s=0,015$) и с количеством деформаций больших фигур - Дф ($r= 0,415$, $s=0,005$). Автор методики изучения подвижности нервных процессов А.Е. Хильченко связывал показатель процента ошибок как с лабильностью нервной системы по Введенскому-Ухтомскому, так и с подвижностью по И.П. Павлову [11]. Впоследствии Б.М. Теплов и В.Л. Небылицын показали, что методика Хильченко отражает также скорость протекания основных нервных процессов и их концентрацию [12].

Поскольку показатель подвижности зависит от скорости движения, последствия нервных процессов, быстроты восстановления функциональной готовности рефлекторного аппарата к новой реакции и от способности нервной системы к усвоению режима, он может быть отнесен к показателям функциональной подвижности основных нервных процессов.

По И.П. Павлову, критерием силы основных нервных процессов является работоспособность головного мозга, вы-

ражающаяся в способности выдерживать длительное концентрированное возбуждение или действие очень сильного раздражителя, не переходя в состояние запредельного торможения. А критерием силы тормозного процесса - способность выдерживать его длительное или чрезмерное напряжение. Известные павловские положения о значении индивидуально-типологических особенностей высшей нервной деятельности животных и человека для успешного решения различных задач позволяют сделать вывод что свойства ЦНС человека, в частности подвижность нервных процессов, в существенной мере влияют и на продуктивность зрительной памяти, способность к правильному и точному воспроизведению геометрических фигур по памяти. В соответствии с полученными данными: чем больше количество ошибочных реакций на предъявляемый раздражитель в тесте ПНП, тем больше грубых искажений допускают моряки при выполнении теста Бентона. В работе Н.В. Макаренко с сотр. [13] приводится возможный физиологический механизм этой связи. Согласно ему, связь между показателями функциональной подвижности и кратковременной памяти обусловлена ролью функциональной подвижности в механизмах межклеточного взаимодействия объединений нейронов, лежащих в основе мнемической функции. Чем выше функциональная подвижность нервных процессов, тем быстрее устанавливаются взаимосвязи и согласовывается деятельность взаимодействующих нейронов, тем выше показатели памяти. Взаимосвязь подвижности нервных процессов с возрастными изменениями достаточно хорошо изучена и подтверждается нашими исследованиями. Тенденция к ослаблению, замедлению скорости психических реакций, являющаяся отражением общего линейного движения сенильно-регрессивных процессов, в большей или меньшей степени присуща всем формам психического старения. Ослабление внутренних связей, нарушение межанализаторных взаимоот-

ношений характеризует старение как системную дезорганизацию. Таким образом, снижение памяти с возрастом свидетельствует об определяющем влиянии на память возрастных факторов, что связано со снижением реактивности клеток коры головного мозга, силы, подвижности нервных процессов, ослаблением ретикулярно-кортикальных влияний. У лиц старшего возраста отмечено ухудшение показателей психомоторики при сохранении или повышении надежности умственной деятельности, за счет снижения общей производительности. Учитывая, что средний возраст обследованной группы моряков составлял 35,9 лет, корреляционная связь между ПНП и возрастом не может трактоваться однозначно, как естественный процесс старения и связанный с ним «износ» нервной системы. Методика определения зрительной ретенции Бентона является, прежде всего, хорошим методом для выявления признаков диффузных нарушений ЦНС. Таким образом, взаимосвязь показателей, указывающих на наличие органических нарушений с ПНП и возрастом, свидетельствует о снижении уровня здоровья обследованного контингента в целом и отражает имеющуюся в последние годы тенденцию к увеличению заболеваемости и смертности моряков в рейсе.

Тесная взаимосвязь количества «органических» ошибок (ОО) с вниманием по показателю времени выполнения теста Шульте-Платонова (ШП) ($r=0,292$, $s=0,023$) так же свидетельствует о влиянии индивидуально-типологических особенностей на успешность выполнения задания, поскольку ОО отражает не столько уровень памяти, сколько качество воспроизведения, которое в свою очередь связано с особенностями восприятия и протекания нейродинамических процессов. Известно, что люди с сильной ЦНС во время действия отвлекающих факторов концентрируют внимание лучше, чем люди со слабой. Исследуя индивидуальные особенности интеллектуальных функций в связи с основными свойства-

ми нейродинамики можно полагать, что связь показателей силы НП с вниманием более выражена, чем с памятью. Более высокие сила, подвижность, лабильность нервных процессов создают условия для реализации большего объема внимания. При этом ведущую роль в реализации объема зрительного внимания играет подвижность нервных процессов. Имеются также основания полагать, что типологические свойства ВНД, детерминируя динамические характеристики памяти и внимания, определяют тем самым динамику становления и формирования процессов восприятия и мышления. Н.В. Макаренко, исследуя курсантов авиационных училищ, показал, что испытуемым с высоким и средним уровнем функциональной подвижности НП присущи более высокая успешность восприятия, мышления, а также высокий уровень способности оперировать пространственными образами, быстрая концентрированность и переключаемость внимания и др. Коэффициент корреляции уровня функциональной подвижности НП с показателями теста Шульте-Платонова составил $r = 0,35$, $s < 0,01$. Между продуктивностью кратковременной зрительной памяти с одной стороны и функциональной подвижностью НП и работоспособностью головного мозга - с другой, обнаружена тесная корреляционная взаимосвязь $r = 0,76$, $s < 0,001$ и $r = 0,56$, $s < 0,001$ соответственно. Полученные нами данные свидетельствуют о том, что выявленные для молодых летчиков закономерности характерны и для моряков, имеющих стаж работы в среднем 12 лет. Так, между подвижностью нервных процессов и продуктивностью зрительной памяти по Бентону без возрастной поправки выявлена корреляционная взаимосвязь $r = 0,328$, $s = 0,032$. Таким образом, подвижность нервных процессов, продуктивность зрительной памяти, концентрация и переключаемость внимания органически взаимосвязаны, и имеют общие нейрофизиологические основы взаимодействия. Исследуя увеличение локального мозгового

кровотока и его распределение в коре головного мозга при выполнении испытуемыми различных когнитивных задач, Роланд и Фрайберг [14] сделали вывод о том, что корковая энергия, которая затрачивается в процессе мышления, имеет ту же или даже большую величину, чем при интенсивных волевых движениях или при интенсивной переработке внешней сенсорной информации. Это означает, что при извлечении зрительных образов из памяти используются те же самые области, что и при направлении внимания на зрительные пространственные сигналы. Различие между восприятием и выделением внешней зрительной информации состоит в том, что первичная зрительная и первичная ассоциативная зрительная кора активируются, когда информация приходит из внешнего мира, а не тогда, когда она извлекается из зрительной пространственной памяти.

Одним из центральных показателей корреляционной матрицы является качественный показатель теста Бентона - искажение фигуры (Иск). Не являясь патогномичным для органических нарушений центральной нервной системы, этот показатель обнаруживает взаимосвязь с рядом личностных свойств и актуальным эмоциональным состоянием моряка в момент выполнения теста. Выявлена тесная взаимосвязь между количеством допущенных искажений и значением индекса Уэлша (F-K) в опроснике ММИЛ ($r = 0,475$, $s = 0,004$). Поскольку тенденции показателей F и K разнонаправлены, показатель F-K имеет существенное значение для определения установки испытуемого в момент исследования и суждения о достоверности полученного результата. Чем больше разность F-K, тем более выражено стремление испытуемого подчеркнуть тяжесть своих симптомов и жизненные трудности, вызвать сочувствие и соболезнование. Высокий уровень этого показателя может также указывать на аггравацию. Снижение индекса F-K напротив - отражает стремление улучшить впечатление о себе, смягчить свою симпто-

матику и эмоционально насыщенные проблемы или отрицать их наличие. Повышение индекса Уэлша характерно для неконформных личностей. Нарушение конформности может быть связано со своеобразием восприятия и логики у лиц шизоидного склада, имеющих проблемы в области контактов, так же с психопатическими чертами у лиц склонных к неупорядоченному поведению. Умеренное повышение на шкале F у здоровых лиц обычно отражает внутреннюю напряженность, недовольство ситуацией, плохо организованную активность. Таким образом, полученная взаимосвязь может отражать влияние снижения степени самоконтроля на пренебрежительное отношение к процедуре тестирования и к результатам собственных действий.

Выявлена взаимосвязь количества искажений с показателями теста Люшера отклонение от аутогенной нормы (АТ) и уровня конфликта (Укнф) - $r=0,259$, $c=0,05$ и $r=0,47$, $c=0,0003$ соответственно. В ситуациях, требующих от человека определенных усилий для реализации целенаправленной деятельности - в нашем случае успешного выполнения тестовых заданий - ухудшение данных показателей свидетельствует о снижении эмоциональной стрессоустойчивости и мотивации. Это в свою очередь оказывает существенное влияние на способность к концентрации внимания, повышение отвлекаемости и быструю утомляемость, что в нашем исследовании отражено тесной корреляционной связью количества искажений с количеством ошибок, допущенных при выполнении теста Шульте-Платонова (Шпо) ($r=0,368$, $c=0,002$). Обратная корреляционная зависимость выявлена между количеством искажений и уровнем профиля на первой шкале теста ММИЛ «ипохондрией» (Hs): $r=-0,345$, $c=0,042$. Лица с низким профилем по первой шкале не озабочены состоянием своего здоровья, более деятельны и энергичны и при прочих равных условиях успешнее разрешают свои трудности, используя более адаптивные формы поведения.

Данное положение не объясняет полученную нами взаимосвязь. Анализируя всю совокупность корреляционных взаимосвязей «Иск», можно предположить, что неточное и небрежное воспроизведение фигур в тесте Бентона склонны допускать здоровые лица, склонные к конфликтности и снижению самоконтроля, импульсивности, искажению защитной реакции, недифференцированно выбирающие средства для достижения цели.

Снижение профиля ММИЛ по шкалам «коррекции» (K), «ипохондрией» (Hs), «истерии» (Hy) и повышение «социальной интроверсии» (Si) достоверно связано с увеличением пропуска больших фигур при их воспроизведении в тесте Бентона. Коэффициенты корреляции и достоверность составили: $r=-0,363$, $c=0,033$; $r=-0,445$, $c=0,007$; $r=-0,521$, $c=0,001$; $r=0,367$, $c=0,03$ соответственно. Полученные данные свидетельствуют о тесной взаимосвязи личностных особенностей моряков с тенденцией сознательно пропускать фигуры, оставляя для них место, не будучи уверенными в том, что возможно точное их воспроизведение. Снижение уровня профиля на шкале K характерно для лиц, хорошо осознающих свои затруднения, склонных скорее преувеличивать, чем недооценивать степень межличностных конфликтов, критически относиться к себе и окружающим. Неудовлетворенность и склонность преувеличивать степень межличностных конфликтов делают их легко уязвимыми и порождают неловкость в межличностных отношениях. Затруднения в осуществлении межличностных контактов отражается также и в повышении профиля ММИЛ на шкале Si, что обуславливает замкнутость, необщительность, реакции тревоги в тех случаях, если вынужденные контакты (в нашем случае вынужденная необходимость взаимодействия с психологом и медперсоналом профотборной комиссии) осуществляются вне зависимости от воли субъекта. Ф.Б. Березин [15] отмечает закономерное сочетание повышения профиля на шкале Si со снижением показа-

телей истерии, что связано с уменьшением потребности в поддержке группы и нередко сочетается с трудностями в установлении новых контактов. Сочетание описанных выше особенностей позволяет нам сделать вывод о том, что сознательный пропуск большой фигуры склонны допускать лица, для которых характерны социальная интроверсия, скептицизм и недостаточная спонтанность в социальных контактах. Ориентация на свой внутренний мир, ограничения социальных контактов также оказались связанными с такими показателями теста зрительной ретенции Бентона, как количество perseverаций (Пс) и деформаций (Дф) - $r=0,411$, $s=0,14$ и $r=0,316$, $s=0,41$ соответственно. Снижение показателя по шкале коррекции К также имеет обратную корреляцию с Дф ($r=-0,400$, $s=0,015$). В отличие от сознательного пропуска фигур perseverации и деформации являются патогномичными для церебральной патологии. Поэтому данная взаимосвязь не может быть отнесена только лишь за счет эмоционально-личностных особенностей соматически здорового человека. При отсутствии объективных данных о состоянии здоровья, в частности имеющих нарушений центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, можно сделать лишь предположение о том, что выявленная корреляционная зависимость отражает наличие общего для всех трех показателей патогенного фактора.

Повышение профиля ММИЛ по шкалам К, Ну, Нs по нашим данным имеет тесную корреляционную взаимосвязь с тенденцией испытуемых дублировать линии при выполнении теста Бентона. Коэффициенты корреляции и достоверности между Дл и К, Ну, Нs составляют соответственно $r=0,442$, $s=0,008$; $r=0,394$, $s=0,02$; $r=0,535$, $s=0,001$. Лица с высокими показателями по шкале К обычно определяют свое поведение в зависимости от социального одобрения и озабочены своим социальным статусом, склонны отрицать какие-либо затруднения в межличностных отношениях или в контроле собственного поведения, стре-

мятся к соблюдению принятых норм и воздерживаются от критики окружающих в той мере, в какой поведение окружающих укладывается в рамки принятой нормы. Березин отмечает, что умеренное повышение шкалы К облегчает адаптацию индивидуума, такие люди производят впечатление благоразумных, доброжелательных, общительных, с широким кругом интересов. Поскольку такие качества улучшают адаптацию, умеренное повышение профиля по шкале К может рассматриваться как прогностически благоприятный признак. Ипохондрические тенденции, обуславливающие в профиле методики многостороннего исследования личности подъем на первой шкале Нs, неоднородны. Обследованная нами группа моряков так или иначе при вербальном тестировании склонна к повышению защитной реакции, отрицанию соматических симптомов. Такая реакция вполне объяснима, поскольку процедура тестирования включена в процесс прохождения медицинского освидетельствования. Поэтому в рамках полученной взаимосвязи между Дл и Нs, ипохондрические тенденции следует рассматривать во взаимоотношении с результатом по шкале К. Если значительная часть первичного результата по первой шкале получена не за счет этой шкалы, а за счет коррекции, то можно говорить о наличии определенного беспокойства за состояние своего физического здоровья в сочетании с нежеланием предъявлять жалобы на соматическую патологию. Лица, у которых отмечается повышение профиля ММИЛ по третьей шкале (Ну), характеризуются склонностью ориентироваться на внешние объекты. Умеренное повышение значения истерии с одновременным повышением коррекции наблюдается у лиц, для которых характерно сочетание стремления строго следовать конвенциональным нормам и усиленное стремление к положительной оценке со стороны окружающих. Тенденция к утверждению гармонии в межличностных отношениях и ориентировка на поддержку со стороны окружающих приводят к тому, что ситуации, требующие четких самостоя-

тельных решений, являются для подобных личностей ситуациями стресса, которых они стараются избегать. Типична и склонность декларировать оптимизм, вне зависимости от реальной ситуации. Такая линия поведения неизбежно приводит к состоянию эмоционального напряжения. Нами получены статистически достоверные данные о существующей взаимосвязи признака Дл, помимо описанных выше, и с показателем степени психического напряжения по тесту Люшера (Пнап) - $r=0,368$, $s=0,005$. Выявленные взаимосвязи позволяют сделать вывод об определенной степени зависимости дублирования линий при выполнении теста Бентона от степени самоконтроля, конформности, ориентировки на внешнюю оценку и повышенного эмоционального напряжения.

Повышение профиля ММИЛ на первой и третьей шкале достоверно коррелирует с количеством конфабуляций ($r=0,360$, $s=0,033$ и $r=0,328$, $s=0,05$ соответственно). Даже при условии исключения церебральной, сосудистой и психической патологии, сочетание взаимоотношения Кф с Нs и Ну свидетельствует о соматизации тревоги и вытеснения ее с формированием демонстративного поведения. Реакции такого типа позволяют истолковывать жизненные затруднения, неспособность оправдать ожидания окру-

жающих, несоответствие собственному уровню притязаний с точки зрения социально приемлемой и представляющейся реальной самому испытуемому. Эти реакции могут осуществляться за счет появления соматической симптоматики и за счет возникновения непсихотической психопатологической симптоматики, выражаемой в жалобах на утомляемость, раздражительность, неспособность к концентрации внимания и т.д. Таким образом, наличие конфабуляций при выполнении теста Бентона свидетельствует о соматическом и психическом неблагополучии и может учитываться при оценке не только уровня и качества зрительной ретенции, но и при общей оценке психофизиологического статуса.

Кроме описанных взаимосвязей показателей теста зрительной ретенции Бентона с показателями внимания, профилем ММИЛ и показателями теста Люшера, выявлены отдельно отстоящие достоверные корреляционные взаимосвязи между: поднятием малой фигуры (смещение по вертикали вверх) - ПдМ и повышением профиля на четвертой шкале (Pd) ($r=0,352$, $s=0,04$); опущением малой фигуры (смещение по вертикали вниз) ОпМ и повышением профиля ММИЛ на девятой шкале Ма ($r=0,364$, $s=0,032$), ОпМ и снижением точности РДО ($r=-0,308$, $s=0/$

Таблица 2

Результаты факторного анализа взаимосвязей показателей теста зрительной ретенции Бентона с эмоционально-личностными и психофизиологическими характеристиками моряков

| МАТРИЦА ФАКТОРНЫХ НАГРУЗОК (ПОСЛЕ ВРАЩЕНИЯ) | | | | | |
|---|-------------|------------|------------|------------|------------|
| Показатели | Обозначения | 1-й фактор | 2-й фактор | 3-й фактор | 4-й фактор |
| Итоговая суммарная оценка без возрастной поправки | ИСОаб | 0,881 | | | |
| Итоговая суммарная оценка с учетом возрастной поправки по Бентону | ИСО | 0,814 | | | |
| Пропуск большой фигуры | ПрБ | 0,614 | | | |
| Ошибки малой фигуры | ОшМ | 0,534 | | | |
| Конфабуляция | Кф | | 0,792 | | |
| Количество органических ошибок | ОО | | 0,657 | | |
| Деформация | Дф | | 0,632 | | |
| Дуближ линий | Дл | | 0,472 | | |
| Признаки графического органического симптомокомплекса | Госк | | | 0,669 | |
| Транслокация | Трлк | | | -0,644 | |
| Поднятие малой фигуры | ПдМ | | | 0,571 | |
| Искажение | Иск | | | 0,568 | |
| Опущение малой фигуры | ОпМ | | | | -0,754 |
| Персеверация | Пс | | | | 0,562 |
| Ротация | Рт | | | | -0,531 |

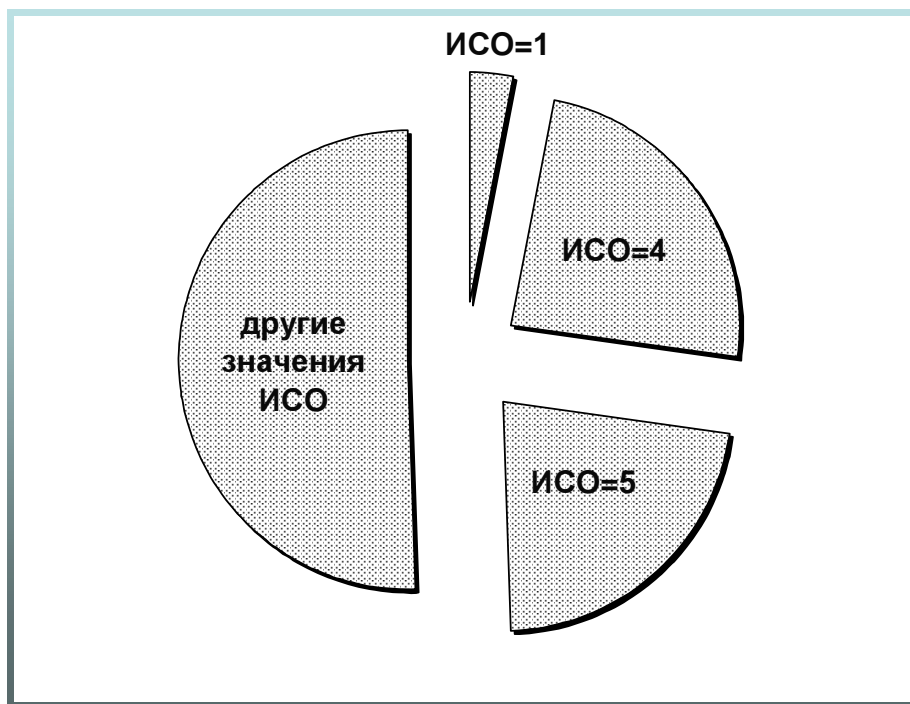


Рис. 1. Распределение показателя итоговой суммарной оценки (ИСО) неправильно воспроизведенных образцов теста зрительной ретенции Бентона среди обследованных моряков.

объяснении происхождения различных соматических и психологических сдвигов всю совокупность факторов, способных определить их развитие. На основании данного факторного анализа показателей теста зрительной ретенции Бентона выделено четыре группы признаков, объединенных в следующие факторы:

04); количеством ротаций Рт большой фигуры и подъемом профиля на шестой шкале ($r=0,333$, $c=0,05$); РТ и снижением уровнем оперативной памяти ОП ($r=-0,300$, $c=0,05$). Полученные данные представляют определенный интерес для изучения особых феноменов при выполнении теста Бентона. Однако, для того, чтобы сделать какие-либо определенные выводы, требуются целенаправленные исследования и создание теоретического обоснования полученных результатов.

Данные факторного анализа. На базе корреляционной матрицы был проведен факторный анализ в целях исследования структуры внутренних связей различных элементов системы. Общеизвестна зависимость психологических и психофизиологических показателей от социально-демографических и профессионально обусловленных характеристик, конституционально-генетических факторов, особенностей личности человека. Наличие столь многочисленных и зачастую неявных взаимосвязей ставит перед исследователями трудные задачи в связи с необходимостью учитывать при

1-й фактор **«продуктивности»** включает признаки: ошибки малой фигуры, пропуск большой фигуры, итоговая суммарная оценка без возрастной поправки, итоговая суммарная оценка с учетом возрастной поправки по Бентону, зависит от индивидуально-типологических особенностей, возраста, и непосредственно определяет успешность зрительной ретенции;

2-й фактор назван, как **«органический»**, поскольку включает в себя такие признаки, которые в наибольшей степени характерны для церебральной и сосудистой патологии - деформация, конфабуляция, дублирование линий, количество органических ошибок - и тесно связан с показателем подвижности нервных процессов и эмоционально-личностными характеристиками, снижающими адаптационные возможности и выражающими психическое и физическое неблагополучие;

3-й фактор обозначен, как фактор **«эмоциональной неустойчивости»**, и включает показатели: поднятие малой фигуры, транслокация, искажение, признаки графического органического сим-

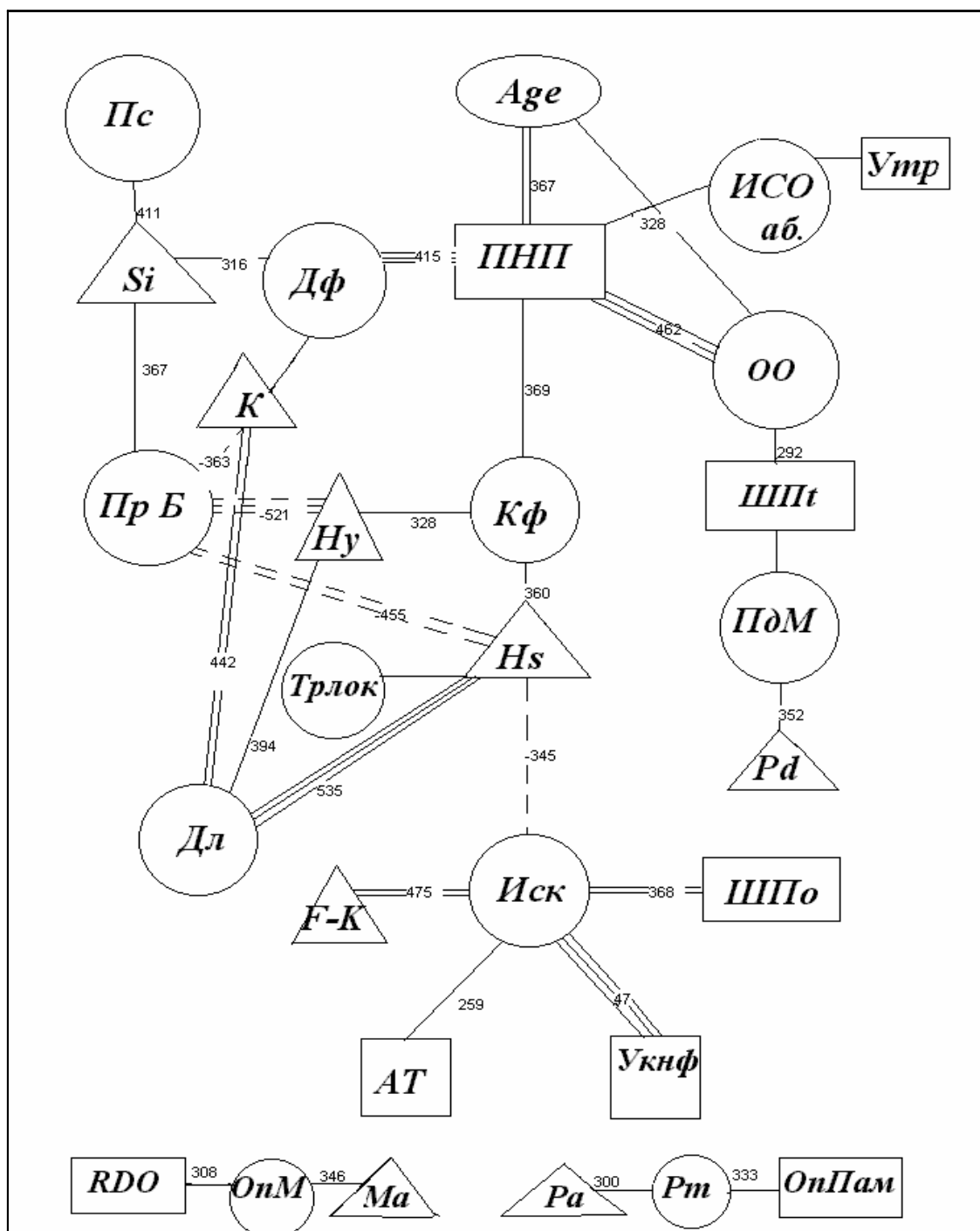


Рис. 2. Статистически значимые корреляционные связи показателей теста зрительной ретенции Бентона с психофизиологическими характеристиками и эмоционально-личностными особенностями моряков

птомокомплекса. Этот фактор оказался подверженным в наибольшей степени влиянию ситуативного эмоционального состояния и связан с искажением защитной реакции. В качестве цитаты к данной группе признаков можно привести высказывание С.Л.Рубинштейна: «...особенно-

сти процессов запоминания (быстрота, прочность и т.д.) зависят от того, кто и что запоминает, от конкретного отношения данной личности к тому, что подлежит запоминанию» [15].

4-й фактор обозначен, как фактор «ригидности» и включает показатели:

опущение малой фигуры, ротация, персеверация. Общим свойством показателей этого фактора является сохранение формы фигуры при воспроизведении, однако временные и пространственные связи нарушаются.

Полученные данные свидетельствуют о тесной взаимосвязи 4-го фактора с нарушением баланса процессов возбуждения и торможения, снижения уровня оперативной памяти и склонностью ориентироваться на свой внутренний мир и собственные концепции. Вклад факторов в общую дисперсию составляет: 1-й фактор - 30%, 2-й фактор - 15,6%, 3-й фактор - 14,4%, 4-й фактор - 13,3%, общий вклад четырех факторов составляет 73,4%.

Факторные нагрузки (веса) отображены в *таблице 2*. Если нагрузка обращается в 0 или близко, то признак и фактор изменяются независимо. Чем больше значение нагрузки, тем сильнее + или - зависимость между признаком и фактором.

Заключение

В данной работе рассмотрены основные теоретические положения в области исследования памяти и ее роли в профессиональной деятельности человека. По сути представленное в работе исследование является пилотажным. Предпринята попытка проверки подготовки качества основного исследования особенностей зрительной памяти у моряков и обоснования применения теста зрительной ретенции Бентона для выявления профпригодности к плаванию на судах. Работа имеет практическое значение, результаты, полученные нами обозначают задачи и направление дальнейших усилий по ревалидизации и рестандартизации метода Бентона для моряков. Выборка обследованных моряков репрезентативна и представляет характеристики генеральной совокупности, что также статистически подтверждается.

Приведенные выше основные результаты исследования позволяют судить об основных взаимосвязях показателей теста

Бентона с психофизиологическими характеристиками моряков, которые определялись методами, стандартизированными на данном контингенте и уже вошедшими в систему психофизиологического профотбора лиц плавсостава. Полученные в результате данные свидетельствуют, что среднегрупповое значение уровня зрительной памяти моряков снижено относительно имеющихся нормативов. Влияние вредных производственных факторов, увеличение продолжительности рейсов, ухудшение условий обитания на судах, социальная незащищенность «подфлажников» и многие другие факторы оказывают существенное негативное влияние на состояние психического и физического здоровья моряков. В связи с этим задача предрейсового осмотра выходит за рамки констатации определенного состояния на момент обследования, необходим прогноз о состоянии здоровья на период рейса. Учитывая объективную необходимость максимального сокращения времени, затрачиваемого на освидетельствование, существует необходимость применения комплексной и согласованной психодиагностической системы. Опыт применения теста Бентона подтверждает его достаточную валидность и «экономичность», расширяет возможности психофизиологического обследования. Поскольку для многих соматических заболеваний характерны нарушения когнитивных функций и зрительной памяти, данные теста Бентона могут использоваться в качестве дополнительной информации не только в психиатрической и неврологической практике, но и другими специалистами комиссий профотбора.

Выводы

1. Интенсивный труд и вредные факторы производственной среды оказывают существенное негативное влияние на психическое и соматическое здоровье моряков и выражаются в ухудшении их психофизиологического статуса.
2. Полученные данные выявляют тесные корреляционные связи между особенностями зрительной ретенции, индивидуально-типологическими и эмоци-

- онально-личностными характеристиками моряков, которые могут играть важную роль в вопросах безопасности мореплавания.
3. Тест зрительной ретенции Бентона является эффективным методом количественной и качественной оценки зрительной памяти моряков при прохождении ими профессионального психофизиологического отбора.

Литература

1. Климов Е.А. Введение в психологию труда. - М.: Культ. и спорт, 1998. - 350 с.
2. Наатанен Р. Внимание и функции мозга. - М.: Изд-во МГУ, 1998. - 560 с.
3. Микадзе Ю.В. Нейропсихологическая диагностика // Методы исследования в психологии: Квазиэксперимент. - М.: Издательская группа «ФОРУМ»-«ИНФРА-М», 1998. - С. 172-193.
4. Блейхер В.М., Крук В.М., Боков С.М. Практическая патопсихология: Руководство для врачей и медицинских психологов. Ростов- н/Д.: «Феникс», 1996.-448с.
5. Псядло Э.М., Эрмантраут В.Э. Автоматизированная компьютерно-диагностическая система психофизиологического профотбора.- Информ. лист. – Одесса: ОЦНТЭИ, 1995. - № 115-95. – 4 с.
6. Психофизиологический профессиональный отбор плавсостава водного транспорта. МВ 7.7.4.-093-02 / Э.М. Псядло, М.И. Вигдорчик, Б.В. Бирон / Под ред. Л.М. Шафрана. – К., 2002. - 29 с.
7. Люшер М. Цвет вашего характера.” М.: Вече, Персей, АСТ, 1996. – 400 с.
8. Вигдорчик М.И., Вигдорчик М.Е., Псядло Э.М. и др. Компьютерная автоматизированная психодиагностическая программа «Консул-4».- .- Информ. лист. – Одесса: ОЦНТЭИ, 1997. - № 172-97. – 3 с.
9. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ / Дж.О.Ким, Ч.У. Мюллер, У.Р. Клекка и др.” М.: Финансы и статистика, 1989. – 388 с.
10. Николаева В.В. Влияние хронической болезни на психику. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 1983. – 168 с.
11. Павлов И.П. Физиологическое учение о типах нервной системы // Полн. собр., соч. М.-Л.: Изд-во АН ССР, 1951.-Т.3. - Кн. 2. - С.77-88.
12. Хильченко А.Е. Методика исследования подвижности нервных процессов у человека // Ж. Высш. нервн. деят., 1958.- Т 8. - Вып. 6. - С. 945-948.
13. Макаренко Н.В., Вороновская В.И., Панченко В.М., Киенко В.М. Кратковременная память у людей с функциональной подвижностью нервных процессов // Ж. Физиол. человека, 1993. - Т.19. - № 2. - С. 13-19.
14. Roland P.E. & Friberg L. Localization of cortical areas activated by thinking// Journal of Neurophysiology.- 1985.,V.53.- P.1219-1243.
15. Березин Ф.Б., Мирошников М.П., Рожанец Р.В. Методика многостороннего исследования личности.- М.: Медицина, 1976.-186 с.
16. Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии.- СПб.: Питер, 2000. - С. 294.

Резюме

РОЛЬ ПОКАЗНИКІВ ЗОРОВОЇ ПАМ'ЯТІ В ПСИХОФІЗІОЛОГІЇ МОРЯКІВ

Незавітна Т.С.

Аналіз аварійних випадків свідчить, що до 80% аварій на морському транспорті є слідством помилок людини-оператора. Пам'ять розглядається як базова функціональна система в структурі діяльності оператора. Найбільше число помилок пам'яті в діяльності оператора пов'язано з порушенням оперативної пам'яті в зв'язку обмеженістю її об'єму, малою тривалістю збереження, великою чутливістю до дії перешкод. Обстежені суднові оператори (n=72), здорові чоловіки середнього віку 35,9 років. Досліджували функції пам'яті, увага, особові характеристики і особливості емоційного стану, в цілому за 48 показниками.

Рівень продуктивності і якісні характеристики зорової пам'яті оцінювалися по показниках тесту зорової ретенції Бентону. Показано, що середньогрупове значення рівня зорової пам'яті моряків понижено щодо наявних нормативів. Виявлені тісні кореляційні зв'язки між особливостями зорової ретенції, індивідуально-типологічними і емоційними характеристиками моряків, які можуть грати важливу роль в питаннях безпеки мореплавання. Тест зорової ретенції Бентона є ефективним методом кількісної і якісної оцінки зорової пам'яті моряків при проходженні ними професійного психофізіологічного відбору.

Summary

ROLE OF VISUAL MEMORY PARAMETERS IN PSYCHOPHYSIOLOGY OF SEAMEN

Nezavitina T.S.

The analysis of emergencies testifies that 80 % of accidents on sea transport are human factor related. The memory is considered as a base functional system in structure of the operator activity. The greatest

number of mistakes of memory in activity of the operator are connected to infringements of operative memory in consequence with restriction of its volume, small duration of preservation, the big sensitivity action of handicaps. Ship operators (n=72), healthy male persons with a middle age of 35,9 years are surveyed. Functions of attention, memory, individual - personal characteristics and features of an emotional conditions, as a whole on 48 parameters, were investigated. The productivity level and quality indicators of a visual memory estimated on parameters of the test visual retention by Benton. It is shown, that the middle of group value to levels of a visual memory of seamen is lower in relation to the physiological norms. Close correlation interrelations between features visual retention, individual - typological and emotional characteristics of seamen, which can play the important role in safety issues of navigation, are revealed. The test of visual retention by Benton is shown as an effective method of a qualitative and quantitative estimation of a visual memory of seamen at the psychophysiological selection.

УДК 612.821:611.84

ДИНАМИКА ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ У КУРСАНТОВ И СУДОВОДИТЕЛЕЙ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ СУДОВОЖДЕНИЯ НА РАДИОЛОКАЦИОННОМ ТРЕНАЖЕРЕ

Мальцев А.С. , Голикова В.В.***

**Одесская национальная морская академия,*

***Украинский НИИ медицины транспорта, Одесса*

Впервые поступила в редакцию 14.11.2006 г. Рекомендована к печати на заседании ученого совета НИИ медицины транспорта (протокол № 7 от 18.11.2006 г.).

Актуальность темы

В соответствии с проведенным Госфлотинспекцией анализом аварийности судов только за три квартала 2006 г. произошло 40 случаев аварий, в том числе с 17 судами под отечественным и 23 – под иностранными флагами [1]. По вине капитанов, лоцманов и вахтенных помощников капитанов и механиков произошло 70 и 87% случаев, соответственно, что убедительно подтверждает ведущую роль «человеческого фактора» в аварийности на морском флоте. Причем, по вине судоводителей, вклю-

чая лоцманов, произошло 75% из числа проанализированных аварийных случаев.

С целью повышения степени безопасности судовождения все больше средств вкладывается в оснащение судов навигационными техническими средствами: электронными картами, глобальными системами определения места судна, системами автоматизированной радиолокационной проводки (САРП). Это вполне оправдано в связи с ростом водоизмещения современных судов, скорости хода, уровня автоматизации и опережающим сокращением числен-

ности судовых экипажей. В то же время, традиционные элементы производственной деятельности вахтенного штурмана, такие как определение места судна астрономическими и визуальными способами, по береговым ориентирам, опознание береговой черты с использованием радиолокационной станции (РЛС), расчет поправок на ветровой дрейф и снос течением, решение задачи расхождения судов на маневренном планшете, ведение письменного и графического счисления и ряд других, применяются редко, а умение и навыки их использования теряются [2]. Поэтому Международная морская организация (ИМО) в своих нормативных и рекомендательных документах предъявляет требования не только к электронному навигационному оборудованию на судах, но и к системам обучения и переподготовки операторов судоводительских специальностей [3, 4].

Первичная тренажерная подготовка осуществляется в морских вузах по разработанным в соответствии с требованиями ИМО программам. В дальнейшем через каждые 5 лет работы и при назначении на новую должность судоводители проходят тренажерную подготовку в порядке повышения квалификации и специального тренингового курса [2]. Работа на радиолокационном тренажере (РТ) является важным элементом профессиональной подготовки судоводителей.

Учитывая высокий уровень оснащения современных тренажеров, возможность моделирования практически всех типичных навигационных ситуаций и решения основных задач судовождения, РТ получили широкое распространение в практике обучения курсантов и переподготовки судовых операторов судоводительского профиля, закрепления и упрочения специальных знаний, выработки профессиональных навыков и умений. В то же время РТ позволяют решать важные задачи оценки состояния психофизиологических функций у судоводителей в процессе профессиональной деятельности и их динамики [5]. Это представляет большую важность для прогнозирования успешности деятельности судовых операторов,

формирования производственного динамического стереотипа, цены адаптации и разработки рекомендаций по повышению надежности в системе «человек – судно». Однако указанные аспекты тренажерной подготовки судоводителей и курсантов морских вузов соответствующих специальностей изучены недостаточно.

Поэтому **целью настоящего исследования** было проведение комплекса психофизиологических исследований среди курсантов судоводительской специальности и судоводителей при работе на радиолокационном тренажере для изучения информативности отдельных показателей и определения возможности их использования для оценки степени формирования производственного динамического стереотипа в овладения навыками управления современным судном.

Объекты, контингенты и методы исследования

Работа проведена на базе Морского тренажерного центра Одесской национальной морской академии, моделирующем ходовой мостик судна. Всего под наблюдением находилось 57 человек (курсантов и судоводителей), лиц мужского пола в возрасте 21-50 лет, по результатам ежегодных медицинских осмотров годных по состоянию здоровья к плаванию без ограничений. Психофизиологические исследования проводили до и после выполнения учебных заданий в течение одного дня, а также в начале и конце двухнедельного цикла. Они включали: сенсомоторные реакции, выполнение тестов на внимание, оперативную память, мышление, силу и подвижность нервных процессов с помощью модифицированной компьютеризованной программы «Мортест» («СПАС-5») [6]. Кроме того, все обследованные выполняли тесты Айзенка, Тейлора и САН («Самочувствие – Активность - Настроение») [7] для оценки индивидуально-личностных особенностей и общего функционального статуса в период проведения исследований. Полученные в результате обследования данные сравнивали с экспертными оценками преподавателей и экзаменационной комиссии. Результаты обработаны

вали статистически с помощью пакета компьютерных программ в Microsoft Excel [8].

Результаты исследования и их обсуждение

Рабочие места будущих судоводителей и стажеров в Морском тренажерном центре моделируют в уменьшенном масштабе ходовой мостик современного морского судна, основными блоками которого являются радиолокационная установка – 1; САРП – 2; штурманский стол – 3; пульт управления судовой силовой установкой и рулевым комплексом – 4; панели индикаторов параметров движения судна - 5 (схема на рис. 1). Имеется радиосвязь с мостиками других судов и преподавателем-инструктором.

Из представленных на рис. 1 данных видно, что в работа судоводителя на ходовом мостике судна может быть определена следующий алгоритм: наблюдение за навигационной обстановкой – контроль показаний приборов о состоянии судна и навигационной обстановки – анализ и обобщение данных о движении судна в нужном направлении и его безопасном удалении от береговых объектов и встречных судов – принятие решений об изменении курса и скорости хода для безопасного расхождения - реализация действий по маневрированию и возвращению на необходимый курс. Все результаты наблюдения, контроля и маневрирования заносятся в судовые документы в реальном масштабе времени.

Системообразующим комплексом, позволяющим судоводителю получать основной объем необходимой для безопасного плавания информации служит

решать комплекс задач судовождения по шкале «время – перемещение (движение) – скорость» по динамике эхо-сигналов. Система САРП дополнительно позволяет сократить время и повысить точность обработки информации.

Оценивая роль оператора в системе «человек – судно», следует рассмотреть непосредственно задействованные в этом процессе (наиболее профессионально значимые) психофизиологические функции. В приеме значимой в навигационном отношении информации принимают участие зрительный и слуховой анализаторы. Причем, вербальным сигналам отведена вспомогательная роль. Процесс приема информации требует напряжения функций внимания, памяти, а ее переработка и принятие решения – практически всех высших психических функций [9, 10]. Вегето-сосудистые изменения в организме оператора, сопровождающие его профессиональную деятельность, являются в основном коррелятами эмоционального состояния. Последнее прежде всего определяется степенью формирования динамического производственного стереотипа (ДПС), т.е. уровнем использования доведенных до автоматизма зна-

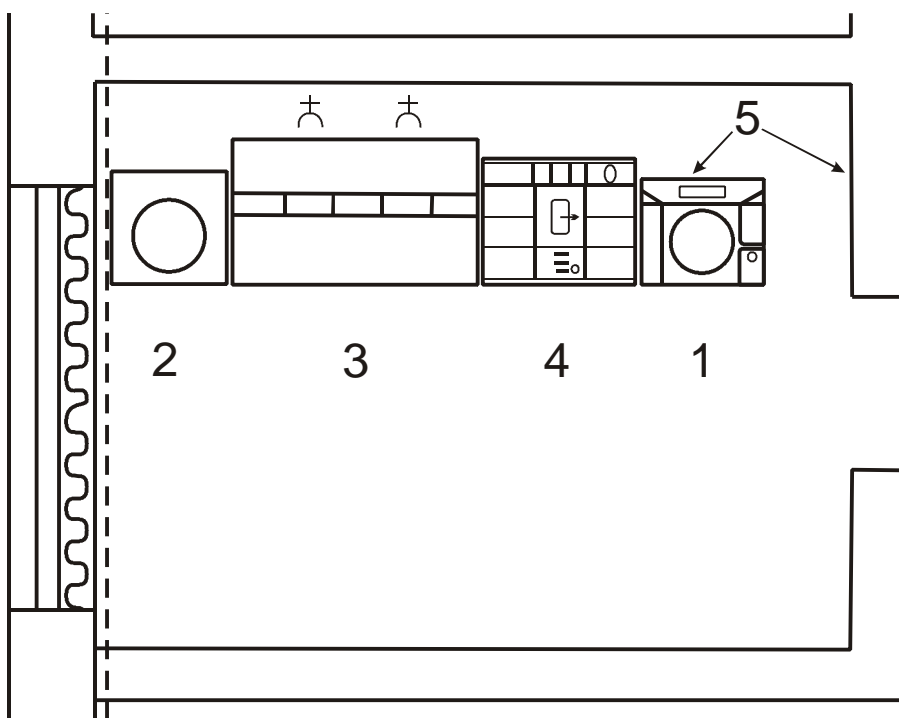


Рис. 1. Схема компоновки рабочего места судоводителя в Морском тренажерном центре (обозначения в тексте)

ний, навыков и умений в процессе выполнения производственных операций по заданному алгоритму. Одной из важнейших задач тренажерной подготовки является именно формирование и закрепление ДПС у курсантов и судоводителей. Основными задачами, которые курсант и судоводитель выполняют при тренажерной подготовке, являются:

- выработка (закрепление) навыка работы с РЛС и САРП, включая выполнение вспомогательных построений и графических расчетов;
- осуществление расхождения с судами в открытом море;
- безопасное расхождение с судами в стесненных навигационных условиях, когда выбор акватории для маневрирования ограничен [2].

Психофизиологические исследования, проводимые до начала занятий, позволили зафиксировать индивидуальные значения исследованных показателей, которые в подавляющем большинстве своем не выходили за пределы физиологических норм и были использованы работе как исходные (контрольные) величины. Следует подчеркнуть, что первичное обследование проводили вне территории Морского тренажерного центра, так как у 17,5% обследованных (преимущественно курсантов – 70%) транзиторные признаки напряжения психофизиологических функций, повышенная тревожность, признаки невротизма и вегето-сосудистые реакции имели место уже при посещении тренажерного центра.

В ходе последующих занятий такого рода стрессорные изменения быстро нормализовались (уже на 3-4 день цикла обучения). В то же время отмечены существенные различия по ряду исследованных показателей между утренними значениями (начало занятий) и состоянием психофизиологических функций после выполнения решаемых на тренажере учебных задач по управлению судном и маневрированию в сложных навигационных условиях (табл. 1).

Как видно из приведенных в табл. 1 данных, имели место существенные, по

некоторым функциям – статистически достоверные изменения исследуемых показателей после однократной работы на тренажере. Наиболее четко это прослеживается при сравнении динамики показателей между группами обследованных по профессиональному признаку. Причем, в группах курсантов и II-III помощников капитана (II-III ПМК) изменения по большинству показателей были однонаправленными, тогда как в группе капитанов (КМ) и их старших помощников (СПКМ) они подчас характеризовались не только количественными различиями, но и противоположной направленностью по отношению к результатам курсантов.

Из приведенных в табл. 1 данных видно также преобладание изменений в группах курсантов и II-III ПМК в показателях высших психических функций и индивидуально-личностных особенностей, тогда как в третьей группе (КМ + СПКМ) доминировали вегето-сосудистые изменения. Причем, прежде всего преобладали гипертензивные реакции в ответ на профессионально обусловленную умственную нагрузку. Это вполне согласуется с данными литературы о функциональных изменениях у операторов различных производств в процессе их профессиональной деятельности [5, 10-12]. Взаимосвязь динамики психофизиологических функций у судовых операторов судоводительского профиля с характером профессионально обусловленных нагрузок прослеживается также при анализе других исследованных показателей. В частности, при выполнении теста «Реакции на движущийся объект» (РДО) [6] у всех обследованных (независимо от группы) перед занятиями на РТ преобладало число ошибок на упреждение. Это согласуется с общей картиной «предстартового» состояния, большей мобилизацией функций, чем в конце занятий, когда, с одной стороны, снижается общее количество ошибок (включается адаптивный элемент тренированности), а с другой – у отдельных обследованных появляются признаки физиологического утомления.

При интерпретации результатов выполнения теста Люшера по А.О. Прохорову [7] отмечено, что они хорошо коррелируют

с полученными с помощью других тестов данными в части оценки уровня эмоциональной стабильности / тревожности, преимущественного симпатического / парасимпатического реагирования, наличия установки на активную деятельность либо высокого уровня непродуктивной нервно-психической напряженности. Практически во всех случаях негативные элементы психоэмоционального состояния в процессе тренировочных занятий существенно снижались либо полностью исчезали.

Еще более четко положительный эффект тренировок на РТ прослеживается при сравнении показателей психофизиологических функций до и после цикла занятий (табл. 2).

Из представленных в таблице 2 данных видно, что за время цикловых занятий имела место позитивная динамика практи-

чески всех исследованных показателей психофизиологических функций у операторов-судоводителей. Это прослеживается, в частности, в снижении общего числа ошибок и времени выполнения тестов Шульте и Шульте-Платонова на внимание, РДО, увеличении объема оперативной памяти. В условиях мотивированной (моделирующей типичные производственные ситуации) и интересной деятельности операторы не испытывали трудностей с оперативным и долговременным запоминанием и воспроизведением профессионально значимой информации. Возрастала также помехоустойчивость, что проявлялось в отсутствии всплеск раздражительности при наличии искусственно создаваемых помех и отдельных проявлений технической несогласованности. Преобладание стенических элементов в эмоциональной сфере отчетливо про-

Таблица 1.

Изменение психофизиологических функций у судоводителей и курсантов при однократном решении задач по управлению судном на тренажере

| Группа | Психофизиологические функции, показатели | | | | | | | |
|------------|--|-----------|-----------|------------|----------|-----------|----------|------------|
| | Вегето-сосудистые | | | | | | | |
| | 1а | 1б | 2а | 2б | 3а | 3б | 4а | 4б |
| Курсанты | 66,2±1,9 | 78,5±2,9* | 128,0±2,5 | 127,5±3,2 | 78,0±2,5 | 75,0±3,5 | 31,4±1,7 | 35,5±1,5 |
| II-III ПКМ | 69,2±2,4 | 71,5±3,2 | 126,5±1,9 | 131,5±3,6 | 83,7±2,9 | 81,3±2,5 | 35,5±1,6 | 37,6±2,3 |
| КМ+СПКМ | 64,5±3,1 | 67,5±2,5 | 137,5±2,5 | 149,5±2,9* | 88,5±2,7 | 97,9±2,8* | 37,5±1,5 | 22,5±1,5* |
| | Сенсомоторные и высшие психические | | | | | | | |
| | 5а | 5б | 6а | 6б | 7а | 7б | 8а | 8б |
| Курсанты | 6,1±0,35 | 8,3±0,29* | 49,0±2,8 | 41,0±2,3 | 211±10,9 | 161±9,4* | 8,8±0,19 | 10,4±0,31* |
| II-III ПКМ | 8,7±0,41 | 6,4±0,33* | 40,4±2,3 | 29,2±2,7* | 144±8,6 | 101±11,3* | 9,0±0,39 | 10,6±0,33* |
| КМ+СПКМ | 7,4±0,38 | 7,2±0,26 | 35,4±3,1 | 37,2±2,6 | 129±6,9 | 156±8,7* | 9,2±0,37 | 7,8±0,34* |
| | Индивидуально-личностные | | | | | | | |
| | 9а | 9б | 10а | 10б | 11а | 11б | 12а | 12б |
| Курсанты | 20±0,90 | 15,5±1,1* | 5,0±0,27 | 5,5±0,12 | 4,2±0,13 | 5,5±1,9* | 4,5±0,16 | 4,7±0,14 |
| II-III ПКМ | 8,2±,37 | 5,6±0,25* | 5,9±0,36 | 5,6±0,28 | 5,0±0,29 | 5,8±0,21* | 5,3±0,19 | 5,5±0,15 |
| КМ+СПКМ | 5,3±,31 | 4,7±0,35 | 5,0±0,22 | 5,4±0,19 | 4,5±0,18 | 4,4±0,24 | 5,2±0,18 | 5,3±0,23 |

Примечания: 1 - ЧСС; 2 - СД; 3 - ДД; 4 - УПР; 5 - СМР; 6 - ОВ; 7 - ПВ; 8 - ОП; 9 - Тр; 10 - С; 11 - А; 12 - Н; а - до занятий; б - после занятий; * / - p < 0,05

Таблица 2

Изменение психофизиологических функций у судоводителей и курсантов после цикла занятий на тренажере

| Группа | Психофизиологические функции, показатели | | | | | | | |
|------------|--|-----------|-----------|------------|----------|-----------|----------|------------|
| | Вегето-сосудистые | | | | | | | |
| | 1а | 1б | 2а | 2б | 3а | 3б | 4а | 4б |
| Курсанты | 66,2±1,9 | 60,1±1,6* | 128,0±2,5 | 123,5±2,2 | 78,0±2,5 | 75,0±1,9 | 31,4±1,7 | 44,2±2,2* |
| II-III ПКМ | 69,2±2,4 | 62,5±2,2* | 126,5±1,9 | 119,5±1,6* | 83,7±2,9 | 74,3±2,1* | 39,5±1,6 | 51,5±1,9* |
| КМ+СПКМ | 64,5±3,1 | 66,5±2,5 | 137,5±2,5 | 128,1±1,9* | 88,5±2,7 | 87,9±2,8 | 37,5±1,5 | 22,5±1,5* |
| | Сенсомоторные и высшие психические | | | | | | | |
| | 5а | 5б | 6а | 6б | 7а | 7б | 8а | 8б |
| Курсанты | 6,1±0,35 | 5,0±0,21* | 49,0±2,8 | 34,8±2,5* | 211±10,9 | 128±9,3* | 8,8±0,19 | 10,3±0,22* |
| II-III ПКМ | 8,7±0,41 | 5,2±0,25* | 40,4±2,3 | 27,6±2,1* | 144±8,6 | 103±6,8* | 9,0±0,39 | 11,1±0,21* |
| КМ+СПКМ | 7,4±0,38 | 6,6±0,29 | 35,4±3,1 | 30,7±2,8 | 129±5,9 | 100±4,7* | 9,2±0,37 | 10,9±0,25* |
| | Индивидуально-личностные | | | | | | | |
| | 9а | 9б | 10а | 10б | 11а | 11б | 12а | 12б |
| Курсанты | 20±0,90 | 9,5±1,3* | 5,0±0,27 | 6,9±0,25* | 4,2±0,13 | 5,8±0,23* | 4,5±0,16 | 6,4±0,31* |
| II-III ПКМ | 8,2±,37 | 5,6±0,25* | 5,9±0,36 | 6,2±0,28 | 5,0±0,29 | 6,1±0,35 | 5,3±0,19 | 6,6±0,38* |
| КМ+СПКМ | 5,3±,31 | 4,7±0,35 | 5,0±0,22 | 6,4±0,19* | 4,5±0,18 | 5,6±0,27* | 5,2±0,18 | 5,9±0,22* |

Примечания: 1 - ЧСС; 2 - СД; 3 - ДД; 4 - УПР; 5 - СМР; 6 - ОВ; 7 - ПВ; 8 - ОП; 9 - Тр; 10 - С; 11 - А; 12 - Н; а - до занятий; б - после занятий; * / - p < 0,05

слеживается по цикловой динамике теста «САН» (статистически достоверные позитивные изменения в 90% случаев).

У подавляющего большинства обследованных прослеживалась тенденция к стабилизации регулирующих нейровегетативных функций, что проявлялось не только в достоверном снижении величин показателей ЧСС, СД, ДД, медиализации значения ВК по тесту Люшера, но и в характере поведенческих реакций (уменьшение жестикляции, необоснованных перемещений по территории тренажерного центра), особенно четко прослеживаемых у курсантов.

Проведенные исследования подтвердили наличие системного и комплексного характера реагирования оператора на производственные ситуации в процессе решения навигационных задач по управлению судном. Формирование функциональной системы индивидуального типа устойчивой профессиональной операторской деятельности четко проявляется в динамике психофизиологических функций. Их совокупность представляет ряд типичных психофизиологических состояний, отражающих степень готовности к выполнению производственно значимых операций, мобилизации, согласованного и рационального использования профессионально значимых психофизиологических функций, т.е. степени формирования ДПС с минимизацией «цены адаптации» в процессе напряженной операторской деятельности.

Выводы

1. Анализ аварийности на морском флоте свидетельствует о том, что около 80% аварий связано с «человеческим фактором», что выдвигает требование дальнейшего совершенствования профессиональной подготовки судоводителей, важным элементом которой является формирование и регулярное периодическое закрепление навыков по управлению судном на радиолокационных тренажерах.
2. Успешность выполнения учебных задач, как и соответствующих видов операторской деятельности, зависит в значи-

тельной мере от уровня развития профессионально важных качеств оператора, а их актуализация определяется состоянием психофизиологических функций организма.

3. В динамике разового учебного периода (однодневной работы на тренажере) у курсантов и младших помощников капитана (II-III ПКМ) наблюдаются преимущественно изменения состояния высших психических функций, индивидуально-личностных особенностей с выраженной эмоциональной окраской, тогда как у капитанов и их старших помощников (КМ+СПКМ) преобладают сенсомоторные и вегето-сосудистые реакции на учебную нагрузку.
4. Большинство психофизиологических показателей в конце цикла у представителей всех учебных групп достоверно улучшалось, причем степень изменения коррелировала с успешностью обучения (по данным экспертных оценок преподавателей).
5. Комплекс показателей психофизиологических функций, их динамика в процессе цикла занятий на радиолокационном тренажере могут быть использованы как чувствительные и информативные маркеры формирования динамического производственного стереотипа у курсантов морских вузов и закрепления навыков судовождения у операторов судоводительского профиля.

Литература

1. Соснов Є. Аналіз аварійності на морських суднах під прапором України та під іноземним прапором за три квартали 2006 р. // Бюллетень Госфлотинспекції України, 2006. - № 5 (42). - С. 91-96.
2. Мальцев А.С. Маневрирование судов при расхождении. – Одесса: Морской тренажерный центр, 2006. – 212 с.
3. Рекомендации по использованию радиолокационной информации для предупреждения столкновения судов. – М.: В/О «МТИР», 1991. – 72 с.
4. Danton G. The theory and practice of seamanship. – London, 1996. – 522 p.

5. Макаренко Н.В. Психофизиологические функции человека и операторский труд. – К.: Наук. думка, 1991. – 216 с.
6. Психофизиологический профессиональный отбор плавсостава водного транспорта. МВ 7.7.4.-093-02 / Э.М. Псядло, М.И. Вигдорчик, Б.В. Бирон / Под ред. Л.М. Шафрана. – К., 2002. – 29 с.
7. Прохоров А.О. Методики диагностики и измерения психических состояний личности. – М.: ПЕР СЕ, 2004. – 176 с.
8. 15. Лапач С.Н., Чубенко А.В., Бабич П.Н. Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием Excel. – К.: МОРИОН, 2000. – 320
9. Макаренко Н.В. Психофизиологические функции человека и операторский труд. – К.: Наук. думка, 1991. – 216 с.
10. Кальниш В.В. Психофізіологічні системні механізми формування працездатності операторів: Автореф. дис. докт. біол. наук. – К., 1996. – 32 с.
11. Demidova T., Psyadlo E., Pletos I., Antoshina E. Psychoemotional Conditions of Operators and Safety of Navigation // The 7-th Conf. of the Intern. Soc. Travel Med.: Abstracts. – Austria, 2001. – Vol. 1. – P.137.
12. Нехорошкова Ю.В. Влияние процессов профессиональной адаптации на функциональное состояние организма пожарных-спасателей // Акт. пробл. транспорт. мед., 2006. - № 4 (6). – С. 101-109.

Резюме

ДИНАМІКА ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНИХ ФУНКЦІЙ У КУРСАНТІВ І СУДНОВОДІЇВ ПРИ РОЗВ'ЯЗАННІ НАВІГАЦІЙНИХ ЗАДАЧ НА РАДІОЛОКАЦІЙНОМУ ТРЕНАЖЕРІ

Мальцев А.С., Голікова В.В.

Біля 80% аварій на морському флоті пов'язані з впливом «людського фактору» і потребують проведення початкової (в

морському вузі) та послідуючої періодичної підготовки судноводіїв на радіолокаційному тренажері. Наведено результати обстеження динаміки показників психофізіологічних функцій у 57 курсантів і судноводіїв в період занять на радіолокаційному тренажері в Морському тренажерному центрі. Вивчено характер спостережуваних змін на протязі разового робочого періоду та за результатами циклових занять. Показано, що психофізіологічний стан оператора суттєво взаємозв'язаний з виробничо зумовленим навантаженням, його показники корелюють з успішністю діяльності та можуть бути використані як чуттєві маркери формування динамічного виробничого стереотипу у курсантів і закріплення навичок управління судном у капітанів та їх помічників.

Summary

DYNAMICS OF PSYCHOPHYSIOLOGICAL FUNCTIONS AT CADETS AND NAVIGATORS AT THE DECISION OF NAVIGATION TASKS ON THE RADAR-TRACKING SIMULATOR

Maltsev A.S., Golikova V.V.

Up to 80 % of emergent situations on the marine seagoing ships are connected to influence of “ the human factor “ and carrying out initial (in sea high school) and the subsequent periodic training of navigators on radar-tracking simulators demand. Results of psychophysiological function state determination in dynamics at 57 cadets and navigators are made during their training on the radar-tracking simulator in the Marine training center. Character of observable changes during the single working period and on results of a cycle is investigated. It is shown, that psychophysiological state of the operator is essentially interconnected with occupationally caused stress, its parameters correlate with success of training activity and can be used as sensitive markers of the dynamic occupational stereotype formation at cadets and fastenings of navigation skills at captains and mates.

УДК 61:656.13

ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ К СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ МЕДИЦИНСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В АВТОТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ

**Панов Б.В., Зарицкая Л.П., Псядло Э.М., Балабан С.В., Свирский А.А.,
Волошинова Л.П.**

Украинский НИИ медицины транспорта, г.Одесса

Впервые поступила в редакцию 12.10.2006 г. Рекомендована к печати на заседании ученого совета НИИ медицины транспорта (протокол № 7 от 18.11.2006 г.).

Безопасность дорожного движения была и остается одной из актуальных и острейших социальных проблем современной жизни.

Анализ научно-медицинских работ, касающихся проблемы медицинского осмотра водителей, свидетельствует о наличии публикаций лишь единичных исследований, касающихся в основном гигиенических и офтальмоэргометрических вопросов, освещающих воздействие комплекса установленных неблагоприятных факторов на организм водителей автотранспорта, в частности, на зрительную функцию.

Исследователи выделяют перспективные научные направления по изучению вопросов наиболее распространенных по уязвимости у водителей автотранспорта систем, таких как зрение, нервно-мышечная, сердечно-сосудистая, а также направление разработки системы медицинского обеспечения работающих на автотранспорте.

Водители автотранспорта относятся к профессиональной группе, труд которых, связан с воздействием комплекса неблагоприятных факторов.

По данным гигиенических исследований к ним относятся:

- значительное нервно-эмоциональное напряжение, связанное со срочным принятием экстренных решений, прогнозированием ситуации, прогнозированием ситуации, ответственностью за безопасность движения;
- гиподинамия, гипокinezия, часто высокие статические нагрузки в сочета-

нии с шумом, вибрацией, являющихся факторами риска для возникновения заболеваемости сердечно-сосудистой системы;

- влияние загрязнения атмосферного воздуха придорожной зоны (запыленность, загазованность), а у отдельных категорий водителей большегрузного транспорта и загрязнения воздуха рабочей зоны кабины водителей [7, 11].

Вредные факторы труда не только являются основой формирования профпатологии, но и способны запускать патогенетические механизмы развития и прогрессирования общих заболеваний, в первую очередь, сердечно-сосудистых.

Возрастание прессинга негативных средовых факторов как экологического, так и социального характера могут давать разные исходы - от формирования стойкой адаптации до развития патологических состояний, их хронизации, а в крайних случаях и гибели организма. Происходит превращение стресс-реакции из механизма адаптации в механизм повреждения [10, 17, 22].

Клинические и доклинические проявления профессиональной патологии значительно усложнились, поскольку в современных производственных условиях все чаще наблюдается комбинированное комплексное и сочетанное воздействие на организм различных факторов, приводящих к развитию полисиндромной картины заболеваний [4].

На современном этапе одним из приоритетных направлений медицины труда является выявление патогенетичес-

ких основ общих и специфических реакций организма и действие вредных факторов производства, с целью разработки и обоснования критериев и методов, в том числе лабораторных, позволяющих объективно диагностировать профпатологию в преморбидный период, оценивать течение профессиональных и производственно обусловленных заболеваний.

Так, к примеру, работа водителя автотранспорта протекает в широком диапазоне яркостей и контрастов с нередким возникновением слепящих источников света в поле зрения и требует распознавания объектов и цветовых сигналов в условиях пониженной освещенности и контраста, плохой видимости [15, 16].

С.Г.Чернышова [16], давая психофизиологическую характеристику водительского труда, подчеркивает, что эта профессия требует одновременного слежения за реальной, достаточно динамичной обстановкой вне кабины и сложным пультом управления в кабине, быстрой и точной реакции на внезапное появление новых объектов на периферии поля зрения.

Следует отметить, что первое направление - «автомобильная офтальмоэргонномика» определяло, какие зрительные функции наиболее важны для управления автомобилем, каким методом их исследовать и какие отклонения допустимы для водителей. В отличие от этого направления С.Г. Чернышова разработала методику офтальмологического обследования водителей: был создан прибор для ее реализации, включающей такие важные функции как частотно-контрастная характеристика.

Новым в автомобильной эргономике явилась и разработка методов борьбы со зрительным утомлением в рейсе, призванная снизить риск дорожно-транспортных происшествий, связанных со зрением [12, 13].

Возрастание скоростей и маневренности транспортных средств, рост массовости автомобилизма требует новых подходов к качеству профессионального отбора водителей автомобиля и научно обо-

снованных критериев пригодности по функциональным показателям.

Поскольку человек мало приспособлен для работы ночью, когда с уменьшением яркости фона снижаются зрительные функции, чаще всего (до 25% всех дорожно-транспортных происшествий) ДТП совершается в темное время суток [5].

Как показывает мировая статистика вероятность ДТП, особенно тяжелых и со смертельными исходами повышается ночью в 6-8 раз [6].

Количество погибших при ДТП на Украине составляет 13 % от числа погибших от ДТП во всей Европе. Статистические данные приведены в Методических рекомендациях «Медицинское обеспечение безопасности дорожного движения. Организация и порядок проведения предрейсовых и послерейсовых медицинских осмотров водителей транспортных средств» (Киев, 2005). На протяжении 1994-2003 г.г. количество пострадавших от автотранспорта составляло на Украине 445 тыс. чел., из которых 65 тыс. чел. погибли.

Несмотря на то, что уже разработаны нормативные показатели никтометрии и чувствительности к ослеплению, **при медицинском осмотре кандидатов водители и водителей эти показатели не учитываются; лабораторные тесты исследования цветоощущения по таблицам часто не соответствуют реальным особенностям** дорожной обстановки. Критерии пригодности по состоянию органа зрения сильно варьируют в разных странах.

Так, в большинстве стран состояние рефракции вообще не учитывается, поскольку основным критерием является допустимая острота зрения с коррекцией [26]. В США, к примеру, требования к зрению водителей различны в разных штатах, а в некоторых из них разрешено вождение автомобилей слабовидящим водителям с коррекцией телескопическими очками [25, 26].

Состояние бинокулярного зрения

водителей автотранспорта в одних странах вообще не учитывается, в других критерии по этой функции немотивированно завышены [26].

На сегодня приборная база для исследования зрительных функций не соответствует задачам врачебно-транспортной экспертизы. Во всех странах мира методы исследования зрения при профессиональном отборе остаются такими же, как и для диагностики заболеваний глаз:

- определение остроты зрения по оттипам при стандартной освещенности; исследование цветоощущения по спектральным или пигментным методикам (в некоторых странах по цветосигнальным огням);
- исследование полей зрения на периметре, иногда к ним добавляется определение стереозрения.

Таким образом, критерии пригодности к управлению автотранспортом с точки зрения офтальмологического обследования водителей требуют дальнейшей научной разработки и внедрения их в практику, поскольку наблюдаются следующие отрицательные последствия при их профессиональном отборе:

- неоправданно высокая частота отказа в выдаче профессиональных и любительских прав на управление автотранспортом физически здоровым лицам трудоспособного возраста;
- недифференцированный допуск к управлению автотранспортом лиц, имеющих некоторые дефекты зрения, что может приводить к увеличению ДТП (особенно в ночное время) и дорожного травматизма [15].

В современных условиях экономического и социального развития самостоятельного государства Украины, финансирование фундаментальных разработок в области медицины и, в частности, лечебно-профилактического направления осуществляется недостаточно.

Это касается, прежде всего, методов функциональных исследований, по-

зволяющих проводить раннюю диагностику различных заболеваний.

Приборная база для исследования зрительных функций не соответствует задачам врачебно- трудовой экспертизы, многие приборы на Украине вообще не выпускаются.

Оптимизация медицинского обеспечения деятельности автотранспортной отрасли связана с решением ряда проблемных вопросов: правовые основы психологического и психофизиологического отбора слабо разработаны, отсутствуют стандартизированные методики по этой проблеме.

Недостаточно изучены вопросы о механизме формирования болевого синдрома при профессиональных вертеброгенных заболеваниях, который развивается при длительном воздействии физического перенапряжения скелетно-мышечной системы, преимущественно с локализацией в пояснично-крестцовой области [3, 14, 18, 17, 23, 28].

Т.С. Михалева [9], изучая условия формирования и течения основных клинических синдромов с алгическими проявлениями при профессиональной вертеброгенной патологии пояснично-крестцового уровня у водителей большегрузных машин, находит у лиц в возрасте старше 40 лет при стаже 20-24 года их частоту встречаемости в 39,1% случаев, а при стаже 25-29 лет - в 41,3% случаев.

Определяющими факторами риска развития профессиональной вертеброгенной патологии пояснично-крестцового уровня являются показатели тяжести трудового процесса.

До настоящего времени слабо изучены вопросы :

- частоты артериальных гипертензий у водителей автотранспорта при массовом измерении артериального давления при периодических медицинских осмотрах.
- нет сравнительных данных течения гипертонической болезни у водителей мужчин и женщин.

- как часто встречаются выраженные формы гипертонической болезни и регистрируется острый инфаркт миокарда в водительской среде?
- увеличивается ли с ростом стажа вождения артериальная гипертензия в одних и тех же возрастных группах?
- специфика развития реактивного состояния после ДТП и приводит ли оно к утрате трудоспособности;
- какое место в структуре заболеваемости с временной нетрудоспособностью занимают болезни системы кровообращения?

Основным механизмом медицинского профессионального отбора по-прежнему остаются предварительные и периодические медицинские осмотры, относящиеся к части системы диспансеризации работающего населения.

Главными недостатками в профессиональном отборе водителей автотранспорта в различных странах, на наш взгляд, являются:

- несоответствие методов исследования зрительных функций водителей транспорта особенностям их трудовой деятельности;
- отсутствие научного обоснования критериев пригодности по функциональным показателям к управлению автотранспортом.

Существующие отрицательные последствия профессионального отбора водителей автотранспорта (неоправданно высокая частота отказа в выдаче прав на управление автотранспортом физически здоровым лицам трудоспособного возраста, недифференцированный допуск к управлению автотранспортом лиц, имеющих некоторые дефекты зрения и др.) могут способствовать как росту дорожно-транспортных происшествий (особенно в ночное время), так и социальным негативным явлениям в обществе.

Анализ действующих требований к медицинским комиссиям по осмотру водителей автотранспорта.

В настоящее время медицинские осмотры водителей и кандидатов водителей, т.е. предварительные и периодические осмотры осуществляются согласно требованиям "Положения о медицинском осмотре кандидатов в водители и водителей транспортных средств", утвержденного совместным приказом МЗ и МВД Украины № 124/345 от 05.06.2000г. Медицинские противопоказания к вождению мото- и автотранспорта изложены в "Перечне заболеваний и расстройств, при которых лицо не может быть допущено к управлению соответствующим транспортным средством", который утвержден приказом МЗУ № 299 от 24.12.1999г. Постановления Кабинета Министров Украины №1238 от 06.11.1997г. "Об обязательном профилактическом наркологическом осмотре и порядке его проведения" и № 1465 от 27.09.2000г. "Про затвердження Порядку проведення обов'язкових попередніх та періодичних психіатричних оглядів і переліку медичних психіатричних протипоказань щодо виконання окремих видів діяльності (робіт, професій, служби), що можуть становити безпосередню небезпеку для особи, яка провадить цю діяльність, або оточуючих".

Кроме этого, существует ряд нормативных документов, которые предписывают определенные исследования для лиц, профессионально работающих на транспорте (кандидатов и водителей): совместный приказ МЗ и Госкомнадзора Украины № 263/121 от 23.09.1994г. "Про затвердження Переліку робіт, де є потреба у професійному доборі", Приложение 1 к приказу МЗ СССР №555 от 29.09.1989г. "Об усовершенствовании системы медицинских осмотров работников и водителей индивидуальных транспортных средств" (определяет объемы обследования в зависимости от вредных факторов рабочего места).

Достаточно большой объем нормативных документов приводит к тому, что большинство медицинских комиссий в своей повседневной работе знают и используют лишь два из них: "Положение о

медицинском осмотре кандидатов в водители и водителей транспортных средств”, утверждено совместным приказом МЗ и МВД Украины № 124/345 от 05.06.2000г. Медицинские противопоказания к вождению мото- и автотранспорта изложены в “Перечне заболеваний и расстройств, при которых лицо не может быть допущено к управлению соответствующим транспортным средством”, который утвержден приказом МЗУ № 299 от 24.12.1999г. Кроме этого, в Положении о медицинском осмотре кандидатов в водители и водителей транспортных средств не указана необходимость применять все отмеченные выше нормативные документы, хотя в каждом из них есть упоминания о водителях.

Так, из 48 медицинских комиссий, функционирующих в Одесской области и городе Одессе, лишь две из них выполняют осмотры водителей согласно всем действующим нормативам – медицинская комиссия Украинского НИИ медицины транспорта и МСЧ КП “Одесгорэлектротранс” или 4,2% всех медицинских комиссий региона. Аналогично обстоят дела по Украине в целом: 90-96% медицинских комиссий не учитывают при осмотрах столь важные факторы, как условия труда водителя и психофизиологические качества индивидуально каждого осмотренного.

Наркологическая сертификация, регламентированная Постановлением Кабинета Министров Украины №1238 от 06.11.1997г. “ Об обязательном профилактическом наркологическом осмотре и порядке его проведения” преследуя благие цели, также далеко не всегда отвечает реальным задачам – не допустить за руль наркомана или алкоголика. Методика наркологического осмотра в рамках сертификации требует серьезной корректировки.

Отдельно следует остановиться на определении психофизиологической пригодности к управлению автотранспортом, надежности водителя. Анализ работы медицинских комиссий региона свиде-

тельствует о том, что лишь, 4.2% комиссий применяют психофизиологическое тестирование при проведении осмотров водителей и кандидатов, в то же время количество лиц, которым по их психофизиологическим параметрам не рекомендуется заниматься операторским трудом, в т.ч. водительским, составляет от 5 до 10% от всех осмотренных лиц (собственные данные профессора Э.М.Псядло, 2006 г.).

Сама процедура медицинского осмотра, регламентированная совместным приказом МЗУ и МВД №124/345 от 05.06.2000г. содержит не обоснованно большой объем исследований: общий анализ крови и мочи, определение группы крови и резус-фактора. Эти данные никак не отражаются на профессионально значимых качествах водителя и в то же время удорожают стоимость медицинского осмотра. Анализ работы комиссий показывает, что лишь около 16% медицинских комиссий реально выполняют эти исследования, а количество лиц, которым по результатам исследования крови и мочи было отказано в получении справки о пригодности к управлению транспортным средством вообще составляет нулевую величину. Указание на необходимость указывать в медицинской справке группу крови и резус фактор было рассчитано на тот случай, если бы справка должна была находиться у водителя наряду с документами на право вождения автотранспорта. Но такого требования в законодательной базе нет. Кроме этого, при любой ситуации, требующей переливания крови, существует непреложное правило – проверить группу и резус-фактор у донора и реципиента, не ориентируясь на указание в имеющихся документах (паспорт, водительская справка и т.п.). Что касается проверки крови на сахар, то это исследование также не следует считать обязательным при медицинском осмотре, так как существующая возможность коррекции диабетических нарушений в настоящее время позволяет людям, страдающим сахарным диабетом, управлять

транспортными средствами на высоком безопасном уровне.

Анализ результатов медицинских осмотров водителей в Одесской области показывает, что из всех обратившихся в комиссию для осмотра, лишь 5% лиц признается непригодными к управлению транспортными средствами, причем чаще всего непригодными признавались лица, страдающие заболеваниями сердечно-сосудистой системы – в 50% случаев и органа зрения – в 25%. Полученный фактический материал по результатам наших исследований требует дальнейшей обработки и анализа, это позволит оптимизировать существующий Перечень медицинских противопоказаний к управлению мото- и автотранспортом.

Состав медицинской комиссии, которая проводит медицинский осмотр водителей позволяет полноценно осмотреть кандидата или водителя, но врачи комиссии, чтобы осуществлять профилактику профессиональных заболеваний у водителей должны знать вопросы медицины труда. Существующая система формирования медицинских комиссий такого требования не содержит. Из 48 комиссий Одесского региона лишь две комиссии в своем составе имеют врачей, подготовленных по медицине труда: МСЧ КП “ОГЭТ” и Украинский НИИ медицины транспорта. Аналогична ситуация по Украине в целом.

Важной проблемой медицинских осмотров водителей и кандидатов в водители является преемственность осмотров. Существующая сегодня система осмотров не предусматривает какого либо закрепления водительских составов за определенными комиссиями, что, по нашим данным в 75% случаев, приводит к тому, что каждый раз практически три четверти водителей при осмотрах попадают в новую для них комиссию и врачи видят контингент каждый раз новый. Это, безусловно, снижает качество осмотра, возможность наблюдать динамику состояния здоровья водителя, осуществлять профилактические меры. Объективной

реальностью нашего времени являются базы данных на электронных носителях. Создание региональных баз данных по результатам осмотра водителей и кандидатов существенно смогло бы повысить преемственность в осмотрах, поднять профилактику в водительской среде на должный уровень.

Как уже отмечалось выше, существенный вклад в безопасность движения, повышение трудоспособности и надежности водителей можно достичь за счет полноценного психофизиологического отбора и, главное, применяя систему тренингов и обучения, можно развить и поднять профессионально важные качества у кандидатов и водителей.

Контроль и оценка функционального состояния водителя

Комплексность обследования - необходимое условие для того, чтобы достоверно и полно отобразить уровень работоспособности и надежности водителя, охватить все его стороны одновременно, в их взаимосвязи. При интегрированном, комплексном подходе к освидетельствованию водителей руководствовались следующими критериями: общим состоянием здоровья (уровень *организма*); психофизиологическими (уровень *индивида*) и психологическими качествами (уровень *личности*) водителя.

Междисциплинарный подход к сложным явлениям и проблемам значительно расширяет возможности исследования, позволяет проводить многоаспектный анализ. При этом необходим отказ от абсолютизации значения отдельных психометрических оценок и утверждение в качестве обязательного комплексного (“батарейного”) подхода, основанного на применении различных по своей направленности методик. Использование батареи методик при диагностировании типологических особенностей субъекта побуждают два обстоятельства: разнообразие проявлений одной и той же типологической особенности и недостаточная монометричность методик. Б.М.Теплов писал: “Опыт работы привел к твердому

убеждению в том, что нельзя строить определение любого из свойств НС на основании какой-либо одной методики, сколь бы объективна, надежна и физиологические ясна она ни была.

Контроль – позволяет определить ту психофизиологическую “цену”, с помощью которой достигаются результаты деятельности по управлению автотранспортом;

- какими затратами внутренней энергии водитель достигает позитивных результатов;
- прогнозировать наступление нежелательных состояний, вызывающих снижение эффективности и надежности деятельности водителя;
- предпринимать необходимые меры по предотвращению этих состояний и развитию состояний переутомления и перенапряжения;
- решать задачи сохранения и укрепления здоровья и гармонического развития личности.

Требования к методам/система контроля:

- высокая информативность и достоверность;
- малая инерционность (результаты контроля должны получаться в реальном/ истинном масштабе времени);
- простота реализации;
- непрерывность контроля;
- отсутствие помех в работе водителя.

Биохимические показатели дают информацию о степени напряжения водителя, возникновение стресс-состояний.

Физиологические - характеризуют степень напряженности организма, но не всегда позволяют определить работоспособность водителя, а тем более прогнозировать ее изменение.

Психологические – более тесно коррелируют с результатами труда, чем физиологические, связаны с регулирующей функцией в деятельности.

Психофизиологические - раскрывают связи физиологических процессов в

организме с внешними проявлениями психического;

Нейропсихологические - связи между особенностями функционирования нейронных ансамблей и психическими свойствами.

Виды медико-психологического освидетельствования водителей.

Предварительное психофизиологическое обследование проводится при устройстве на работу после выводов медицинской комиссии о профпригодности по состоянию здоровья и при отсутствии клинических противопоказаний выполнять соответствующий вид деятельности, с вязанный с управлением тем или иным типов транспортного средства. К психофизиологическим противопоказаниям относятся состояния психофизиологических функций, уровень которых не соответствует критериям, отдельно утвержденным для каждой профессиональной категории. По результатам предварительного медико-психологического обследования готовится заключение о пригодности к выполнению профессиональной деятельности.

Периодическое психофизиологическое обследование проводится один раз в 1-2 года с целью контроля состояния профессионально значимых функций относительно возрастных изменений и успешности профессиональной адаптации.

Предрейсовое обследование проводится непосредственно перед выездом на линию на предприятии медицинским персоналом (средним).

Особое внимание во время предрейсового осмотра следует уделить выявлению объективных и субъективных проявлений:

— перенесенного накануне стресса любого генеза (стихийные события, острые и хронические реактивные состояния, невротические и патохарактерологические реакции, неврозы, неврозоподобные расстройства при хронических заболеваниях (гипертоническая бо-

Таблица 1.

Методики и показатели функционального состояния и уровня работоспособности водителей транспортных средств

| Методика, показатель | Среднегрупповой норматив | Примечание |
|---|---|---|
| <i>Предварительное медико-психологическое освидетельствование</i> | | |
| Тест ММРІ - Миннесотский много-профильный опросник личности | Отдельные шкалы не должны превышать 75-Т-баллов | СМОЛ - сокращенный вариант "Мини-мульти" |
| Батарея тестов АКС "Мортест" | В соответствие с критериальными нормами | Компьютерная батарея тестов |
| Hand-тест (тест руки) | Уровень агрессивности не более 4 баллов | Проективная методика |
| Оценка БАВ - биологически активного возраста | Не должен превышать 10-12 лет. | Интегральная оценка комплекса физиологических показателей |
| <i>Периодическое медико-психологическое освидетельствование</i> | | |
| Батарея тестов АКС "Мортест-Экспресс" | В соответствие с критериальными нормами | Сокращенная компьютерная батарея тестов |
| Оценка БАВ - биологически активного возраста | Не должен превышать 10-12 лет | Интегральная оценка комплекса физиологических показателей |
| МЦВ Люшера - характеристика актуального психоэмоционального состояния (сокращенный) | Основные цвета на первых 5-ти позициях | Попарный вариант тестирования |
| Тест "Дерево" Коха | Нормативное изображение и расположение рисунка | Проективная методика исследования личности |
| <i>Предрейсовое медико-психологическое освидетельствование</i> | | |
| Артериальное давление крови, мм.рт.ст. | | |
| Проба Ромберга-3 | Не менее 7-8 секунд | Вестибулярная устойчивость |
| Таблицы Шульте для оценки основных характеристик внимания | Время выполнения и кол-во ошибок не превышают нормативных величин | Модифицированный вариант и таблица Шульте-Горбова |
| МЦВ Люшера - характеристика актуального психоэмоционального состояния (сокращенный) | Основные цвета на первых 5-ти позициях | 8-цветный или попарный вариант тестирования |
| КЧСМ - критическая частота слияния мельканий | Не менее 34 Гц в обоих глазах | В соответствие с индивидуальной нормой |

лезнь, сердечно-сосудистые заболевания, вегето-сосудистая дистония и др.);

— исключительного состояния и других кратковременных расстройств

психической деятельности (патологическое опьянение, патологический аффект, сумеречное состояние сознания, реакции "короткого замыкания");

Таблица 2

Перечень методик, используемых для проведения медико-психологического освидетельствования водителей от вида обследования

| Методика | Виды обследования | | | | Время обследования, мин |
|---------------------|-------------------|-----------------|--------------|--------------------|-------------------------|
| | Периодический | Предварительный | Предрейсовый | Углублен. эксперт. | |
| Психоанамнез | + | ++ | + | +++ | 5 |
| ММРІ | СМОЛ | ММИЛ | - | СМИЛ | 60 |
| Сонди | + | + | - | +++ | 6 |
| Люшера | + | ++ | + | +++ | 4 |
| ЦТО | * | + | - | +++ | 1 |
| «Мортест» | + | + | - | +++ | 18 |
| Шульте-Платонова | + | + | ++ | +++ | 5 |
| Кольца Ландольта | -- | -- | * | ++ | 6 |
| ЖЕЛ | + | + | - | + | 1 |
| Проба Генчи | + | + | - | + | 1 |
| Проба Мартине | -- | -- | - | * | 3 |
| Сила кисти | + | + | - | * | 1 |
| Становая сила | -- | -- | - | * | 1 |
| Проба Ромберга | + | + | + | * | 5 |
| «Дерево» Коха | -- | -- | * | ДДЧ | 3 |
| Никтоскоп | -- | + | * | * | 5 |
| КЧСМ | -- | + | * | * | 3 |
| Hand-тест (Вагнера) | -- | -- | - | * | 8 |
| Время обследования | 45 мин | 105 мин | 135 мин | 180 мин | |

Примечание: - методика не используется; + используется обязательно;

++ применяется n-кратно (в полном или расширенном объеме);

* - используется выборочно.

- перенесенных черепно-мозговых травм или острых заболеваний;
- перенесенных серьезных психоэмоциональных инцидентов;
- неадекватного поведения в экстремальных, аварийных ситуациях;
- немотивированного отказа от выполнения служебных обязанностей;
- случаев антисоциальных, делинквентных поступков и затянувшиеся алкогольные эксцессы;
- суицидальных высказываний и их попыток.

В 2005-2006 гг. Украинским НИИ медицины транспорта выполнено психофизиологическое тестирование более 500 водителей различных транспортных средств, как проходящих периодический медицинский осмотр, так и предварительный. Результаты свидетельствуют о том, что до 10-12% лиц, планирующих управлять транспортными средствами, по своим психофизиологическим показате-

лям имеют низкую профессиональную надежность, у них высок риск принятия неверных решений, следовательно, они имеют высокий риск аварийности.

Таким образом, очевидна значимость исследования психофизиологических функций на всех этапах медицинского освидетельствования и совершенствование методики такого осмотра при дальнейших исследованиях.

Выводы:

1. Существующая система медицинского осмотра кандидатов в водители и водителей транспортных средств, требует серьезной переработки и унификации требований различных действующих на Украине нормативных документов, определяющих критерии здоровья и пригодность операторов транспортных средств к своей деятельности.
2. Для обеспечения профилактической направленности медицинских осмотров

ров операторов транспортных средств необходимо соблюдение принципа преемственности работы медицинских комиссий по осмотру водителей. Существенную помощь в обеспечении преемственности может оказать единая компьютерная база данных медицинских осмотров кандидатов в водители и водителей транспортных средств.

3. С целью повышения качества и обеспечения профилактической направленности работы врачей медицинских комиссий по осмотру кандидатов в водители и водителей, необходимо создание системы обучения и переподготовки врачей комиссий вопросам медицины труда/профпатологии у транспортников.
4. Объективная реальность сегодняшнего дня требует введения в состав врачебной комиссии по осмотру водителей врача-психолога.
5. Необходимо исключить из перечня необходимых исследований кандидатов в водители и водителей транспорта такие исследования как: общий анализ крови, общий анализ мочи, определение группы крови и резус-фактора.
6. Необходимо оптимизировать систему наркологического осмотра кандидатов в водители и водителей транспорта.
7. Необходимо разработать и утвердить методические указания по психофизиологическому тестированию кандидатов в водители и водителей транспорта.
8. На основе анализа результатов "выбракровки" водителей по результатам медосмотров, целесообразно провести исследования по оптимизации перечня медицинских противопоказаний к управлению транспортом, сделав основной упор на офтальмоэргономику и тщательное исследование сердечно-сосудистой системы.

Литература

1. Власов В.В. Реакция организма на внешние воздействия: общие закономерности развития и методические проблемы исследования. - Иркутск. - 1994.
2. Газенко О.Г., Меерсон Ф.З. Физиология адаптационных процессов. М.: Наука, 1986.
3. Измеров Н.Ф., Тарасова Л.А. // Врач. дело - 1999. - №8. - с. 34-37.
4. Измеров Н.Ф. // Мед. труда и пром. экология. - 2002. - №1. с. 1-7.
5. Левитин К.М. Безопасность движения автомобиля в условиях ограниченной видимости. - М. Транспорт. 1986.
6. Лобанов Е.М. Проектирование дорог и организация движения с учетом психофизиологии водителя. - М.: Транспорт. - 1980.
7. Мамчик Н.П., Каменева О.В. Комплексная гигиеническая оценка условий труда водителей. /Медицина труда и промышленная экология. - 2002. -№ 7. -с. 16-18.
8. Миглиорино Д. Зрение водителей и безопасность // В Сб. научн. работ МНИИ глазных болезней им. Гельмгольца» Офтальмоэргономика». - М., 1976. -с. 61-67.
9. Михалева Г.С. Условия формирования и течения основных клинических синдромов с алгическими проявлениями при профессиональной вертеброгенной патологии пояснично-крестцового уровня // Мед.тр. и пром. Экол. - 2005. - № 6. -с. 23-27.
10. Панин Л.Е. Биохимические механизмы стресса. - Новосибирск: Наука, 1983.
11. Ретнев В.М. В кн. Гигиена труда водителей пассажирского городского транспорта. - М. - Медицина, 1979. - с. 50-57.
12. Розенблюм Ю.С., Чернышова С.Г. // В тезисах докладов международного симпозиума « Автодорожная медицина». - Нижний Новгород. - 1991. -

- с.88.
13. Розенблюм Ю.З., Фейгин А.А., Корнюшина Т.А.. Пути развития офтальмоэргономики. Медицина труда и пром.экология, 2006.- №6.- с.1-5.
 14. Тарасова Л.А., Лагутина Г.Н., Комлева Л.Н. Производственно обусловленные вертебрологические заболевания: Рук-во для врачей. Проф.заболевания Т2. Под ред. Акад. РАМН Н.Ф. Измерова. - М.: Медицина, 1996. - с. 452-460.
 15. Чернышова С.Г. Актуальные проблемы офтальмологической экспертизы водителей автотранспорта. - 2002. - № 6. - с. 25-29.
 16. Чернышова С.Г. // В кн.: Материалы 3-й Всесоюзной конференции по автотранспортной медицине. - Горький, 1989. - с. 168-170.
 17. Chardonnet V. // Eurobiologiste. - 1999. - Vol.33., N 241. - P. 5-9.
 18. Bolay H., Moscowitz A. // Neurology. - 2002. - Vol. - 59, N5 (suppl. 2). - P 2-7.
 19. Bovenzi M. // Seminars in Perinatology. - 1996. - Vol. 20.- P. 38-53.
 20. Bruchmuller G.O.// Z.Militar. med. - 1984 - B.25, N 3.-S. 107-109.
 21. Gramberg- Danielsen B. / Z.Verkehrssicherh. - 1986. - B.32, N 1. - S.47-52.
 22. Horowitz M.V. Stresresponse Syndromes. - N.-V.: Froson Inc., 1976.
 23. Hedin A., Lovsund P. // In: VII Intern.Visual Field Symposium (Amsterdam, Sept.1986). - Dordrecht, 1987. - p. 541-543.
 24. Johanning E. / J. Sound Vibration. - 1998. - N4. - P. 629-624.
 25. Park W.C., Unatin J., Park J.M. // J.Amer.Optom.Assoc. - 1995. - Vol. 66, N5.-P. 274-280.
 26. Piu Seurezza Sulle Strade Con Miglion Controlli Visivi // Ottica Italia. - 1987.-N9. - P. 88-103.
 27. Politzer M.R. // J.Amer.Optom.Assoc. - 1995. - Vol. 66, N 1. - P. 18-24.
 28. Szlyk J. Pizziment C., Fishman G. et al / Arch. Ophthalmol. - 1995. -Vol. 113, N 8. - P. 1033-1040.
 29. Woolf C., Mannion R. // Lancet. - 1999. - P 59-64.

Резюме

ОБГРУНТОВУВАННЯ МЕТОДИЧНИХ ПІДХОДІВ ДО УДОСКОНАЛЕННЯ МЕДИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ В АВТОТРАНСПОРТНІЙ ГАЛУЗІ

Панов Б.В., Зарицкая Л.П., Псядло Э.М., Балабан С.В., Свирский А.А., Волошинова Л.П.

Існуюча система медичного огляду кандидатів у водії і водіїв транспортних засобів, вимагає серйозної переробки і уніфікації вимог різних діючих на Україні нормативних документів, що визначають критерії здоров'я і придатність операторів транспортних засобів до своєї діяльності. З метою підвищення якості і забезпечення профілактичної спрямованості роботи лікарів медичних комісій по огляду кандидатів у водії і водіїв, необхідне створення системи навчання і перепідготовки лікарів комісій питанням медицини праці/профпатології у транспортників. Об'єктивна реальність сьогоденного дня вимагає введення до складу лікарської комісії по огляду водіїв врача-психофізіолога. Необхідно виключити з переліку необхідних досліджень кандидатів у водії і водіїв транспорту такі дослідження як: загальний аналіз крові, загальний аналіз сечі, визначення групи крові і резус-фактору і оптимізувати систему наркологічного огляду кандидатів у водії і водіїв транспорту. На основі аналізу результатів "вибраковування" водіїв за наслідками медоглядів, доцільно провести дослідження по оптимізації переліку медичних протипоказань до управління транспортом, зробивши основний упор на офтальмоергономіку і ретельне дослідження серцево-судинної системи.

Summary

DEVELOPMENT OF THE SYSTEM OF MEDICAL PROVIDING ACTIVITY OF MOTOR TRANSPORT

Panov B., Zaritskaya L., Psiadlo E., Svirski F., Balaban S., Voloshinova L.

The analysis of data of literature shows that questions of the medical providing workings on a motor transport little studied.

To the present tense legal frameworks of psychological selection of drivers of motor transport are fully absent, it is not enough questions are studied about the mechanism of fight against a visual fatigue in a trip and road traffic accident-related to him .

Further research and optimization is required by the medical criteria of admitting to the management a motor transport.

There is unjustified high-frequency of

refusal to delivery of professional and amateur rights to the management a motor transport physically to the healthy persons of able to work age.

It is not enough questions are studied about the mechanism of forming of pain syndrome at professional diseases of vertebral column at the drivers of motor transport.

Information is absent about frequency at them to morbidity of organs of circulation of blood and the systematized information about medical reasons of road traffic accident in the different regions of Ukraine.

The questions of attestation of workplaces which can act meaningful part in the control occupational take a health system workings on a motor transport are examined.

УДК 658.567:595

К ВОПРОСУ УТИЛИЗАЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ БИОКОНВЕРСИИ НА ТРАНСПОРТЕ

Сиденко В.П.* , Гоженко А.И.* , Кузнецов А.В.* , Пономаренко А.Н. , Приказюк А.Н.*****

**Украинский НИИ медицины транспорта, Одесса*

***Министерство здравоохранения Украины, Киев*

****Областная санитарно-эпидемиологическая станция, Одесса*

Впервые поступила в редакцию 19.10.2006 г. Рекомендована к печати на заседании ученого совета НИИ медицины транспорта (протокол № 7 от 18.11.2006 г.).

Проблемы переработки органических отходов является одной из актуальных, поскольку продолжающееся накопление промышленных, бытовых и сельскохозяйственных загрязнений, чуждых биосфере и не вписывающихся в естественный биологический круговорот, приводит к загрязнению воздуха, воды, земли и отрицательно сказывается на здоровье человека.

По материалам анализа многолетних исследований сформулирована экологическая концепция антропогенного

влияния отходов на природные объекты. Регламентированы, при этом, источники загрязнения, систематизированы факторы контаминирования, а также дифференцированы, опосредованно, пути воздействия на природную среду и организм человека. Приоритетными загрязнителями окружающей среды, оказались объемные сбросы в прибрежные воды ила городских станций сточных вод биологической очистки сточных вод, подрывающее самоочистительную способность (1,2,3).

В связи с необходимостью сокращения выбросов в водоём, нами регламентирован проект вермикомпостированию иловых осадков станции биологической очистки городских стоков и утилизации твёрдых органических отходов на транспорте.

Вермикультура (от лат. Vermis – червь) использование дождевых червей для переработки органических отходов и повышения плодородия почв - является одним из перспективных направлений биотехнологии. В настоящее время преобладающей тенденцией является использование красного калифорнийского червя - выведенной селекционным путем линии навозного червя, которая отличается значительной плодовитостью (1), утратой инстинкта покидания своего местообитания при неблагоприятных условиях среды (2), высокой степенью адаптации к переработке специфических видов отходов (3). Применение вермикомпостирования отходов позволяет при достаточном количестве питательной среды (компоста) и создания заданных параметров микроклимата ежемесячно удваивать количество живой биомассы. В процессе переработки червями 1 тонны компоста образуется 600 кг сухих гумусных удобрений (25-40% биогумуса), содержащих все необходимые для развития растений макро- и микроэлементы, и 100 кг биомассы, в состав которой входит порядка 60% полноценного высокоусваиваемого белка (тогда, как в одной растительной кормовой единице переваримого белка лишь 8-10%) (4).

Новая технология переработки отходов получила название вермикомпостирования, а получаемый компост вермикомпост. Для обозначения такого компоста употребляют и другие термины - «биогумус», «гумус червей», просто «гумус» (5).

Вермикомпостирование основано на способности червей поглощать в процессе своей жизнедеятельности растительные остатки и почву. В организме червей они измельчаются, химически трансформируются, обогащаются некоторыми питательными элементами, ферментами и микроорганизмами. Вермикомпост - это

продукт, получаемый из органических отходов, подвергнутых физико-химической, биохимической и микробиологической трансформации в кишечнике дождевых червей (6).

Настоящий проект ставит своей задачей производство экологически чистого биогумуса из иловых осадков станций биологической городских стоков, органических отходов на транспорте. Актуальность данной проблемы для Украины несомненна, ибо суммарное количество этих отходов составляет порядка 4 млн. тонн, а технологии, приемлемые в эколого-гигиеническом, технологическом и экономическом плане, отсутствуют.

Учитывая, что одним из наиболее значимых антропогенных загрязнителей осадков сточных вод являются тяжелые металлы, мы уделили особое внимание этому аспекту проблемы.

Американские специалисты, анализируя многочисленные исследования, пришли к выводу об отсутствии опасности этого загрязнения для червей (они сопоставили имеющиеся данные о фактическом уровне загрязнения осадков с величинами пороговых концентрации для червей). Они считают, что загрязнение осадков тяжелыми металлами не является помехой для использования червей в качестве организмов-трансформаторов этих отходов.

Вместе с тем, тяжелые металлы могут накапливаться в организме червей (4, 5).

Объектами изучения являлись органические отходы илов хозяйственно-бытовых сточных вод станций биологической очистки и транспортных средств.

Методы исследования – биологический, технологический, аналитический (1-3).

Результаты и их обсуждение. Проведенные исследования свидетельствуют о том, что черви изымают из субстрата и аккумулируют в своем теле такие тяжелые металлы, как свинец, кадмий, медь, цинк. Так, за один месяц утилизации червями илов, уровень тяжелых металлов снижает-

ся в среднем: свинца - на 17%, кадмия - на 95%, меди - на 37%, цинка - на 19%; 3-месячное вермикомпостирование илов приводит к снижению содержания этих элементов в 2-3 раза и получаемый при этом продукт соответствует требованиям, предъявляемым к компосту. При концентрациях тяжелых металлов, выше ПДК, последние не задействуются в обмене веществ червей и накапливаются в репродуктивных органах, которые богаты протеинами с сульфгидрильными, карбоксильными, др. группами, обладающими способностью активно связывать металл. По нашим наблюдениям, металлы оказывают стимулирующее влияние на рост особей червя, масса которых в 2-3 раза больше по сравнению с экземплярами, культивируемыми на традиционном компосте (навозе).

Анализ изменения патогенной микрофлоры илов (сальмонелла, золотистый стафилококк, клостридии, кишечная палочка) свидетельствует о том, что с помощью вермикомпостирования удается частично снизить содержание этих микроорганизмов без специальной стерилизации.

Продукт, получаемый в процессе переработки илов червями содержит: 18-30% гумуса, 1-1,5% общего азота, 2-5,7% общего фосфора, 3-0,5% калия, рН составляет 7-7,5, что указывает на возможность использования его в качестве удобрения.

В биогумусе аккумулировано большое количество макро- и микроэлементов в доступной для растений форме, а также почти все аминокислоты, ферменты, природные антибиотики, витамины, стимуляторы роста растений. Биогумус содержит биологически активные вещества (в кубометре биогумуса их больше, чем в 7 га почвы), которые снимают стресс у растений, значительно ускоряют приживаемость, повышают их устойчивость к заболеваниям, ускоряют вегетацию, увеличивают урожайность на 30 - 70 %.

Биогумус по содержанию гумуса, определяющего плодородие почв, превосходит другие органические удобрения в 15 - 20 раз, богаче усвояемым калием -

в 10 - 11 раз, фосфором - в 7 раз, кальцием и магнием - в 2 раза, обогащен минерализованным азотом, который непосредственно усваивается растениями. Биогумус содержит большое количество полезной микрофлоры (0,8 - 2,0 млрд. кл/1 г субстрата), вместе с тем, в нем отсутствуют патогенные микроорганизмы и семена сорных растений.

Согласно данным Одесского отделения Украинского Государственного Фонда поддержки крестьянских (фермерских) хозяйств 90% таковых в Одесской области занимаются растениеводством и испытывают острую потребность в биогумусе, поскольку высокие цены на обычные удобрения привели к невозможности их использования в полном объеме для повышения урожайности и восстановления плодородия почвы. Констатировано неуклонное повсеместное снижение урожайности практически всех культур. В связи с этим, по мнению руководства Фонда, применение гумусных удобрений является одним из наиболее приемлемых решений в плане восстановления урожайности культур и плодородия почвы.

Решением данной проблемы может достигаться внедрением на местах современных экологических способов утилизации отходов. Наиболее целесообразным, в этой связи, является переработка органических отходов, основанная на их биоконверсии с помощью вермикультуры - производственными дождевыми червями [5]. Для этих целей культивируют специально выведенный калифорнийский гибрид красного червя аннемид-гермафродит. Взрослая особь достигает в длину 8-9 см, в диаметре - 3-5 мм, живет до 16 лет ("дикий" - 4 года); температура тела 19 - 20°C, масса взрослой особи 0,8-1 грамм, питается посредством губового беззубого отверстия, которым всасывает пищу. Кормом могут служить различные субстанции органического происхождения, например, навоз животного происхождения, отходы мясокомбинатов, рыбоперерабатывающей, целлюлозной промышленности, овощей и фруктов, бумага, картон, опилки, осадки городских и производ-

ственных очистных станций. Вермикультура отличается плодовитостью; в оптимальных условиях самки откладывают капсулу с яйцами (от 2 до 20), в пределах 14-20 дней появляется молодое поколение. Новорожденные черви достигают половой зрелости на 9 сутки. Производительность составляет до 1,5 тысяч особей в год. Для нормальной жизнедеятельности черви нуждаются в определённых условиях содержания, Важнейшие из них: температура 20-25°C, влажность 70-80%, кислотность среды pH 7-8, достаточный кислородный режим и определённый состав корма (компост). В процессе переработки червями 1 тонны компоста образуется 600 кг сухих гумусных удобрений с содержанием гумуса 25-40% в котором около 1% азота, столько же фосфора и калия, и все микроэлементы, необходимые растениям; остальные 400кг питательного компоста трансформируются в 100 кг полноценного белка в виде живых червей). Таким образом, существуя в питательном компосте и питаясь ним, технологические штаммы червей перерабатывают его в два новых, экологически чистых продукта: биомассу живых червей - полноценный белок, являющийся кормом для свиней, цыплят, прудовой рыбы и т.д. (каждый килограмм червей, добавленный в корм животных, позволяет снизить на 25-30% потребление концентрированных комбикормов без уменьшения привеса), а также гумусное органическое удобрение, которое после гранулирования применяется для плодородия почв, структурирующее её, защищающее от водяной и ветровой эрозии (внесение 1 тонны биогумуса на гектар даёт прибавку урожая порядка 3-4 центнера зерновых за ротацию, при этом ускоряется вегетативный период овощных культур на 10-20 суток); удобрение легко перевозится и не теряет своих свойств при длительном хранении.

Располагая международным опытом использования вермикультуры и оценивая несомненную эффективность её, нами адаптирована, с учётом местных особенностей, экологически чистая технология переработки илов станций очистки сточных вод и других органических отходов –

потенциальных загрязнителей окружающей среды.

В структуре функционируют следующие блоки: накопитель с площадкой для хранения исходного сырья - твёрдой фракции отходов и помещением для приготовления питательного компоста; технологический блок вермикультуры в помещении с микроклиматом, на стеллажах которого размещены "ложи" с производственными червями; блок сортировки и воспроизводства, предусматривающий наличие специальных столов для ящиков с вермикультурой, емкости для компоста, секции пакетирования и складирования, а также помещение для обслуживающего персонала с санитарно-гигиеническим блоком. Территория комплекса оборудована подъездными путями с отводом атмосферных осадков.

Основные этапы технологического процесса:

- накопление и измельчение твердой фракции отходов, а также остальных компонентов для приготовления компоста (земля, торф, солома, сухие листья) и т. д.
- приготовление компоста с ингредиентами (илы - 1 часть земля - 1 часть, торфяной мох или заменитель - 1 часть); компоненты смешивают в сухом виде, смачивают только при загрузке в "ложи" (каждая из которых состоит из 4-5 ящиков размером 40 x 36 x 12 см, выполненных из тонких досок с 6-8 отверстиями в днище)
- заполнение и затравка ящиков "ложи" производится ежемесячно; последние загружают на 2/3 влажным компостом, на поверхность которого помещают до 500 червей в каждый ящик (кроме червей и яйцевые коконы червей в количестве 200-300 шт.); содержимое ящиков засыпается слоем земли (2-3 см), после чего готовые "ложи" устанавливают на стеллажах технологического блока, в котором поддерживается необходимый микроклимат (температура помещения 20-25°C, влажность обеспечивается периодическим поливом).

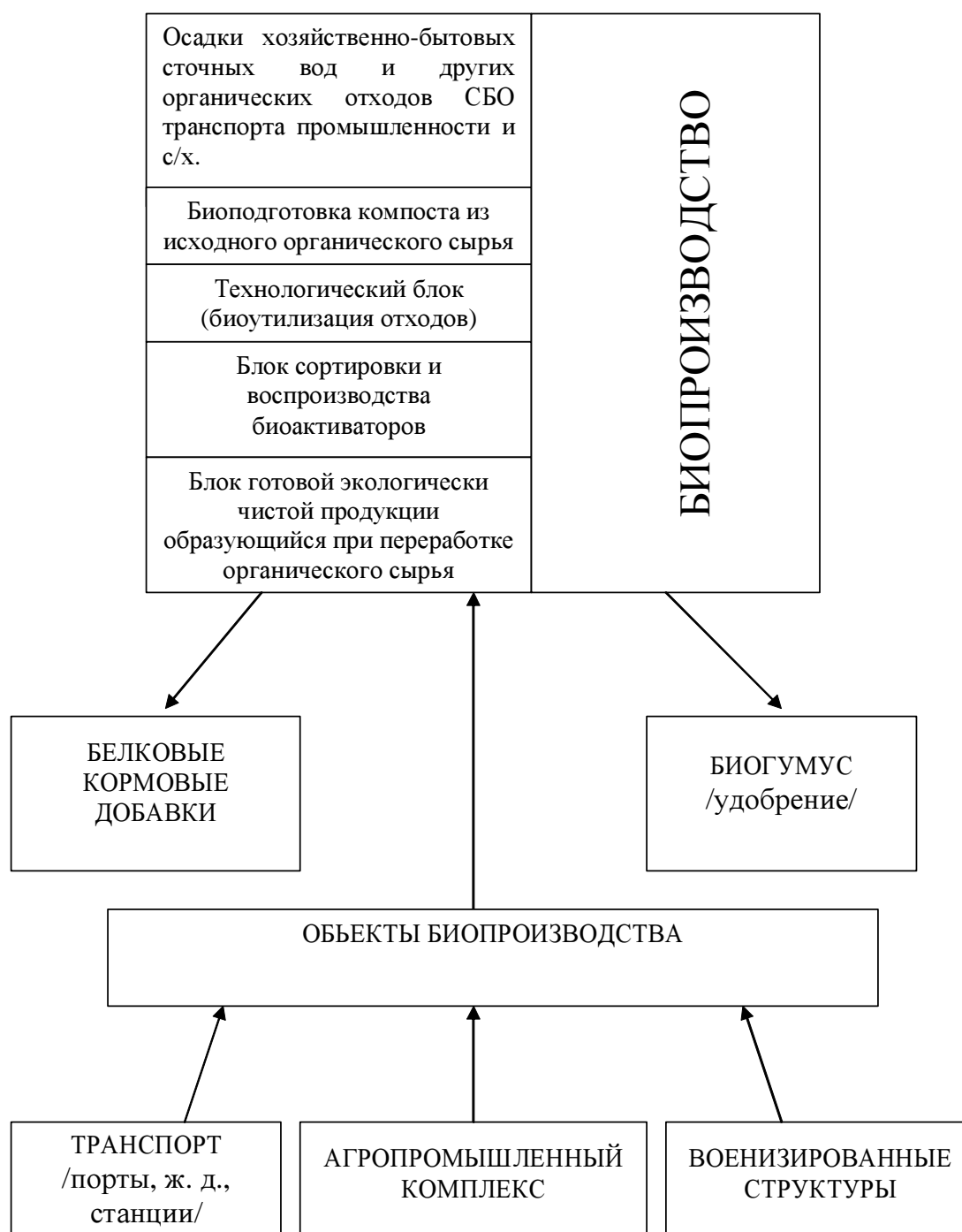


Рис. 1. Блок-схема биопроизводства на основе применения вермикультуры на транспорте и в агропромышленном комплексе

Перезаправка ящиков “ложи” обычно производится регулярно: гумус и биомасса червей подвергается сортировке. Схема применения вермикультуры для производства биогумуса и белковых кормовых добавок в агротехническом комплексе приведена на рисунке. В результа-

те отходы под воздействием вермикультуры в экологически чистое органическое удобрение и белковые кормовые добавки.

Совместно с Инженерной Академией Украины (акад. А.А.Клименко) на приоритетной основе разработан автономной контейнерный комплекс биоутилизации

органических отходов на транспортах (порты, станции) а также для фермерских хозяйств и индивидуальных приусадебных участков.

Согласно проведенного патентно-информационного поиска, основанного на анализе данных мировой литературы, применение биоутилизации органических отходов широкомасштабна.

В процессе дальнейшего расширения спектра биодegradации органических соединений, следует обратить внимание неперспективность вероятности размножения взрывоопасных соединений, ныне являющееся также значимыми.

В данном направлении исследования должно быть сосредоточены на реализации первоочередных задач:

- Апробировать реализуемость приоритетной биотехнологии переработки органических взрывчатых веществ (тротил, гексан, морские смеси) в безвредную продукцию для утилизации агропромышленным комплексом.
- Выполнить серии научных экспериментов и наблюдений согласно составленной научной программе и календарному плану работы в опытах адаптации биореагентов (штаммов микробов-деструкторов и вермикультуры) к различным концентрациям токсикантов при пассировании исследуемых образцов.
- Применять комплексные методы физико-химических и токсикологических исследований для объективной оценки безвредности и безопасности, переработанных с помощью биоконверсии образцов продукции в виде биогумуса и вермикультуры и получить соответствующие экспертные заключения со стороны сторонних научных организаций.
- Представить методики культивирования биоматериала, расчетные данные по количеству исходного материала и объёма перерабатываемого сырья (месяц, квартал, год) по созданию специализированного биопредприятия. (взять за основу определенное

количество токсического сырья с растительной микробной смесью в расчете на потребность в вермикультуре и соизмерить с условиями материально-технической и лабораторной базы).

Выводы

1. Внедрение новой безотходной технологии утилизации осадков сточных вод, а также других органических отходов позволяет уменьшить экологический ущерб природе снизить эпидемическую опасность для населения, а также существенно повысить эффективность агропромышленного комплекса в результате использования органического удобрения - биогумуса - продукта жизнедеятельности вермикультуры. Биогумус в 15-20 раз эффективнее исходного органического субстрата. Питательные вещества, находящиеся в нем, легко усваиваются растениями, обладают пролонгированными свойствами. Применение биогумуса приводит к резкому снижению содержания нитратов, исключает применение химических средств борьбы с болезнями в овощеводстве, цветоводстве, при выращивании эфиромасличных и лекарственных культур.
2. Биологические черви, полученные в результате биоконверсии, представляют собой ценнейший корм для птиц, рыбы, свиней, крупного рогатого скота. Содержание специфического белка в них более 60%. Промышленные расы червей при их внесении в почву восстанавливают и повышают её плодородие, успешно перерабатывают различные органические включения (листья, солома, картон, навоз, бытовой мусор).
3. Адаптированная с учетом местных условий Причерноморья биотехнология переработки органических отходов, городских очистных сооружений позволит устранить критическую антропогенную нагрузку на окружающую среду наряду с производством экологически чистых органических удобрений и кормового белка. Внедрение её

полагаем целесообразным по линии государственных структур транспортном агропромышленного комплекса Украины.

Литература

1. Сиденко В.П., Войтенко А.М., Кычин В.П., Сазонова Е.Э. К вопросу защиты экосистемы прибрежных вод Черного моря: сборник научных статей "Перспективные направления развития экологии, экономики, энергетики"- Одесса – 1988 –С.37-40.
2. Сиденко В.П., Войтенко А.М., Сазонова Е.Э., Пудич О.Е., Шабанова Т.Л., Некоторые пути решения проблемы экологии Причерноморских городов: Материалы международной научно-практической конференции.- Одесса-1998.- С.135-138.
3. Сиденко В.П., Войтенко А.М., Сазонова Е.Э., Кычин В.Л. Некоторые аспекты санитарного состояния северо-западной прибрежной части Черного моря и экологические особенности эксплуатации объектов морехозяйственного комплекса Украины: Журнал "Вісник морської медицини".- Одесса -1998-С.111-113.
4. Городный ИМ, Ковалев В.Е, Мельник И.А., Повхан М.Ф., Оголенко Н.А. Вермикультура и её эффективность: Новое в науке, технике и производстве. - Киев.- 1990.-39с.
5. Method of preparing artificial fertile soil: hat 45016004 USA, МК СО 5 1/00 СО 5F 11/08 . Опубликовано: 26. 02. 1985.

Резюме

ДО ПИТАННЯ УТИЛІЗАЦІЇ ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ БІОКОНВЕРСІЇ НА ТРАНСПОРТІ

Сиденко В.П., Гоженко А.И.,
Кузнецов А.В., Пономаренко А.Н.,
Приказюк А.Н.

Впровадження нової безвідходної технології утилізації опадів стічних вод, а також інших органічних відходів дозволяє зменшити екологічний збиток природі, понизити епідемічну небезпеку для населення, а також істотно підвищити ефек-

тивність агропромислового комплексу в результаті використання органічного добрива - біогумусу - продукту життєдіяльності вермікультури. Біогумус в 15-20 разів ефективно початкового органічного субстрату. Вживання біогумусу призводить до різкого зниження вмісту нітратів, виключає вживання хімічних засобів боротьби з хворобами в овочівництві, квітникарстві, при вирощуванні ефіромасличних і лікарських культур. Біологічні черв'яки, одержані в результаті біоконверсії, є найціннішим кормом для птахів, риби, свиней, великої рогатої худоби. Вміст специфічного білка в них більше 60%. Промислові раси черв'яків при їх внесенні в ґрунт відновлюють і підвищують її родючість, успішно переробляють різні органічні включення (листя, солома, картон, гній, побутове сміття).

Summary

TO THE QUESTION OF SALVAGING OF ORGANIC WASTE PRODUCTS WITH USE OF METHODS OF BIOCONVERSION ON TRANSPORT

Sidenko V.P., Gozhenko A.I., Kuznetsov A.V., Ponomarenko A.N., Prikaziuk A.N.

Introduction of new without waste technology of salvaging of deposits of sewage, and also other organic waste products allows to reduce ecological damage to the nature, to lower epidemic danger to the population, and also to increase efficacy of agriculture as a result of using of organic fertilizing - a biohumus - a product of vital activity vermiculture. The biohumus at 15-20 times is more effective than initial organic substratum. Application of a biohumus results in falloff of the maintenance of nitrates, excludes application of chemical agents of struggle against illnesses in vegetable growing, floriculture, at cultivation medicinal cultures. The biological worms obtained as a result of bioconversion, represent the most valuable forage for auks, a fish, pigs, the large cattle. The maintenance of specific protein in its more than 60 %. The production strains of worms at their addition into bedrock restore and rise its fertility, successfully process various organic incorporations (leaves, straw, a board, a manure, household dust).

Уважаемые читатели! Редакция продолжает публикацию материалов симпозиума **“Токсикологія горіння в системі безпеки життєдіяльності людини”**, который проходил 25 – 27 октября 2006 г. в г. Одесса

УДК 613.004.14.541.6.599.9

ГІГІЄНИЧНІ АСПЕКТИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ В СЕРЕДОВИЩІ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ

Дишиневич Н.Є.

Інститут екогієни і токсикології ім. Л.І.Медведя, м. Київ

Впервые поступила в редакцию 14.11.2006 г. Рекомендована к печати на заседании ученого совета НИИ медицины транспорта (протокол № 7 от 18.11.2006 г.).

Сьогоднішня характеризується інтеграцією України у Світове співтовариство з корінною реорганізацією економіки, управлінням ринкових відносин, трансформацією взаємозв'язків, які склалися десятиліттями в усіх сферах господарської діяльності.

До пріоритетних напрямків екологічного та соціального розвитку України на 2002-2011 роки належать екологізація технологій в промисловості, підвищення якості готової продукції і наближення її до європейських стандартів.

Сучасний стан промисловості ПМ характеризується явищами, які є загальними для промисловості України в цілому (складність змін, необхідність реорганізації промисловості для виробництва конкурентоздатної продукції, пріоритети якості та безпечності використання над кількісними показниками), а також визначаються низкою істотних особливостей: складність, багатоетапність виробництва та кооперативний характер діяльності підприємств, що істотно ускладнює здійснення гігієнічного контролю на всіх стадіях одержання продукту і подальшого його використання у виробках.

До основних проблем, існуючих в Україні при виробництві ПМ, які впливають на якість продукції, відносяться наступні. При зростаючій конкуренції і збільшенні вартості сировини, в основному імпоротної, ук-

раїнські виробники намагаються зменшити собівартість полімерної продукції шляхом додавання вторинної або дешевої сировини, що відразу позначається на якості продукції. Негативним чинником у забезпеченні якості полімерної продукції, що випускається, є оснащення технологічних ліній виробництва ПМ застарілим і зношеним устаткуванням шляхом закупівлі його в країнах південно-східної Азії.

Суттєвою особливістю виробництва ПМ є різноманітність сировинної бази і використання речовин високого ступеню токсичності. Як, наприклад, виробництво одного з найпоширеніших полімерних матеріалів – полівінілхлориду. В його виробництві використовуються речовини, які представляють велику небезпеку для здоров'я людини і навколишнього середовища: хлористий вініл – речовина високої токсичності, яка має канцерогенні властивості; пластифікатори - ефіри фталевої кислоти (діоктил- і дибутилфталати), що відносяться до стійких органічних забруднювачів, здатних проявляти ембіротоксичний ефект; стабілізатори – солі важких металів, які є глобальними забруднювачами навколишнього середовища і представляють велику небезпеку при надходженні до організму людини різними шляхами. Не менш токсичні речовини використовують і у виробництві пінополіуретанів (толуїленд-

ізоціанат і дифенілметандіізоціанат – речовини 1-го і 2-го класу небезпеки); полістиролів, фенолформальдегідних та інших полімерних матеріалів. Також не менш небезпечне виробництво інших полімерних матеріалів, які широко застосовуються у виробництві меблів і лакофарбових матеріалів. У виробництві деревностружкових і деревноволокнистих плит, які є пріоритетними матеріалами для виготовлення меблів, використовуються карбамідо- і фенолформальдегідні смоли. Ці зв'язуючі містять формальдегід і фенол у вільному стані, які є речовинами 2-го класу небезпеки та які визначають не тільки токсичні властивості смол, а й рівні їх емісії з готових матеріалів. Виробництво лакофарбових матеріалів характеризується багатокомпонентністю сировинних інгредієнтів і використанням їх у складі органічних розчинників, що відносяться до різних класів небезпеки (класи 2-4). Крім того, в якості сировинних компонентів можуть використовуватись і високотоксичні важкі метали.

Існує багато прикладів використання у виробництві ПМ та ПВМ високотоксичних речовин. Це є характерною рисою сучасного виробництва. Тому на сьогодні гостро стоїть питання розробки комплексу профілактичних дій та заходів, обумовлюючих як безпеку виробництва, так і впровадження екологічно-безпечних технологій по виготовленню матеріалів, що відповідають гігієнічним вимогам. Перспективним напрямленням для вирішення цієї проблеми є оцінка ризику впливу ПМ і ПВМ на стадії розробки рецептури і технологій виготовлення.

Оцінка ризику впливу на організм людини здійснюється при розробці нової продукції і включає проведення наступних обов'язкових етапів:

- ідентифікація небезпеки (реальної і потенційної) - визначення джерел, видів, показників і критеріїв небезпеки;
- оцінка небезпеки – визначенні кількісних показників;
- оцінка ризику – якісне і кількісне визначення ймовірності виникнення несприятливих ефектів впливу шкідливо-

го фактора на людину і навколишнє середовище в умовах виробництва [1, 2, 3].

Проведена робота по оцінці ризику впливу на людину ПМ ПВМ дозволяє прийняти рішення щодо його зниження та конкретних рекомендацій управлінського характеру:

- заборона/обмеження використання у технологічному регламенті виробництва ПМ високотоксичних сировинних компонентів, заміна їх на менш токсичні речовини;
- використання міжнародних стандартів країн ЄС в рішенні питань, зв'язаних з безпекою виробництва ПМ і ПВМ.

Нижче приведені директиви ЄС, які регламентують використання ряду хімічних речовин у виробництві полімерних будівельних матеріалів:

- Директива 2003/2/ЄС – Забороняється використання у якості консервантів пентахлорфенолу та сполук, які містять хлор, мідь, миш'як;
- Директива 76/769/ЄЕС - Забороняється використання азбесту у якості наповнювача для полімервміщуючих матеріалів, які застосовуються в середині приміщень та вентиляційних каналах;
- Директива 2002/272/ЄС – Обмежується вміст полімерної смоли до 10 % у загальній масі сировинних компонентів для виробництва жорсткого покриття підлоги; вміст важких металів до загальної маси сировинних компонентів: свинцю - до 0,5 %, кадмію - до 0,1 %, сурми - до 0,25 %;
- Директива 1999/1 О/ЄС – Обмежується вміст формальдегіду до 10 мг/кг у загальній масі сировини для лакофарбової промисловості;

Директивними документами заборонено використання бензолу, хлорованих вуглеводнів, ртуті, миш'яку і кадмію у виробництві лакофарбової продукції. Великого обмеження, до 15 %, зазнав вміст органічних розчинників у готовій лакофарбовій продукції. Далі приводимо конкретне обґрунтування рекомендацій, які потребують

прийняття рішення управлінського характеру. Так, на підставі власного досвіду та даних літератури одним з перспективних напрямлень в розробці нових видів ПМ і ПВМ є активна участь гігієністів в оцінці зразків нових матеріалів на стадії їх розробки. Це досягається шляхом створення творчих колективів із спеціалістів різних відомств. В нашому інституті в 70-80 роках минулого сторіччя був накопичений значний досвід в проведенні таких спільних робіт, що дозволило впровадити у виробництво найбільш перспективні технології виготовлення деревопластиків, захищених авторськими посвідченнями. Нажаль, з об'єктивних причин в Україні за останні 15 років такі комплексні роботи не проводяться. Для їх відродження та успішного розвитку потрібна державна підтримка в економічному відношенні, а на стадії управлінських рішень – розробка і впровадження відповідних цільових програм.

Проблема оцінки ризику впливу на людину несприятливих факторів, обумовлених ПМ і ПВМ в житловому середовищі, є найактуальнішою в усіх розвинених країнах світу.

Наявність значного числа споживачів полімерної продукції при практично необмежених варіаціях характеру та контакту населення з ПМ і виробами з них обумовило цілу проблему, пов'язану з впливом цих матеріалів на формування якості повітря житлових і громадських приміщень і опосередкованого впливу на організм людини. Світовий досвід свідчить про наявність цілого комплексу специфічних особливостей, які властиві тільки для ПМ і ПВМ.

Науковими дослідженнями доведено, що надходження хімічних забруднювачів в організм людини є фактор ризику для його здоров'я. Це пов'язано з тривалим надходженням хімічних забруднювачів в організм людини різними шляхами і впливом на різні контингенти населення, включаючи найчутливіші: діти, особи похилого віку, хворі, вагітні жінки. За даними досліджень російських вчених при розподілі факторів ризику для здоров'я за їх пріоритетністю забруднення повітря в житловому середовищі шкідливими хімічними речовинами пол-

імерного походження займає найважливіше місце. З даної проблеми є велика база інформації, в якій обґрунтовується методологія і методи оцінки ризику впливу хімічних забруднювачів на здоров'я людини з метою створення регулюючих заходів щодо його запобігання [4, 5].

Вивчення впливу полімерних матеріалів на якість внутрішньожитлового середовища і здоров'я населення за останні десятиліття перетворилось на світову проблему, якій надається значна увага ВООЗ, дослідниками різних країн Європи, США, Канади. У всьому світі прийнятий спеціальний термін "синдром хворої будівлі", який свідчить про наявність у людей цілого симптомокомплексу хворобливих проявів з боку різних органів і систем організму, дискомфорту самопочуття при мешканні або ж при роботі в приміщеннях будівель, в будівництві і в інтер'єрі приміщень яких широко використовувалися різні полімерні будівельні, лакофарбові і опоряджувальні матеріали, або меблі, виготовлені з деревопластиків [6, 7].

На даному етапі розвитку гігієнічної науки полімерних матеріалів гострою проблемою є адаптація діючої методології і методів оцінки ризику впливу хімічних забруднювачів на здоров'я людини, їх практичне застосування і використання як основи для обґрунтування регулюючих заходів на державному рівні з урахуванням гармонізації з міжнародними стандартами.

Методологія гігієнічних досліджень ПМ і ПВМ базується на основних принципах комунальної гігієни і включає в себе комплекс критеріїв і методів гігієнічної оцінки, які дозволяють здійснювати регламентацію їх застосування у будівництві різних типів будівель та приміщень (житлових, громадських, дитячих дошкільних і лікувально-профілактичних закладів).

Разом з тим гігієнічне вивчення ПМ і ПВМ має свої особливості, які пов'язані з їх фізико-хімічною природою, "поведінкою" в об'єктах навколишнього середовища, умовами застосування і експлуатації. Це визначає специфіку гігієнічних досліджень і оцінки ризику впливу несприятливих факторів цих матеріалів.

Вимоги безпеки ПМ і ПВМ будівельного, лакофарбового та меблевого призначення містять загальні положення та переліки показників небезпеки, критеріїв безпеки при дотриманні яких відсутній недопустимий ризик.

Загальні положення включають:

- небезпечні властивості ПМ і ПВМ визначаються фізичними і хімічними властивостями; хімічними речовинами і композиціями, що входять до їх складу; "поведінкою" їх в середовищі життєдіяльності людини; сферою застосування;
- безпека ПМ і ПВМ може бути досягнута за рахунок зниження рівня ризику для здоров'я людини до допустимого рівня.

Для досягнення рівня ризику до допустимого необхідно:

- заборона або заміна високотоксичних речовин на менш токсичні на стадії виробництва ПМ і ПВМ;
- визначення можливих типів будівель і приміщень для застосування в їх будівництві конкретних ПМ і ПВМ;
- визначення всіх видів можливого передбачуваного невірною застосування ПМ і ПВМ;
- виявлення будь-якої небезпеки, що виникає на етапі застосування;
- оцінка ризику, що виникає внаслідок визначення небезпеки;
- прийняття рішення про правомірність допустимого ризику.

Конкретні гігієнічні вимоги до ПМ і ПВМ присутні у відповідних нормативно-методичних документах з урахуванням специфіки призначення та сфери їх використання. В той же час для всієї продукції та самих матеріалів є цілий комплекс загальних гігієнічних вимог.

Гігієнічні вимоги до ПМ і ПВМ будівельного, меблевого та лакофарбового призначення:

- полімерні та полімервміщуючі матеріали не повинні створювати в приміщенні специфічний запах, що перевищує допустиму норму (2 бали);

- полімерні та полімервміщуючі матеріали не повинні виділяти в повітря приміщень шкідливі речовини в концентраціях, які можуть здійснювати несприятливий вплив на організм людини (з урахуванням всього комплексу речовин, що виділяються);

- з полімерних та полімервміщуючих матеріалів при експлуатації в повітря приміщень не повинні виділятися хімічні речовини, які відносяться до 1-го класу небезпеки (для атмосферного повітря). Вміст інших речовин, які виділяються з матеріалів, не повинен перевищувати гранично допустимі концентрації (середньодобові) для атмосферного повітря, затверджені Міністерством охорони здоров'я України. При виділенні з матеріалів декількох хімічних речовин, які мають сумуючу дію, сумарний показник не повинен перевищувати одиницю (сума співвідношень фактичних концентрацій хімічних речовин до їх ГДК_{с.д.});

- полімерні та полімервміщуючі матеріали не повинні стимулювати розвиток бактеріальної та грибової мікрофлори та повинні бути стійкими до впливу дезінфікуючих засобів при використанні їх для оздоблення приміщень лікувально-профілактичних, санаторно-курортних, дитячих дошкільних, шкільних і інших будівель, в котрих передбачається режим вологої дезінфекції;

- напруженість поля статичної електрики на поверхні полімерних та полімервміщуючих будівельних матеріалів, які використовуються для оздоблення внутрішніх приміщень, в умовах експлуатації не повинна перебільшувати 150 В/см (при відносній вологості повітря 30-60 %):

- полімерні та полімервміщуючі матеріали не повинні погіршувати мікроклімат приміщень;

- термічний опір підлоги з полімерних матеріалів повинен бути не менше 3,0 м² °С/Вт для основних приміщень громадських будівель;

- для полімерних та полімервміщуючих

- матеріалів питома ефективна активність природних радіонуклідів не повинна перевищувати 370 Бк/кг;
- полімерні та полімервміщуючі матеріали за показником токсичності продуктів горіння не повинні перевищувати класу "помірно небезпечні" згідно ГОСТ 12.1.044-89;
 - пофарбування та фактура полімерних та полімервміщуючих матеріалів повинні відповідати естетичним і фізико-гігієнічним вимогам.

Останні п'ять років в Інституті приділялась велика увага удосконаленню методичних підходів, зокрема моделюванню реальних умов експлуатації матеріалів при проведенні гігієнічних досліджень. Вирішення цих питань здійснювалось на основі аналізу останніх наукових даних про особливості поведінки ПМ і ПВМ в залежності від факторів навколишнього середовища (рецептурного складу і факторів зовнішнього середовища: температури і відносної вологості повітря), міжнародних стандартів, результатів власних досліджень. На підставі сумісної роботи Інституту із спеціалістами Інституту мікробіології і вірусології НАН України ім. Д.К.Заболотного були проведені дослідження на стійкість будівельних ПВМ, до складу яких вводилась вторинна полімерна сировина, до дії грибків. В результаті комплексних гігієнічних досліджень було встановлено, що ці будівельні матеріали не є грибокостійкими (інтенсивність розвитку грибків складала 5 балів). В той же час ці матеріали за основними критеріями безпеки (відсутність запаху, емісія шкідливих речовин - нижче ГДК_{с.д.}, інтенсивність електростатичного поля на поверхні матеріалу та питома ефективність радіонуклідів - не перевищували допустимих рівнів, матеріал не стимулював розвиток бактеріальної мікрофлори) відповідали гігієнічним вимогам. Однак, наявність у матеріалів здатності до підвищення інтенсивності розвитку грибків, що є на загальноновизнану думку вчених пріоритетним джерелом алергізації населення у внутрішньожитловому середовищі, не дозволило рекомендувати ці матеріали для будівництва. Необхідно підкреслити, що отримані ре-

зультати повністю співпадають з даними публікацій зарубіжних авторів щодо характеристики будівельних матеріалів, у виробництві яких використовується вторинна полімерна сировина [8].

Іншим напрямком нашої роботи по удосконаленню умов моделювання при дослідженні полімерних матеріалів є аналіз нових наукових даних, у тому числі зарубіжних публікацій, про поведінку ПМ і ПВМ в залежності від температурного фактору та відносної вологості повітря. На підставі проведеної роботи було встановлено, що тришарові конструкції, які містять в якості середнього шару теплозвукоізоляційний (ТЗІ) матеріал, в процесі експлуатації зазнають значного атмосферного впливу з великим перепадом температури (від -30° С до +40° С). В результаті складних фізичних процесів в повітряному просторі середнього шару може утворюватись велика відносна вологість, яка сягає 90 %. Як відомо, відносна вологість для багатьох ТЗІ матеріалів, особливо виготовлених на основі формальдегідвміщуючих матеріалів, є агресивним фактором, який сприяє значному виділенню формальдегіду. Тому на стадії попереджувального санітарного нагляду для отримання адекватних результатів гігієнічних досліджень ТЗІ матеріалів необхідно при моделюванні умов враховувати цей фактор, оскільки при експлуатації будівель в результаті процесів дифузії із стінових конструкцій може поступати у повітря приміщень формальдегід, вміст якого може сягати гігієнічно значимих рівнів і становити ризик для здоров'я людини.

Ще одним аспектом удосконалення методичних підходів є питання, які не розглядались по відношенню до будівельних матеріалів для оздоблення фасаду будівель та дахів як джерела хімічного забруднення об'єктів навколишнього середовища селищної зони (атмосферного повітря, ґрунтових вод та ґрунту). Гігієнічна значимість цього фактора висвітлена в багатьох наукових публікаціях, які свідчать про виділення шкідливих речовин з ПМ і ПВМ в атмосферне повітря та вимивання їх атмосферними опадами з наступним надходженням в ґрунт та ґрунтові води. Тому цей фактор

Таблиця 1

Перелік показників і критерії безпеки для жорсткого покриття підлоги та для матеріалів, які використовуються у вентиляційних каналах.

| Тип матеріалу | Вміст полімерної смоли в рецептурному складі | Використання в якості наповнювача азбесту | Вміст важких металів | Емісія летких органічних речовин |
|---|--|---|---|--|
| Жорсткі покриття підлоги | не більше 10 % в загальній масі сировинних компонентів | заборонено | свинець – до 0,5 % кадмій – до 0,1 % сурма – до 0,25 % до загальної маси сировини | ≤ ГДК _{с.д.} для атмосферного повітря |
| Матеріали, які використовуються у вентиляційних каналах | не більше 10 % в загальній масі сировинних компонентів | заборонено | свинець – до 0,5 % кадмій – до 0,1 % сурма – до 0,25 % до загальної маси сировини | ≤ ГДК _{с.д.} для атмосферного повітря |

Таблиця 2

Перелік показників і критерії безпеки матеріалів, які використовуються у виробництві меблів

| Показник | Деревостружкові плити | Деревоволокнисті плити | Багатшарова фанера |
|---|---|---|---|
| Вміст вільного формальдегіду на 100 г абсолютно сухої плити | Для класів: E ₀ (супер E) - не більше 6,5 мг, E ₁ - не більше 8 мг, E ₂ – не більше 30 мг. При перевищенні класу E ₂ – заборонено до використання | Для класів: E ₁ - не більше 8 мг, E ₂ – не більше 30 мг. При перевищенні класу E ₂ – заборонено до використання | Для класів: E ₁ - не більше 8 мг, E ₂ – не більше 30 мг. При перевищенні класу E ₂ – заборонено до використання |
| Вміст консерванту пентахлор-фенолу | Заборонено | Заборонено | Заборонено |
| Вміст сполучень: хром, мідь, миш'як | Заборонено | Заборонено | Заборонено |
| Емісія летких органічних речовин | < ГДК _{с.д.} для атмосферного повітря | < ГДК _{с.д.} для атмосферного повітря | < ГДК _{с.д.} для атмосферного повітря |

Таблиця 3

Перелік показників і критерії безпеки лакофарбових матеріалів

| Тип матеріалу | Вміст ЛОС, які відносяться до високотоксичних | Вміст ароматичних вуглеводнів | Емісія ЛОС у повітря приміщень | Вміст важких металів, заборонених для використання |
|--|---|---|--------------------------------|--|
| Емалі ОР | Відсутність бензолу, хлорованих вуглеводнів, метанолу | толуол, ксилол, сольвент (сумарно не більше 15 %) | < ГДК _{атм.пов.} | відсутність ртуті, кадмію, миш'яку |
| Фарби масляні ОР | Відсутність бензолу, хлорованих вуглеводнів, метанолу | не визначається | < ГДК _{атм.пов.} | відсутність ртуті, кадмію, миш'яку |
| Фарби воднодисперсійні | Відсутність бензолу, хлорованих вуглеводнів, метанолу | не визначається | < ГДК _{атм.пов.} | відсутність ртуті, кадмію, миш'яку |
| Фарби на основі органічних розчинників | Відсутність бензолу, хлорованих вуглеводнів, метанолу | толуол, ксилол, сольвент (сумарно не більше 15 %) | < ГДК _{атм.пов.} | не визначається |
| Лаки воднодисперсійні | Не визначається | не визначається | < ГДК _{атм.пов.} | не визначається |
| Шпаклівки ОР | Не визначається | не визначається | < ГДК _{атм.пов.} | відсутність ртуті, кадмію, миш'яку |
| Ґрунтовки ОР | Відсутність бензолу, хлорованих вуглеводнів, метанолу | толуол, ксилол, сольвент (сумарно не більше 15 %) | < ГДК _{атм.пов.} | відсутність ртуті, кадмію, миш'яку |
| Ґрунтовки ВД | Не визначається | не визначається | < ГДК _{атм.пов.} | відсутність ртуті, кадмію, миш'яку |

повинен обов'язково враховуватись при оцінці ризику та обґрунтуванні безпечної регламентації будівельних матеріалів, призначених для зовнішнього оздоблення фасадів будівель та дахів, шляхом включення в методичні підходи вказаного етапу досліджень. При моделюванні умов вивчення

матеріалів необхідно враховувати, що у третій і четвертій кліматичних зонах України влітку зовнішні поверхні фасаду будівель та дахів прогріваються до температури + 60 °С.

Найважливішим моментом в гармонізації методичних підходів до оцінки ризику

Критерії небезпечності ХЗ, що створюються ПМ с середовищі життєдіяльності людини

| Перелік критеріїв | Небезпечність | |
|---|---|--|
| | Реальна | Потенційна |
| Токсичність Кумулятивність Специфічні та віддалені ефекти Комплексна дія Трансформація Наявність у біосередовищах населення ХЗ і продуктів їх біотрансформації Стабільність Біокумуляція | Виявляється через критерії, які мають відношення до дії речовини безпосередньо на організм людини | Обумовлена сукупністю процесів, в результаті яких збільшується вірогідність надходження ХЗ в організм людини |

Таблиця 4 ментах ЄС, для ряду найбільш пріоритетних ПМ і ПВМ, що використовуються в будівництві, для виготовлення меблів, в якості лакофарбових матеріалів (таблиці 1, 2, 3).

Використання приведених переліків показників дозволяє санітарному лікарю вже на стадії розгляду документів, які зобов'язаний надати власник об'єкту державної санітарно-епідеміологічної експертизи, прогнозувати безпеку полімерної продукції, представленої для гігієнічних досліджень.

Пріоритетні хімічні забруднювачі, комплексне надходження яких в організм людини обумовлене полімерними матеріалами

| Назва хімічного забруднювача | Можливі шляхи надходження в організм ХЗ та їх джерела | | | |
|-------------------------------|---|-----------------------|-------------------------------|----------------------------|
| | Інгаляційний шлях | Шлунко-кишковий тракт | | Через шкіру |
| | Будівельні та оздоблювальні матеріали | ПМ для водопостачання | ПМ для харчової промисловості | Синтетичний одяг та взуття |
| Формальдегід | + | + | + | + |
| Фенол | + | + | + | + |
| Стирол | + | + | + | + |
| Бензол | + | - | - | + |
| Етилбензол | + | - | + | - |
| Метанол | + | - | + | - |
| Ацетон | + | - | + | + |
| Диметиламін | + | - | - | + |
| Толуол | + | + | - | + |
| Дибутилфталат | - | + | + | - |
| Диоктилфталат | - | + | + | - |
| Метали: цинк, свинець, кадмій | - | + | + | + |
| Капролактамі | - | + | + | + |
| Гексаметилендіамін | + | + | - | + |

Таблиця 5

впливу на здоров'я людини несприятливих факторів, які створюють ПМ і ПВМ, є максимальне наближення показників і критеріїв, які використовуються для обґрунтування безпечної регламентації матеріалів, до міжнародних стандартів.

Тому нами були розроблені переліки показників і критеріїв безпеки, які пред'являються в країнах ЄС до ПМ і ПВМ та виробів з них, з метою наукового обґрунтування необхідності їх використання в нашій системі державної санітарно-епідеміологічної експертизи.

Проведена в цьому напрямку робота дозволила згрупувати показники та критерії безпеки, які присутні у Директивних доку-

ментів ЄС, для ряду найбільш пріоритетних ПМ і ПВМ, що використовуються в будівництві, для виготовлення меблів, в якості лакофарбових матеріалів (таблиці 1, 2, 3).

Використання приведених переліків показників дозволяє санітарному лікарю вже на стадії розгляду документів, які зобов'язаний надати власник об'єкту державної санітарно-епідеміологічної експертизи, прогнозувати безпеку полімерної продукції, представленої для гігієнічних досліджень.

Наукові публікації вітчизняних і зарубіжних авторів останніх 5-ти років свідчать про постійне удосконалення понять і критеріїв небезпечності хімічного фактора, що забруднює об'єкти навколишнього середовища.

Так, введено цілий ряд додаткових критеріїв небезпечності хімічних забруднювачів води. Разом з токсичністю, кумулятивністю, наявністю віддалених та специфічних ефектів, недіючих доз враховуються біорозкладаємість, трансформація, біокумуляція, здатність виявляти комплексну дію.

Не всі критерії якісно рівноцінні: одні пов'язані з реальною небезпекою, інші – з потенційною. Мається на увазі те, що реальна небезпека виявляється через критерії, які мають відношення до дії речовини безпосередньо на організм людини: токсичність, кумулятивність, специфічні і віддалені ефекти.

Всі інші критерії мають відношення до потенційної небезпеки, обумовленої сукупністю процесів, в результаті яких збільшується вірогідність надходження речовини в організм людини. З позиції оцінки безпечності впливу хімічного фактора, що створений ПМ в середовищі життєдіяльності людини, заслугоує детального розгляду здатність виявляти комплексну дію. Саме цей критерій потенційної небезпеки використовується для обґрунтування переліків пріоритетних хімічних забруднювачів, які можуть виявляти комплексну дію на організм людини.

Сучасне уявлення про критерії небезпеки хімічних забруднювачів, що створюються полімерними матеріалами в середовищі життєдіяльності людини, представлені в таблиці 4.

Тому в наш час при оцінці ризику впливу на здоров'я людини хімічних забруднювачів навколишнього середовища особлива увага приділяється комплексній дії речовин (таблиця 5). Для урахування комплексної дії хімічних забруднювачів використовується допустима добова доза (ДДД). Саме ДДД може слугувати інтегруючим критерієм при оцінці ризику і гігієнічному нормуванні хімічних речовин в різних галузях гігієни [5].

Література:

1. Онищенко Г.Г., Новиков С.М., Рахманин Ю.А., Авалиани С.Л., Буштуева К.А. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М., 2002. – С. 403.
2. Авалиани С.Л., Адрианова М.М., Печенникова Е.В., Пономарева О.В. Окружающая среда. Оценка риска для здоровья (мировой опыт). – М., Консультационный центр по оценке риска, 1996.
3. Дышиневич Н.Е. Вплив полімерних матеріалів і критерії небезпеки // СЕС. Профілактична медицина. – 2006. – № 3. – С. 54-59.
4. Онищенко Г.Г. Химическая безопасность как ведомственная проблема. Роль госсанэпидслужбы России в

обеспечении химической безопасности населения // Токсикологический вестник. – 2002. – № 1. – С. 2-8.

5. Жолдакова З.И., Харчненкова Н.В. Прогноз опасности вещества по зависимости структура-биотрансформация-активность // Российский химический журнал. – 2004. – Т. XLVIII. – № 2. – С. 16-25.
6. Губернский Ю.Д., Рахманин Ю.А., Калинина Н.В. Роль факторов жилой среды в здоровье человека // Вестник российской АМН. – 2006. – № 5. – С. 26-30.
7. Rolle-Kampezyk U., Herbarth O., Rehwagen M. Metodes non invasives en medicine environnementale – biomonitoring //Eurg.-sante. – 2000. – № 3. – С. 253-254.
8. Reponen, T. Aerodynamic diameters and respiratory deposition estimates of viable fungal spores in mold problem homes. Aerosol. Sci. Technol. -22, 1995.- P. 11-23.

Резюме

ГИГИЕНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ В СРЕДЕ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

Дышиневич Н.Е.

Наличие значительного числа потребителей полимерной продукции при практически неограниченных вариациях характера и контакта населения с полимерными материалами и изделиями из них обусловило проблему, связанную с влиянием этих материалов на формирование качества воздуха жилищных и общественных помещений и опосредованного влияния на организм человека. Научными исследованиями доказано, что поступление химических загрязнителей в организм человека — фактор риска для его здоровья. Для учета комплексного воздействия химических загрязнителей используется допустимая суточная доза (ДСД). Именно ДСД может служить интегрирующим критерием при оценке риска и гигиеническом нормировании химических веществ в разных отраслях гигиены.

Summary

HYGIENICAL ASPECTS OF POLYMERIC MATERIALS SAFE APPLICATION PROVISION IN THE ENVIRONMENT OF A HUMAN BEING VITAL FUNCTIONS

Dishinevich N. Ye.

The presence of considerable number of users of polymeric products at practically unlimited variations of character and contact of population with polymeric materials and wares from them stipulated the problem related to the influence of these materials on

forming of quality of air of housing and public apartments and mediated influence on a human's body. It is proved by scientific researches, that the receipt of chemical contaminants in a human's body is a risk factor for his health. For the account of complex influence of chemical contaminants a possible day's dose is used (PDD). It is PDD that can serve as an integrating criterion at estimation of risk and hygienical setting of norms of chemical matters in different branches of hygiene.

УДК 502.7:662.613:541.6

ДО ПРОБЛЕМИ ВИВЧЕННЯ ТОКСИЧНОСТІ ПРОДУКТІВ ГОРІННЯ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ

Ляшенко В.І., Волощенко О.І., Голіченков О.М.

Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М.Марзеева АМНУ, м. Київ

Впервые поступила в редакцию 07.11.2006 г. Рекомендована к печати на заседании ученого совета НИИ медицины транспорта (протокол № 7 от 18.11.2006 г.).

Вивчення токсичності продуктів горіння являє собою не тільки чисто наукову, академічну проблему, але має і виключно актуальне практичне значення. Ця проблема започаткована ще в 60-х роках і вона була обумовлена розвитком космічної техніки. В подальшому, проблема вивчення токсичності продуктів горіння знайшла своє втілення в роботах з наукового та практичного обґрунтування безпеки космічних польотів. Це були роботи закритого характеру. Про продовження цих робіт зараз інформація відсутня.

На той час, найбільш інтенсивні роботи з вивчення продуктів термічної деструкції неметалевих матеріалів мали місце в НДІ біофізики АН СРСР. Вони стосувались матеріалів, які використовуються в умовах герметичних об'єктів (підводні човни, космічні апарати та інше). Частково, проблема токсичності продуктів горіння поліізоціанатних матеріалів вирішувалась в НПО "Прометей" (Російська Федерація), де мали місце дослідні роботи з вивчення продуктів горіння матеріалів, які використовуються в літако- та космосубу-

дуванні [1 - 4].

В такому ж плані проводились і роботи в Американському космічному центрі "НАСА".

В Україні, починаючи з 70-х років, роботи з токсиколого-гігієнічної оцінки продуктів горіння проводились в НДІ загальної та комунальної гігієни ім. А.Н.Марзеева. Ці роботи виконувались на замовлення військових і були направлені на вивчення матеріалів, які використовуються в космічних технологіях та будівництві підводних човнів [5,6].

Поширене використання полімерних матеріалів в будівництві та відомі в світовій практиці сумні трагічні випадки масової загибелі людей під час пожеж в громадських будівлях повернули цю проблему в бік населення.

В СРСР ці роботи були розпочаті у Всесоюзному науково-дослідному інституті пожежної охорони МВС СРСР і біофізики. Роботи проводились, в основному, з вивчення вогнестійкості матеріалів та з оцінки вогнегасних речовин. Дослідні ро-

боти з вивчення продуктів горіння полімерів на основі поліетилену та полівінілхлориду проводились в Московському інституті гігієни праці [7,8].

В Україні ці роботи були продовжені в Інституті Марзеева, НДІ медицини транспорту, ЕКОГІНТОКСІ. В НДІ медико-екологічних проблем Донбасу активно проводяться роботи з вивчення продуктів деструкції полімерних матеріалів, що використовуються у вугледобувній промисловості [5,6,9].

Аналіз наукової інформації за результатами виконаних на сьогодні робіт дає змогу стверджувати, що одержані висновки вкрай недостатні для розробки критеріїв оцінки нових неметалевих матеріалів та вогнегасних речовин з урахуванням впливу продуктів їх термічної деструкції на організм, а також обґрунтування безпечних регламентів їх використання в аварійних умовах.

Проблема оцінки токсичності продуктів горіння полімерних матеріалів є комплексною. Вона включає, по крайній мірі, три складних питання. Це - моделювання умов горіння полімерних матеріалів та одночасного при цьому інгаляційного отруєння лабораторних тварин; аналітико-хімічних досліджень з встановлення якісного та кількісного газового складу продуктів горіння та вивчення зміни біохімічних показників у отруєних дослідних тварин.

У 70-х роках, в Інституті Марзеева моделювання умов горіння полімерних матеріалів та одночасного при цьому інгаляційного отруєння лабораторних тварин проводилось за допомогою нескладної лабораторної установки до складу якої входила трубчата піч "Суол" та камера для інгаляційного отруєння. Це була нескладна в обслуговуванні установка, яка в експерименті давала відтворюванні результати [5].

Пізніше, в 90-х роках в ВНІІПО в Ленінграді було запропоновано установку для проведення токсикологічних досліджень продуктів горіння полімерних матеріалів. Ця установка в 1989 році одер-

жала законодавче підтвердження за ГОСТ 12.1.-044-89 "Пожароопасность веществ и материалов" [10].

Як засвідчив наш багаторічний досвід, ця установка є не тільки незручною в обслуговуванні через недоступність конструкційних поверхонь для механічного видалення сорбованих продуктів горіння але є і небезпечною через використання високих напруг та можливість вибуху. І тому, вона справедливо була розкритикована в роботі [9].

Тому, першочерговим завданням слід вважати створення установки для моделювання експерименту з вивчення токсичності продуктів горіння ПМ.

Далі, про критерії оцінки токсичності продуктів горіння полімерних матеріалів. На сьогоднішній день існуючі критерії оцінки токсичності продуктів горіння дозволяють не оцінювати їх токсичність, а в більшій мірі проводити їх порівняльну характеристику .

По-перше, це добре всім відомий інтегральний показник токсичності- (H_{CL50}). (H_{CL50}) -відношення вагової концентрації матеріалу до об'єму повітря (або вагова насиченість полімерного матеріалу в приміщенні), продукти горіння якої викликають 50-ти відсоткову смертність лабораторних тварин на протязі певного часу.

Цей показник перенесений в комунальну гігієну з військової медицини і розрахований на вкрай критичні ситуації з частковими летальними наслідками. Безумовно, що для населення різних вікових категорій він є антигуманним і непринятним.

В 80-х 90-х роках в Інституті Марзеева, а також іншими авторами були зроблені спроби до розробки такого показника як аварійно допустима маса полімерного матеріалу [5,15].

Цей показник передбачає експериментальне визначення часу перебування організму в умовах горіння ПМ, при якому не відбуваються незворотні біологічні зміни. Як показники використовували 50-відсоткове зниження рухівної активності, гальмування сумаційно-порогового по-

казника та інше. Однак, ці показники не знайшли втілення в експериментальній практиці через невідтворюваність результатів.

Тому, вибір оцінки токсичності продуктів горіння полімерних матеріалів є одним із складних завдань.

Зараз існує дві точки зору на механізми токсичної дії продуктів горіння полімерних матеріалів: перша і найбільш поширена, - це точка зору про превалююче значення в суміші горінні ведучого токсичного компоненту, на основі якого виготовлюється полімерний матеріал [11 - 13].

З нею, звичайно, можна було б погодитись коли ми маємо справу з поліуретанами або полістиролами, які в процесі горіння утворюють ціаністий водень або стирол. Друга точка зору відноситься до "гіпоксичного механізму", в якому головна роль в суміші горіння відводиться монооксиду вуглецю [14, 9].

Багаторічні дослідження продуктів горіння полімерних та синтетичних матеріалів, проведені в ІГМЕ з застосуванням сучасних фізико-хімічних методів свідчать про те, що горіння полімерних матеріалів є складним фізико-хімічним процесом з наростаючим температурним інгредієнтом в результаті якого, з одного боку - зменшується концентрація кисню в повітряно-газовій суміші в результаті його "вигорання", з іншого - зменшення концентрації кисню викликає наростання концентрації в суміші монооксиду вуглецю. Це доведено результатами нашого експерименту на прикладі фенолальдегідних смол та полістирольних пластиків.

На основі цих прикладів нами були показано, що існує пряма залежність між наростанням температури та концентрацією монооксиду вуглецю в продуктах горіння. Це є підставою вважати, що при горінні ПМ домінуючим є гіпоксичний механізм отруєння організму.

Ці факти підштовхують до висновку про те, що ПМ є універсальними джерелами утворення монооксиду вуглецю при горінні, що безумовно потребує удосконалення методів оцінки їх токсичності.

Підставою для цього є і різна вікова чутливість організму до продуктів горіння ПМ. За нашими даними "виживання" білих безпородних щурів різного віку- "молоді" (15 діб, вага 20 г.), "дорослі" (3 місяці, вага 200-220 г.) та "старі" щурі (26 місяців, вага 350-400 г.) при інгаляційній отруєнні їх продуктами горіння фенол-формальдних пластиків є найменшою у "дорослої" групи, в той час як показник активності гіпофіз -адреналової системи "індекс резистентності" знижується з віком. Це свідчить про те, що адаптаційно-приспосособлювальна функція не відіграє суттєвої ролі в формуванні захисної функції організму в екстремальних ситуаціях. Більш за все, при дії хімічних факторів на екстремальних рівнях основну роль відіграють інші, ще не до кінця вивчені механізми захисту організму.

Підсумовуючи приведені вище факти, можна зробити наступні **ВИСНОВКИ** :

- на сьогоднішній день необхідна розробка раціональних експериментальних підходів до вивчення токсичності продуктів горіння полімерних та синтетичних матеріалів;
- потребує подальшого на фундаментальному рівні вивчення механізмів токсичності продуктів горіння полімерних та синтетичних матеріалів з урахуванням їх комбінованої дії;
- на основі результатів фундаментальних досліджень слід визначити експериментально доступні та відтворювані тести для оцінки токсичності продуктів горіння полімерних та синтетичних матеріалів.

Література

1. Васильев Г.А., Иличкин В.С. Об оценке токсичности продуктов горения полимерных материалов//Гиг. и сан.- 1979.-№ 5.- С.83-87.
2. И.В.Гусев, В.С.Иличкин С.Ю., Кисельников и др. Оценка воздействия факторов пожара в токсикологическом эксперименте/Пожарная профилактика: Сб.научн.тр. ВНИИПО.- Л., 1986.- 129-136 с.

3. Штеренгарц Р.Я., Боярчук И.Ф., Сиряченко С.С. Об оценке опасности для человека летучих продуктов термоокислительной деструкции и горения полимерных материалов // Гиг. и сан.-1984.- № 4.- С.74-75.
4. Токсичность продуктов горения полимерных материалов : Принципы и методы определения / В. С. Иличкин, 131, с. ил. 22 см, СПб. Химия Санкт-Петербург. отд-ние 1993.
5. Чекаль В.Н. Гигиенические основы регламентации применения полимерных материалов в строительстве. Дис. на соискание уч. степени д.мед.н. Киев-1980 г.
6. Чекаль В.Н., Трухан Г.П., Семенюк Н.Д. О класификации опасности продуктов термодеструкции неметаллических материалов. //Гиг. и сан. – 1985. – № 6. С. 24-26.
7. Голиков С.Н., Саноцкий И.В., Тиунов Л.А. Общие механизмы токсического действия. -Л.: Медицина, 1986. - 280 с.
8. Штеренгарц Р.Я., Боярчук И.Ф., Сиряченко С.С. Об оценке опасности для человека летучих продуктов термоокислительной деструкции и горения полимерных материалов // Гиг. и сан.-1984.- № 4.- С.74-75.
9. Л.М. Шафран, И.А. Харченко. Гармонизация методов оценки токсичности продуктов горения полисеров с международными требованиями. //Сучасні проблеми токсикології. – 2003. – № 3. С. 13-19.
10. Рекомендации по унифицированной оценке токсичности продуктов горения полимерных материалов/ ВНИИПО МВД СССР.- Л., 1988.-45 с.
11. Каган Ю.С., Люблина Е.И., Саноцкий И.В. и др. Принципы изучения комбинированного действия химических веществ и методы их гигиенического нормирования//Тез докл. ХУ Всесоюз. съезда гигиенистов и санитарных врачей (Киев, 23-27 мая 1967 г.). - Киев,1967.- С. 133-135.
12. Тиунов Л.А., Румянцев А.П. Обоснование предельно и максимально допустимых концентраций химических веществ для герметично замкнутых объектов// Вопросы токсикологии и санитарной химии синтетических материалов: Сб.тр.НИИТМТ.-Л.,1978.- Вып.1.-С. 9-17.
13. И.В.Гусев, В.С.Иличкин С.Ю., Кисельников и др. Оценка воздействия факторов пожара в токсикологическом эксперименте/Пожарная профилактика: Сб.научн.тр. ВНИИПО.- Л., 1986.- 129-136 с.
14. В.С. Ивлев. Гипоксия как ведущий фактор горения полимеров и ее токсикологическая опасность/Пожарная профилактика: Сб.научн.тр. ВНИИПО.-Л., 1986.- С.129-136.
15. Волощенко О.І., Голиченков О.М., Ляшенко В.І., Макаренко К.М., Молявко Л.І. Токсиколого-гігієнічна оцінка продуктів термодеструкції пінополістиролу марки ПСВ-СВ в трьохшарових будівельних конструкціях. //Гігієна населених місць. - Вип. 45. - Київ-2005. - С. 217-222.

Резюме

К ПРОБЛЕМЕ ИЗУЧЕНИЯ ТОКСИЧНОСТИ ПРОДУКТОВ ГОРЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Ляшенко В.И., Волощенко О.И.,
Голиченков А.М.*

В настоящее время существуют две точки зрения на механизмы токсического действия продуктов горения полимерных материалов: первая и наиболее распространенная - это точка зрения пропревалирующее значение в продуктах горения ведущего токсического компонента, образующегося при сгорании полимерного материала. Вторая точка зрения относится к "гипоксическому механизму", в котором главная роль отводится монооксиду углерода. Сегодня на основе результатов фундаментальных исследований необходимо определить экспериментально доступные и воспроизводимые тесты для оценки токсичности продуктов горения полимерных и синтетических материалов.

Summary

TO THE STUDYING OF POLYMERIC STUFFS COMBUSTION GASES TOXICITY

Liashenko V.I., Voloshchenko O.I., Golichenkov A.M.

Now there are two points of view on mechanisms of toxic action of combustion gases of polymeric stuffs: the first and the most wide — spread is the point of view about prevailing value in combustion gases

of the leading toxic component formed at combustion of a polymeric stuff. The second point of view falls into “hypoxic mechanism” in which the main role is shunted to white damp. Today on the basis of results of basic researches it is necessary to determine experimentally available and replicated tests for an assessment of toxicity of combustion gases polymeric and synthetics.

УДК 614.841.332

НОРМУВАННЯ ВИМОГ ЩОДО ТОКСИЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ПРОДУКТІВ ГОРІННЯ КАБЕЛЬНОЇ ПРОДУКЦІЇ

**Шафран Л.М.¹, Харченко І.О.², Кравченко Р.І.²,
Скоробагатько Т.М.², Новак С.В.²**

¹ Український НДІ медицини транспорту, Одеса

² Український НДІ пожежної безпеки, Київ

Впервые поступила в редакцию 6.10.2006 г. Рекомендована к печати на заседании ученого совета НИИ медицины транспорта (протокол № 7 от 18.11.2006 г.).

Згідно з чинними в Україні стандартами та технічними умовами кабельна продукція повинна відповідати вимогам безпеки ГОСТ 12.2.007.14 [1] та ГОСТ 12.2.007.0 [2]. Відповідно до цих стандартів у частині пожежної безпеки ізольовані проводи та кабелі (далі – кабелі) повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.1.004 [3] та ГОСТ 12.1.044 [4], а зниження пожежної небезпеки цієї продукції повинно досягатись, зокрема запобіганням застосування виробів, не стійких до поширення полум'я та здатних виділяти токсичні продукти в небезпечній кількості для життя та здоров'я людей.

На цей час на кабелі діє широка номенклатура стандартів. Проте, в жодному з них для цієї найбільш пожежонебезпечної продукції не визначені вимоги щодо токсичної небезпеки продуктів горіння.

Кабелі знаходять широке застосування у сфері будівництва. При цьому на об'єктах будівництва вони мають значне горюче навантаження та протяжність. У зв'язку з цим у разі виникнення пожежі кабелі являють потенційну загрозу її розвитку, а саме поширенню полум'я на знач-

ну відстань від місця її виникнення та на будівельні конструкції, виділенню великої кількості тепла, утворенню диму і летких токсичних продуктів у небезпечній кількості для людей.

У разі виникнення пожежі особливу загрозу являє потрапляння летких токсичних продуктів горіння (далі – токсичних продуктів горіння) на шляхи евакуації й утворення їх у небезпечній кількості до моменту евакуації людей з будинків. Враховуючи це, в основоположні державні будівельні норми з пожежної безпеки ДБН В.1.1-7 [5] включено вимогу, згідно з якою на шляхах евакуації допускається застосування будівельних конструкцій, виготовлених з матеріалів помірнонебезпечних за токсичністю продуктів горіння (Т2) за ГОСТ 12.1.044 [4]. Стосовно кабелів, то в цьому нормативному документі вимог щодо токсичної небезпеки продуктів горіння цих виробів не встановлено. Як наслідок, це впливає на ефективність запобіжних протипожежних заходів.

У зв'язку з вищенаведеним для підвищення рівня пожежної безпеки

об'єктів будівництва і запобігання загибелі та травматизму людей на пожежах стало необхідним розроблення вимог щодо токсичної небезпеки продуктів горіння кабелів.

Відповідно до ГОСТ 12.1.044 [4] показники пожежної небезпеки, у тому числі показники токсичності продуктів горіння кабелів, а також будівельних конструкцій та матеріалів визначають з метою отримання вихідних даних для розроблення систем щодо забезпечення пожежної безпеки у відповідності з вимогами ГОСТ 12.1.004 [3]. Згідно з цим стандартом об'єкти повинні мати системи пожежної безпеки, спрямовані на запобігання впливу на людей небезпечних факторів пожежі. Допустимий рівень пожежної небезпеки для людей повинен бути не більше ніж 10^{-6} впливу небезпечних факторів пожежі, що перевищують гранично допустимі значення, у рік в розрахунку на кожну людину.

Метод визначення імовірності впливу небезпечних факторів пожежі на людей викладено в додатку 2 ГОСТ 12.1.004 [3]. Ця імовірність розраховується за формулами:

$$Q_v = Q_n(1 - P_{\text{э}})(1 - P_{\text{п.з.}}), \quad (1)$$

$$P_{\text{э}} = 1 - (1 - P_{\text{э.п.}})(1 - P_{\text{д.в.}}), \quad (2)$$

$$P_{\text{э.п.}} = \begin{cases} 0,999, \text{ якщо } t_p \leq t_{\text{нб}} \\ 0, \text{ якщо } t_p > t_{\text{нб}} \end{cases}, \quad (3)$$

$$t_{\text{нб}} = 0,8 \cdot t_{\text{кр}}, \quad (4)$$

$$t_{\text{кр}} = \min\{t_{\text{кр}}^{\text{T}}, t_{\text{кр}}^{\text{п.в.}}, t_{\text{кр}}^{\text{O}_2}, t_{\text{кр}}^{\text{T.Г.}}\} \quad (5)$$

$$t_{\text{кр}}^{\text{T.Г.}} = \left\{ \frac{B}{A} \ln \left[1 - \frac{VY}{Bgz} \right]^{-1} \right\}^{1/n}, \quad (6)$$

де Q_n – імовірність виникнення пожежі в будинку, рік⁻¹;

$P_{\text{п.з.}}$ – імовірність ефективної роботи технічних засобів протипожежного захисту;

$P_{\text{э.п.}}$ – імовірність евакуації людей по ева-

куаційним шляхам;

$P_{\text{д.в.}}$ – імовірність евакуації по зовнішніх евакуаційних драбинах, переходах у суміжні секції будинків;

$t_{\text{кр}}^{\text{T.Г.}}$ – критична тривалість пожежі за умовою досягнення кількістю токсичних продуктів горіння гранично допустимого значення, хв;

V – розмірний комплекс, який залежить від теплоти горіння матеріалу, вільного об'єму приміщення (V) та протікання процесу горіння, г;

A – розмірний параметр, який враховує питому масову швидкість вигорання горючого матеріалу та площу, охоплену пожежею, г·хв⁻¹;

Y – гранично допустима концентрація продуктів горіння у приміщенні, г·м⁻³;

g – рівень виділення токсичних продуктів під час горіння 1 г матеріалу, г·г⁻¹;

z – безрозмірний параметр, який враховує нерівномірність розподілення токсичних продуктів горіння по висоті приміщення (для приміщення з висотою стелі 2,5 м $z = 1,34$);

V – вільний об'єм приміщення, м³.

Рівень виділення токсичних продуктів під час горіння 1 г матеріалу може бути визначений за даними випробування згідно з ГОСТ 12.1.044 [4] за формулою:

$$g = \frac{CL_{50}}{H_{CL_{50}}}, \quad (7)$$

де CL_{50} – середня летальна концентрація токсичних продуктів горіння, г·м⁻³;

$H_{CL_{50}}$ – показник токсичності продуктів горіння матеріалів, г·м⁻³.

Гранично допустима концентрація продуктів горіння у приміщенні може бути визначена за формулою:

$$Y = k_6 CL_{50}, \quad (8)$$

де k_6 – коефіцієнт безпеки.

Згідно з ГОСТ 12.1.004 [3] для вертикальної поверхні горіння у вигляді прямокутника, що відповідає вертикально прокладеному пучку кабелів, у формулі (6)

приймають $n = 2$, а параметр A розраховують за формулою:

$$A = \psi_F v b = \frac{\psi_F L_{кр} b}{t_{кр}^{Т.Г}} = \frac{\psi}{t_{кр}^{Т.Г}}, \quad (9)$$

де ψ_F – питома масова швидкість вигорання прокладки кабелів, $г \cdot м^{-2} \cdot хв^{-1}$;

v – лінійна швидкість поширення полум'я вздовж прокладки кабелів, $м \cdot хв^{-1}$;

b – ширина прокладки кабелів, $м$;

$L_{кр}$ – довжина частини прокладки кабелів, що вигоріла за проміжок часу $t_{кр}^{Т.Г}$, $м$;

ψ – масова швидкість вигорання прокладки кабелів, $г \cdot хв^{-1}$.

Після внесення (7)-(9) та $n = 2$ в (6) отримуємо:

$$t_{кр}^{Т.Г} = \frac{B}{\psi} \ln \left[1 - \frac{\kappa_6 V H C L_{50}}{z B} \right]^{-1}, \quad (10)$$

де $H C L_{50}$ – показник токсичності продуктів горіння кабелів, $г \cdot м^{-3}$.

Якщо в формулі (10) логарифм розкласти в ступеневий ряд та обмежитись його першими двома членами, то отримуємо:

$$t_{кр}^{Т.Г} = \frac{\kappa_6 V H C L_{50}}{z \psi}, \quad (11)$$

де κ_6 – коефіцієнт безпеки;

z – безрозмірний параметр, який враховує нерівномірність розподілення токсичних продуктів горіння по висоті приміщення (для приміщення з висотою стелі 2,5 м $z = 1,34$);

V – вільний об'єм приміщення, $м^3$;

$H C L_{50}$ – показник токсичності продуктів горіння кабелів, $г \cdot м^{-3}$;

ψ – масова швидкість вигорання прокладки кабелів, $г \cdot хв^{-1}$.

Залежність (11) показує, що вихідними даними для оцінювання токсичної небезпеки кабелів на об'єктах, які необхідно

визначати під час проведення випробувань цих виробів, є показник токсичності продуктів горіння кабелів і масова швидкість їх вигорання. Ця залежність показує, що за результатами випробувань токсичну небезпеку кабелів за доцільно оцінювати через співвідношення показника токсичності продуктів горіння цих виробів до масової швидкості їх вигорання. Цей висновок також можна поширити на будівельні вироби.

Залежність (11) отримано із застосуванням методу визначення критичної тривалості пожежі за умовою досягнення кількістю токсичних продуктів горіння гранично допустимого значення, наданого у чинному в країнах СНД стандарті ГОСТ 12.1.004 [3]. З урахуванням того, що на сучасному етапі розвитку України проводяться роботи щодо гармонізації національної нормативної бази у відповідності з вимогами міжнародних стандартів розглянемо також метод оцінки токсичності продуктів горіння електротехнічних виробів, встановлений Міжнародною електротехнічною комісією в IEC/TS 60695-7-51 [6].

Метод за вказаним міжнародним нормативним документом ґрунтується на тому, що основним показником, який характеризує токсичну небезпеку продуктів горіння, є фракційна ефективна доза. З урахуванням того, що на цей час є технічні проблеми реалізації експериментальних методів для оцінки токсичності продуктів горіння самих електротехнічних виробів, у тому числі кабелів, Міжнародною електротехнічною комісією запропоновано розраховувати фракційну ефективну дозу за даними випробування їхніх неметалевих елементів згідно з формулою:

$$f = \sum_j \sum_i \frac{X_{ij} \int \Delta m_j dt}{V [ECt_{50}]_i}, \quad (12)$$

де X_{ij} – об'єм i -го токсичного компонента, що утворюється з 1 г втраченої маси j -го неметалевого елемента кабелю під час горіння, $ppm \cdot м^3 \cdot г^{-1}$;

$[ECt_{50}]_i$ – ефективна доза впливу i -го токсичного компонента, ppm·хв;

Δm_j – втрата маси j -го неметалевого елемента кабелю, г;

V – об'єм, в якому утворюються токсичні компоненти під час горіння j -го неметалевого елемента кабелю, м³;

t – тривалість експозиції під час горіння кабелю, хв.

Під час окремих випробувань кожного неметалевого елемента кабелю летальний ефект досягається, якщо виконується умова:

$$\frac{1}{V} \sum_i \frac{X_{ij}}{[ECt_{50}]_i} \int_0^{t_j} \Delta m_{3j} dt = 1, \quad (13)$$

де Δm_{3j} – втрата маси зразка j -го неметалевого елемента кабелю під час випробування, г.

t_j – тривалість експозиції під час випробування j -го неметалевого елемента кабелю, хв.

Якщо виразити втрату маси зразка через добуток його початкової маси та втрати маси у відносних одиницях, то умову (13) можна представити у вигляді:

$$\sum_i \frac{X_{ij}}{[ECt_{50}]_i} = \frac{1}{H_{CL50j}} \int_0^{t_j} \Delta m_j^* dt, \quad (14)$$

де H_{CL50j} – показник токсичності продуктів горіння j -го неметалевого елемента кабелю, г·м⁻³;

Δm_j^* – відносна втрата маси j -го неметалевого елемента кабелю під час горіння.

Після внесення (14) в (12) отримуємо:

$$f = \sum_j \frac{\int \Delta m_j dt}{V H_{CL50j} \int_0^{t_j} \Delta m_j^* dt}. \quad (15)$$

Якщо усі неметалеві елементи кабелю випробовувались за однакового часу експозиції $t_j = 30$ хв, то з виразу (15) за умови, що $f = 1$, отримуємо формулу розрахунку показника токсичності продуктів горіння кабелю (неметалевих його елементів) [7]:

$$H_{CL50} = \frac{m}{\sum \frac{m_j}{H_{CL50j}}}, \quad (16)$$

де m – маса усіх неметалевих елементів в 1 м кабелю, г;

m_j – маса j -го неметалевого елемента в 1 м кабелю, г.

Сума втрати маси кожного неметалевого елемента дорівнює втраті маси кабелю. Ця властивість також стосується відносної втрати маси. З урахуванням цього, формули (16) і того, що усі неметалеві елементи кабелю випробовувались за одного й того часу експозиції, формула (15) може бути представлена у вигляді:

$$f = \frac{\int \Delta m dt}{V H_{CL50} \int_0^{t_*} \Delta m_* dt}, \quad (17)$$

де Δm – втрата маси кабелю під час горіння, г;

Δm_* – відносна втрата маси кабелю під час горіння, г;

t – тривалість горіння кабелю, хв;

t_* – тривалість експозиції під час випробування неметалевих елементів кабелю, хв.

Аналіз співвідношень у формулі (17) показує, що цю формулу можна поширити також на систему проводки, яка складається з декількох кабелів. З урахуванням цього та властивостей визначених інтегралів при $t =$ формула (17) набуває вигляду:

$$f = \frac{\Delta m \cdot t_{кр}^{T,Г}}{V \cdot H_{CL50} \cdot \Delta m_* \cdot t_*}, \quad (18)$$

де Δm – середня втрата маси прокладки кабелів за проміжок часу горіння $t_{кр}^{Т.Г}$, г;

Δm_* – середня відносна втрата маси прокладки кабелів за проміжок часу горіння t_* , г;

H_{CL50} – показник токсичності продуктів горіння кабелів, г·м⁻³;

V – вільний об'єм приміщення, м³.

З виразу (18) критична тривалість пожежі за умовою досягнення кількості токсичних продуктів горіння кабелів гранично допустимого значення може бути визначена за формулою:

$$t_{кр}^{Т.Г} = \frac{V \cdot H_{CL50} \cdot \Delta m_* \cdot t_* \cdot f}{\Delta m}. \quad (19)$$

У формулі (19) середню втрату маси прокладки кабелів можна виразити через добуток середньої масової швидкості їх вигорання та критичної тривалості пожежі $t_{кр}^{Т.Г}$. З урахуванням цього, за умови, що

$$t_{кр}^{Т.Г} = \Delta m_* \cdot t_* \cdot f, \quad \text{формула} \quad (19)$$

набуває вигляду:

$$t_{кр}^{Т.Г} = \frac{V \cdot H_{CL50} \cdot \Delta m_* \cdot t_* \cdot f}{\Psi \cdot t_{кр}^{Т.Г}} = \frac{V H_{CL50}}{\Psi}, \quad (20)$$

де Ψ – середня масова швидкість вигорання прокладки кабелів за проміжок часу $t_{кр}^{Т.Г}$, г·хв⁻¹.

Відмінності між залежностями (11) і (20) полягають в тому, що в останній припускається рівномірне розподілення токсичних продуктів горіння в об'ємі приміщення та рівняння гранично допустимої концентрації токсичних продуктів горіння летальній їх концентрації, тобто прийнято $K_6 = 1$ і $z = 1$.

Із залежності (20) випливає, що у приміщенні об'ємом V за одного й того часу

горіння $t_{кр}^{Т.Г}$ з прокладки кабелів та будівельних конструкцій виділиться одна й та ж сама кількість продуктів горіння, якщо буде виконуватись співвідношення:

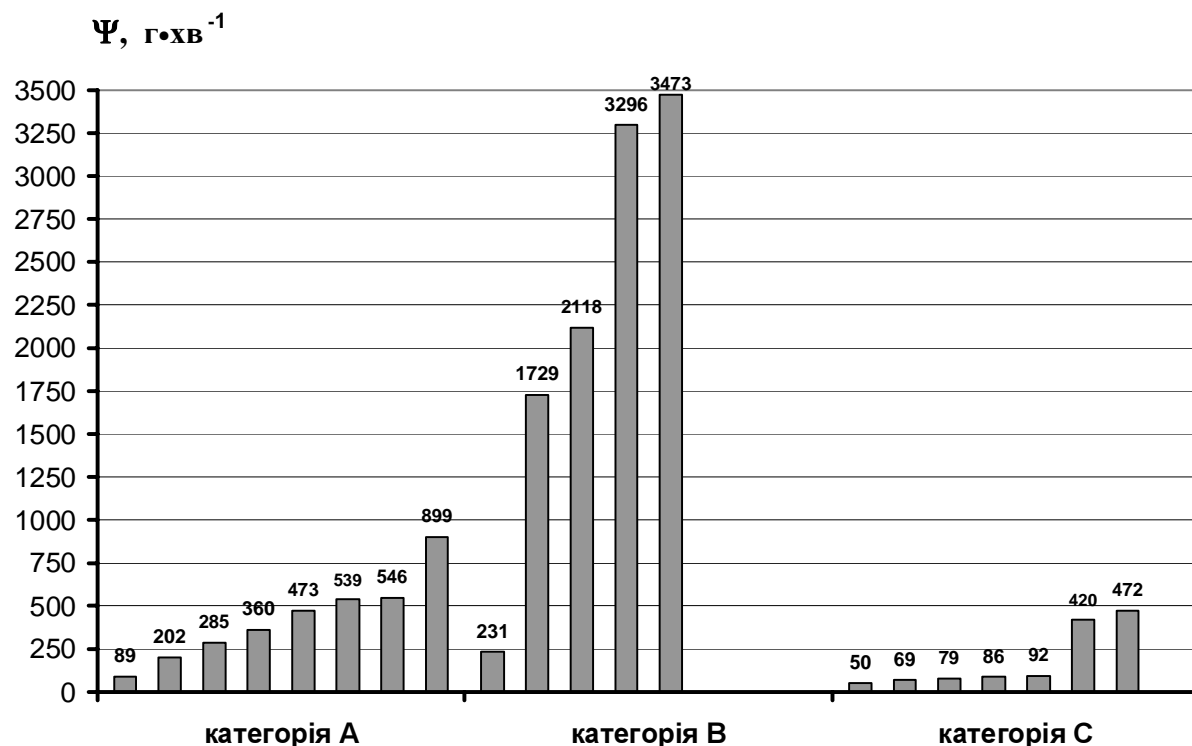


Рис. 1 Результати визначення масової швидкості вигорання кабелів

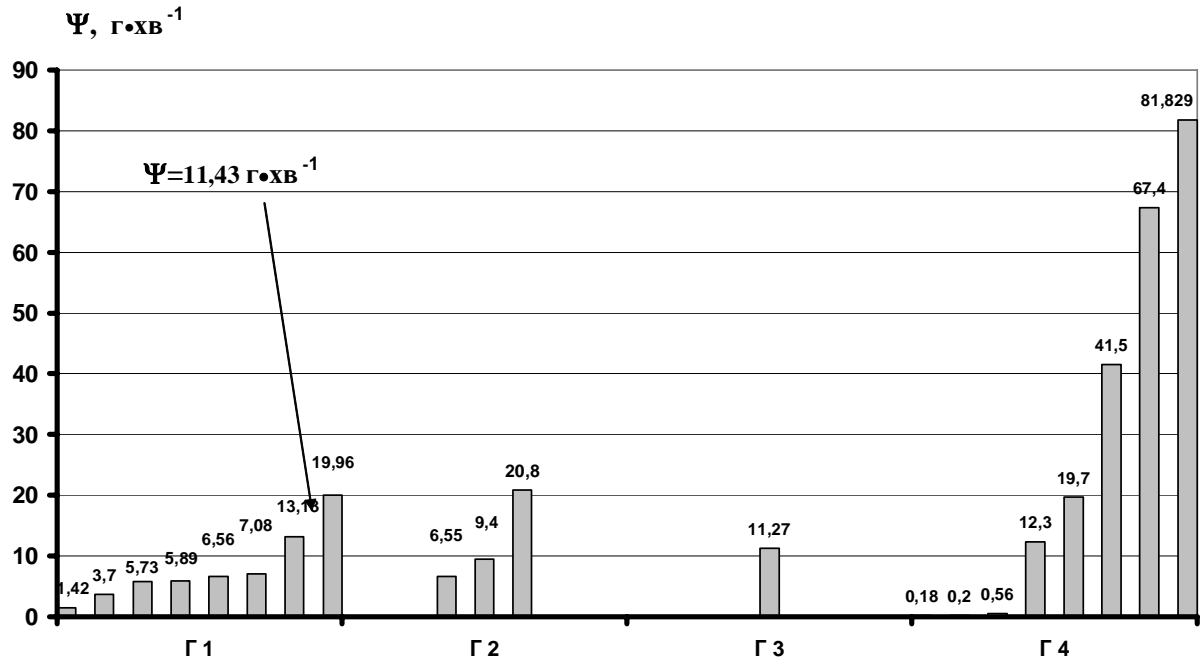


Рис. 2. Результати визначення масової швидкості вигорання елементів будівельних конструкцій

$$\frac{H_{CL50_1}}{\Psi_1} = \frac{H_{CL50_2}}{\Psi_2}, \quad (21)$$

де Ψ_1, Ψ_2 – середня масова швидкість вигорання відповідно прокладки кабелів та будівельних конструкцій, г·хв⁻¹;

H_{CL50_2} – показник токсичності продуктів горіння відповідно кабелів та будівельних конструкцій, г·м⁻³.

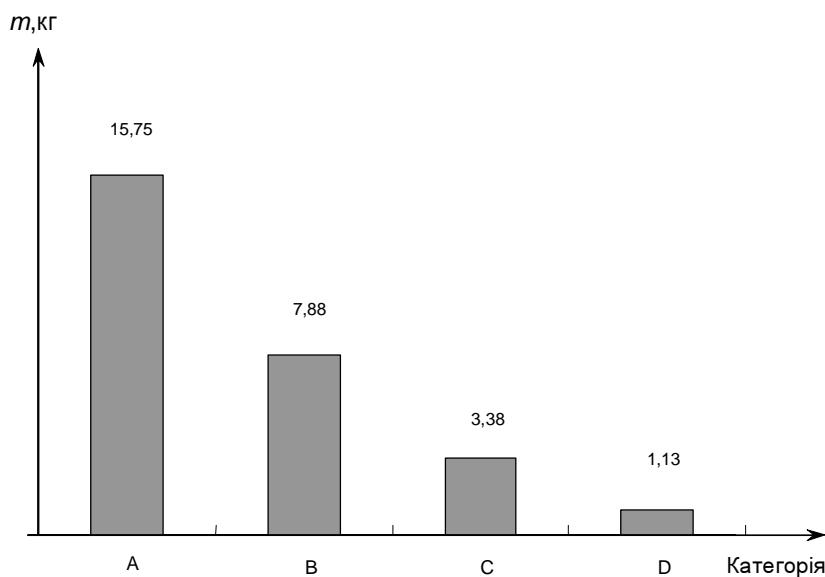


Рис. 3. Допустима маса вигорання кабелів залежно категорії об'єму неметалевих матеріалів на одному погонному метрі їх прокладки

На цей час стандартизовані методи випробувань з визначення показників горючості [8-13] кабелів та елементів будівельних конструкцій не встановлюють визначення їхньої масової швидкості вигорання. Проте ці методи випробувань передбачають визначення довжини вигорання цих виробів за певного часу випробування. На підставі цих вихідних даних за припущення того, що відбувається повне ви-

горання неметалевих матеріалів, визначено середні масові швидкості вигорання кабелів та елементів будівельних конструкцій, які представлено відповідно на рисунках 1 і 2.

Методика випробувань елементів будівельних конструкцій на горючість відрізняється від методики випробувань кабелів на поширення полум'я. Тому для можли-

вості порівняння результатів, наданих на рисунках 1 і 2, проведено контрольний експеримент з визначення довжини вигорання елемента будівельної конструкції за методикою випробувань кабелів [8]. За цією методикою масова швидкість вигорання елемента будівельної конструкції становила $11,43 \text{ г}\cdot\text{хв}^{-1}$.

Для цього елемента за результатами випробувань згідно з ДСТУ Б В.2.7-19 [13] масова швидкість вигорання становила $7,08 \text{ г}\cdot\text{хв}^{-1}$, що в 1,6 рази менше за отриманого згідно з методикою [8], призначеної для випробувань кабелів.

Згідно з ДБН В.1.1-7 [5] на шляхах евакуації допускається застосування будівельних конструкцій з групою горючості Г1 за ДСТУ Б В.2.7-19 [13]. Порівняння даних, представлених на рисунках 1 і 2, встановило, що масова швидкість вигорання кабелів перевищує 2,5 рази і більше масової швидкості вигорання будівельних конструкцій з групою горючості Г1. Отож, згідно з співвідношенням (21) показник токсичності продуктів горіння кабелів має бути в 2,5 рази і більше перевищувати показника токсичності продуктів горіння будівель-

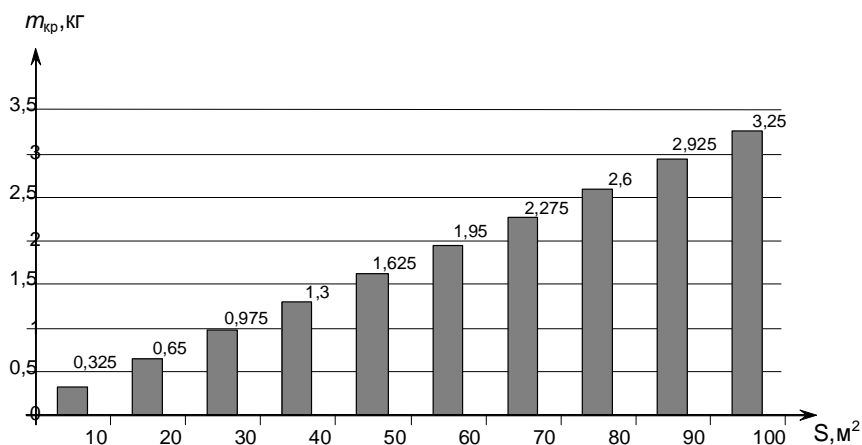


Рис. 4. Критичні маси вигорання кабелів з показником токсичності продуктів горіння, що дорівнює $13 \text{ г}\cdot\text{м}^{-3}$, залежно від площі приміщень з висотою стелі 2,5 м

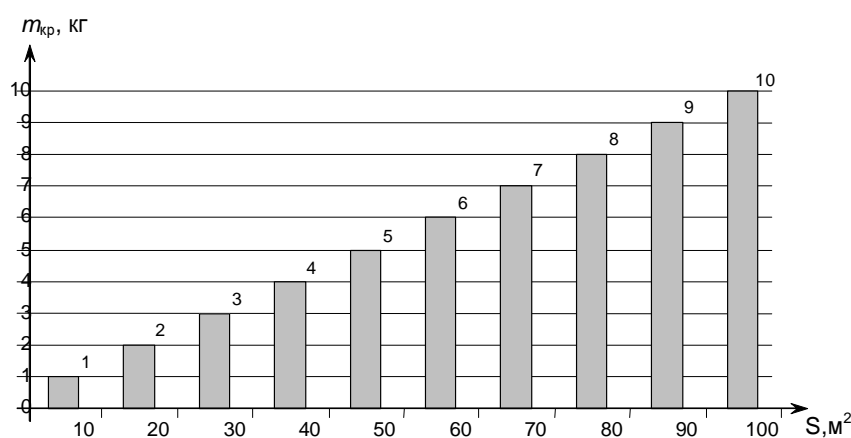


Рис. 5. Критичні маси вигорання кабелів з показником токсичності продуктів горіння, що дорівнює $40 \text{ г}\cdot\text{м}^{-3}$, залежно від площі приміщень з висотою стелі 2,5 м

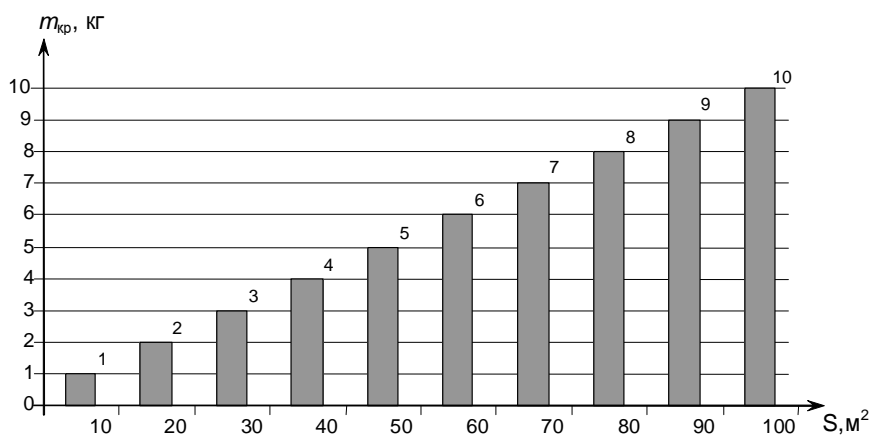


Рис. 6. Критичні маси вигорання кабелів з показником токсичності продуктів горіння, що дорівнює $120 \text{ г}\cdot\text{м}^{-3}$, залежно від площі приміщень з висотою стелі 2,5 м

них конструкцій.

На об'єктах кабелі можуть прокладатись по негорючих будівельних конструкціях. У таких випадках необхідно забезпечувати, щоб під час горіння самих кабелів токсичні продукти не утворювались в небезпечній кількості для людей.

Згідно з вимогами стандартів [8-12] для прокладки кабелів з об'ємом неметалевих матеріалів на одному погонному метрі 7 л (категорії A F/R, A), 3,5 л (категорія B), 1,5 л (категорія C) і 0,5 л (категорія D) допускається повне вигорання кабелів на ділянці 1,5 м. З урахуванням цього та того, що на об'єктах широко застосовуються кабелі, середня густина яких становить приблизно $1500 \text{ г}\cdot\text{м}^{-3}$, вже на стадії проектування передбачається вигорання певної маси прокладки кабелів залежно від категорії об'єму неметалевих матеріалів на одному погонному метрі прокладки кабелів, що показано на рисунку 3.

(22)

Із застосуванням залежності (22) і допустимих рівнів показника токсичності продуктів горіння матеріалів за ГОСТ 12.1.044 [4] визначено критичні маси вигорання кабелів залежно від площі приміщень з висотою стелі 2,5 м, яка має місце в житлових приміщеннях. Критичні маси вигорання кабелів надано на рисунках 4, 5 та 6.

Дані, наведені на рисунку 3, 4, 5 і 6, показують, що для запобігання досягнення токсичними продуктами горіння критичних значень в достатньо широкому діапазоні розмірів приміщень необхідною умовою є застосування кабелів з показником токсичності продуктів горіння більше ніж $120 \text{ г}\cdot\text{м}^{-3}$.

Отримані результати досліджень узгоджується з вимогами щодо токсичної небезпеки продуктів горіння кабелів, встановлених у державних будівельних нормах (ДБН) [14, 15], які нормують вимоги до об'єктів цивільного призначення.

Висновки:

1. Оцінювання токсичної небезпеки продуктів горіння ізолюваних проводів і кабелів, а також будівельних конструкцій за доцільне виконувати через співвідношення показника токсичності продуктів горіння до масової швидкості вигорання.
2. Встановлено, що для забезпечення

пожежної безпеки людей на об'єктах за доцільне застосовувати ізолювані проводи та кабелі з показником токсичності продуктів горіння більше ніж $120 \text{ г}\cdot\text{м}^{-3}$.

Література

1. ГОСТ 12.2.007.14-75 ССБТ. Кабели и кабельная арматура. Требования безопасности. – Введ. 01.01.78. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 2 с.
2. ГОСТ 12.2.007.0-75 ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности. – Введ. 01.01.78. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 15 с.
3. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. – Взамен ГОСТ 12.1.004-85; Введ. 01.07.92. – М.: Изд-во стандартов, 1992. – 78 с.
4. ГОСТ 12.1.044-89. ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. – Взамен ГОСТ 12.1.044-84; Введ. 01.01.91. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 143 с.
5. ДБН В.1.1-7-2002 Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва. – Чинний з 01.05.2003. – К.: Держбуд України, 2003. – 42 с.
6. Fire hazard testing – Part 7-51: Toxicity of fire effluent – Estimation of toxic potency: Calculation and interpretation of test results / Publication IEC/TS 60695-7-51, Ed. 1.0, 2002. – 27 pp.
7. Пат. UA 13017, МПК G01N 7/06 (2006.01). Спосіб визначення показника токсичності продуктів горіння ізолюваних дротів і кабелів / УкрНДІПБ МНС України, УкрНДІМТ МОЗ України – № u 2005 08104; Заявл. 17.08.2005; Опублік. 15.03.2006, Бюл. № 3. –

- 6 с.
8. ДСТУ 4237-3-21:2004 Випробовування електричних кабелів в умовах впливу вогню. Частина 3-21. Випробовування на поширення полум'я вертикально розташованих проводів або кабелів, прокладених у пучках. Категорія А F/R (IEC 60332-3-21:2000, MOD). – Чинний від 2006-01-01. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 11 с.
 9. ДСТУ 4237-3-22:2004 Випробовування електричних кабелів в умовах впливу вогню. Частина 3-22. Випробовування на поширення полум'я вертикально розташованих проводів або кабелів, прокладених у пучках. Категорія А (IEC 60332-3-22:2000, MOD). – Чинний від 2006-01-01. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 10 с.
 10. ДСТУ 4237-3-23:2004 Випробовування електричних кабелів в умовах впливу вогню. Частина 3-23. Випробовування на поширення полум'я вертикально розташованих проводів або кабелів, прокладених у пучках. Категорія В (IEC 60332-3-23:2000, MOD). – Чинний від 2006-01-01. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 10 с.
 11. ДСТУ 4237-3-24:2004 Випробовування електричних кабелів в умовах впливу вогню. Частина 3-24. Випробовування на поширення полум'я вертикально розташованих проводів або кабелів, прокладених у пучках. Категорія С (IEC 60332-3-24:2000, MOD). – Чинний від 2006-01-01. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 10 с.
 12. ДСТУ 4237-3-25:2004 Випробовування електричних кабелів в умовах впливу вогню. Частина 3-25. Випробовування на поширення полум'я вертикально розташованих проводів або кабелів, прокладених у пучках. Категорія D (IEC 60332-3-25:2000, MOD). – Чинний від 2006-01-01. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 10 с.
 13. ДСТУ Б В.2.7-19-95 (ГОСТ 30244-94) Будівельні матеріали. Матеріали будівельні. Методи випробувань на горючість. – Чинний від 1996-09-01 / Пожежна безпека. Протипожежні вимоги в галузі проектування та будівництва. – Т. 6. – Київ: Пожінформтехніка, 2000. – С. 198-223.
 14. Зміни нормативних документів, що діють у галузі будівництва (у зв'язку з введенням у дію ДБН В.1.1-7-2002 “Пожежна безпека об'єктів будівництва”). – Чинні з 01.04.2005. – К.: Держбуд України, 2005. – 47 с.
 15. ДБН В.2.2-15-2005 Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення. – Чинний з 01.01.2006. – К.: Держбуд України, 2005. – 36 с.

Резюме

НОРМИРОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ ПО ТОКСИЧНОЙ ОПАСНОСТИ ПРОДУКТОВ ГОРЕНИЯ КАБЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ

Шафран Л.М., Харченко И.О., Кравченко Р.И., Скоробагатько Т.Н., Новак С.В.

Получены зависимости для оценки токсичной опасности продуктов горения изолированных проводов и кабелей. Показано, что оценку токсичной опасности продуктов горения этих изделий, а также строительных конструкций целесообразно выполнять по отношению показателя токсичности продуктов горения к массовой скорости выгорания. На основании результатов исследований установлено, что для обеспечения пожарной безопасности людей на объектах целесообразно применять изолированные провода и кабели с показателем токсичности продуктов горения

более $120 \text{ г}\cdot\text{м}^{-3}$, что согласовывается с требованиями государственных строительных норм (ДБН) в области проектирования и строительства объектов гражданского назначения.

Summary

STANDARDIZATION OF REQUIREMENT CONCERNING TO TOXIC HAZARD FIRE EFFLUENTS OF CABLE PRODUCTS

Shafran L.M., Kharchenko I.O., Kravchenko R.I., Skorobagatko T.N., Novak S.V.

The dependences for an estimation of toxic hazard fire effluents of insulated

wires and cables have been obtained. It has been shown that it is possible to carry out estimation of toxic hazard fire effluents of these articles, and also of building constructions taking into account ratio of toxic index of fire effluents to their burn-up mass rate. On of results of studies it has been established that in order to provide of fire safety of persons within facilities it is expedient to apply insulated wires and cables with toxic index fire effluents above $120 \text{ г}\cdot\text{м}^{-3}$, that agrees with the requirements of state building norms (ДБН) in the domain of designing and building of civil facilities.

УДК 662.24

ПЛАСТИКАТЫ С НИЗКОЙ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТЬЮ ТИПА ПП (ТОРГОВОЕ НАЗВАНИЕ «LOWSGRAN»)

Довженко И.Г.

Компания «Проминвест», г. Харьков

Впервые поступила в редакцию 11.10.2006 г. Рекомендована к печати на заседании ученого совета НИИ медицины транспорта (протокол № 7 от 18.11.2006 г.).

Компания «Проминвест» образована в 1993г. и специализируется на производстве пластикатов ПВХ для оболочек и изоляции электрических кабелей. Компания крупнейший производитель на Украине этой продукции и обеспечивает ее поставку на большинство кабельных предприятий СНГ. Для целей разработки новых марок и рецептур кабельных пластикатов и контроля качества компанией созданы аналитическая и научно-исследовательская лаборатория.

В последние годы особое внимание привлечено к проблеме безопасности продуктов горения синтетических полимерных материалов, т.к. они широко применяются во всех отраслях про-

мышленности, в том числе и кабельной. К кабелям, эксплуатирующимся в пожароопасных местах (шахты, электростанции, нефтехимические предприятия, общественные здания и т.д.) предъявляются повышенные требования к нераспространению горения, пониженному дымо- и газовыделению, токсичности продуктов горения. Статистические данные свидетельствуют, что одной из основных причин пожаров является возгорание кабель-

Таблица 1.

Требования к пожарной безопасности кабельных изделий

| № п/п | Задачи пожарной безопасности электрических кабелей |
|-------|---|
| 1 | Предотвращение распространения пламени от очага возгорания, в частности по кабельным каналам. |
| 2 | Обеспечение условий пожаротушения. |
| 3 | Обеспечение условий быстрой эвакуации людей. |
| 4 | Минимальное токсическое воздействие на людей, как во время эвакуации, так и во время пожаротушения. |
| 5 | Функционирование систем безопасности в случае пожара. |
| 6 | Защита приборов и оборудования от повреждения газообразными продуктами горения. |

ных изделий, а гибель людей происходит при отравлении продуктами горения.

Требования к пожарной безопасности кабельных изделий вытекают исходя из решения задач, представленных в таблице 1.

В начале 80-х годов требования к пожарной безопасности кабелей сводились в основном к нераспространению горения по длине кабельных изделий, проложенных одиночным кабелем (МЭК 332-1), или проложенными в пучках (МЭК 332-3 категория А, ГОСТ 12176 часть 3 категория А). Решение этих задач достигалось применением оболочек кабельных изделий изготовленных из пластикатов марок О40 (ГОСТ 5960) и НГП 30-32 (НГП 40-32) (ТУ 1328-86).

Новые требования пожарной безопасности кабелей вошли в международные стандарты лишь на рубеже 80-х и 90-х годов. Эти требования представлены в табл. 2

Учитывая повышенную пожарную опасность кабельных изделий, в России с 1 января 1998г. введены обязательные нормы пожарной безопасности НПБ 248-97.

Для удовлетворения новых требований пожарной безопасности необходимо было разработать новые материалы. В 1999г. было заключено соглашение между компанией «Проминвест», специализирующейся на разработке и выпуске кабельных пластикатов, и ВНИИКП о сотрудничестве по созданию и внедрению пластикатов пониженной пожарной опасности. В результате совместной работы в 2001 году был представлен ряд рецептур пластикатов, предназначенных для изоляции, оболочек, внутреннего заполнения кабелей.

Сравнительные характеристики пластикатов представлены в таблице 3.

Из приведенных данных видно, что основные параметры, характеризующие пожарную безопасность, у пластикатов типа ПП (торговое название «Lowsgran») лучше. Это более высокое значение КИ, более низкое значение параметра ды-

мообразования и выделения хлористого водорода, пониженная токсичность продуктов горения.

- Токсичность продуктов горения поливинилхлоридных материалов и безгалогенных композиций на основе полиолефинов обусловлена, в основном, наличием двух газов в продуктах горения: оксида углерода и хлористого водорода. При этом оксид углерода представляет большую опасность, так как хлористый водород относится к классу ирритантов (т.е. вызывает раздражение органов дыхания и слизистых оболочек), а оксид углерода имеет нервно-паралитическое воздействие.
- Хлористый водород обладает острым раздражающим запахом, уровень его обнаружения по запаху очень низок – 0,77 ppmV (частей на миллион частей воздуха), что является дополнительным предупреждающим фактором для начала эвакуации людей находящихся в зоне возгорания.
- Оксид углерода не имеет запаха, и отравление людей происходит незаметно для них. Люди не имеют возможности оценить опасность и вовремя покинуть помещение.
- Хлористый водород тяжелее воздуха (в отличие от других токсичных газов, в частности, оксидов углерода) поэтому необходимо сжигание большего количества поливинилхлорида для достижения опасных для жизни человека концентраций на уровне 1,5 м от пола. Следовательно, имеется дополнительное время для эвакуации.
- При воздействии хлористого водорода можно защититься от его раздражающего действия в первые минуты, приложив ко рту платок, смоченный водой, что позволит сэкономить дополнительное время на эвакуацию.

Состав и количество основных токсичных газов, образующихся при горении, различных полимерных композиций представлен в таблице 4.

Особенно хотелось бы остановиться на методе определения суммарной токсичности летучих продуктов горения (ГОСТ 12.1.044-89), который заключается в следующем:

Последовательно сжигают пробы вещества, отличающиеся по весу, а летучие продукты направляются в камеру с мышами. В результате определяется количество вещества, при сжигании которого гибнет 50% подопытных животных. Чем большее количество вещества необходимо сжечь для гибели 50% животных, тем оно менее токсично. Таким образом, определяют так называемый коэффициент токсичности – H_{50} г/м³. Чем выше коэффициент токсичности – H_{50} г/м³, тем более безопасный материал

Согласно ГОСТ 12.1.044 материалы разделяются на 4 класса опасности.

Классификация материалов по значению показателя токсичности продуктов горения представлена в таблице 5.

Сравнительные характеристики по токсичности и классу опасности, определяемые биологическим методом по ГОСТУ 12.1.044-89, для пластикутов различных типов и композиций представлены в таблице 6.

Как видно из таблиц, ПВХ композиции с пониженной пожарной опасностью относятся к малоопасным веществам и имеют в этом отношении определенное преимущество по сравнению с безгалогенным компаундом.

Материалы типа ПП (торговое название «Lowsgran») имеют хорошие характеристики грибостойкости, необходимые для кабелей, используемых в условиях как влажных, так и сухих тропиков.

Таблица 2.

Новые требования к пожарной безопасности кабелей по международным стандартам

| № | Наименование показателя | Обозначение в марках кабелей | Нормативная база для оценки показателя |
|---|---|-------------------------------|--|
| 1 | Нераспространение горения | Индекс «НГ» | ГОСТ 12176, часть 3, категория «А» (ГОСТ Р МЭК 332-3-96) |
| 2 | Дымогазовыделение при горении и тлении | Индекс «LS» (Low smoke) | МЭК 61034, части 1 и 2 |
| 3 | Коррозионная активность продуктов дымо- и газовыделения | Индекс «HF» (Halogen free) | ГОСТ Р МЭК 60754, часть 2 |
| 4 | Огнестойкость | Индекс «FR» (Fire resistance) | МЭК 60331-11 МЭК 60331-24 |

Таблица 3.

Сравнительные характеристики пластикутов

| Наименование | Значение показателей | | | | |
|--|----------------------|-----------|----------------|-----------|--------|
| | Кабели «нг» | | Кабели «нг-LS» | | |
| | и 40-13 | НГП 40-32 | ППИ 30-30 | ППО 30-35 | ППВ 28 |
| Кислородный индекс (КИ), % | 23 | 32 | 30 | 35 | 28 |
| Дымообразование в камере по ГОСТ 12.1.044-89, м ³ /м·кг | 1070 | 560 | 280 | 200 | 150 |
| Массовая доля HCl, выделяющегося при горении, % | 36,7 | 23,1 | 13,0 | 14,0 | 5,0 |
| Удельная теплота сгорания, МДж/кг | 25,8 | 19,7 | 18,9 | 17,8 | 10,0 |
| Токсичность, H_{50} , г/м ³ | 36 | 35 | 83 | 169 | 130 |

Пожаробезопасные кабели нового поколения, изготовленные с применением пластикутов типа ПП (в «Lowsgran»), разработаны для использования на атомных электростанциях (вне гермозоны), в местах повышенного скопления людей, строительстве, судостроении, метрополитене, для подвижного состава электро- и железнодорожного транспорта и т. д.

Компания «Проминвест» совместно с ВНИИКП продолжает работы по совершенствованию существующих рецептур пластикутов типа ПП, а также над созданием но-

Состав и количество основных токсичных газов, образующихся при горении различных полимерных композиций

| Наименование композиций, марка | Продукты газовой выделения, мг/г | |
|--------------------------------|----------------------------------|-----|
| | СО | НСІ |
| ПЭ 153-10К | 246 | - |
| ПВХ: И40-13А | 155 | 358 |
| НГП 30-32 | 150 | 238 |
| «Lowsgran» | | |
| ППИ 30-30 | 65 | 130 |
| ППО 30-35 | 31 | 132 |
| ППВ 28 | 40 | 50 |

вых рецептур пластикатов.

Хочу предложить Вам выдержки из доклада академика Пешкова И.Б. председателя совета директоров института кабельной промышленности г. Москва.

Доклад был сделан на собрании ассоциации «Интеркабель» 22 октября 2003г. в Италии. Собрание было посвящено теме: «Изоляционные материалы для кабелей не распространяющих горение и огнестойких, оборудование для их переработки».

Благодаря низкой дымообразующей способности ПВХ композиций изоляции и оболочки кабелей «НГ-LS» указанные кабели удовлетворяют нормам МЭК 61034-2 по оптической плотности дыма при испытании в режимах горения и тления в камере 27 м³. Кабели «НГ-LS» по показателю «оптическая плотность дыма» уступают кабелям безгалогенного типа, однако как это видно из данных приведенных на слайде 7 удовлетворяют современным нормам. Кабели с ПВХ изоляцией и кабели с ПВХ оболочкой общепромышленного исполнения и использования «НГ» относятся к «высокодымным» кабелям и нормам МЭК 61034-2 не соответствуют.

Область, в которой пожарная нагрузка является критичной и при которой происходит распространение горения, для кабелей исполнения «НГ-LS» весьма

Таблица 4. незначительна. Это свидетельствует о том, что при прокладке кабелей «НГ-LS» в большинстве случаев применение дополнительных мер по огнезащите не требуется.

Дальнейшее развитие производства всех типов кабелей с улучшенными показателями пожарной опасности сдерживается неразвитостью нормативной базы по применению кабелей.

Выводы.

1. В России освоено промышленное производство кабелей серии «НГ-LS» с улучшенными показателями пожарной безопасности на базе поливинилхлоридных композиций с пониженным дымо- и газовыделением. Согласованы области применения кабелей для объектов атомной энергетики, метрополитенов, жилых и общественных зданий.
2. Для систем АЭС, расположенных в гермозоне, освоено производство безгалогенных кабелей на основе полимерных композиций, закупаемых по импорту.

Предложения компании «Проминвест»

На Украине сертификация кабельных изделий с точки зрения пожарной безопасности не является обязательной, что приводит к возможному появлению некачественной продукции.

Возможные пути решения этой проблемы:

1-й путь как в России:

- введение обязательной сертификации кабельных изделий по новым нормам пожарной безопасности с обязательным указанием производителя изоляционных материалов;
- введение обязательной сертификации

ции материалов, предназначенных для пожаробезопасных кабелей.

2-й путь:

Также одним из решений может являться создание отечественных норм пожарной безопасности и механизма их обязательного исполнения, а как временная мера: создание инструкции по применению кабеля с низкой пожарной опасностью.

Также необходимо внести соответствующие изменения в ПУЭ и СНиПы и соответственно в проектную документацию предприятий разработчиков.

Под механизмом исполнения НПБ понимается **следующая процедура:**

1. Обязательное согласование органами МЧС технических условий или другого нормативного документа на кабельные изделия, а также негорючие изоляционные материалы.
2. Предусмотреть в ТУ (или другом нормативном документе, по которому изготавливаются кабели) новые показатели пожарной безопасности и установить периодичность их проверки.
3. Проверку по показателям пожарной безопасности производить только в лабораториях, аккредитованных соответствующим органом МЧС на проведение данного типа испытаний.
4. Ввести обязательную сертификацию импортируемых кабельных изделий и негорючих изоляционных материалов на соответствие введенным нормам пожарной безопасности.
5. Совместно с территориальными

Таблица 5.

Классификация материалов по значению показателя токсичности продуктов горения представлена

| Класс опасности | Группы токсичности | H_{50} , г·м ⁻³ , при времени экспозиции 30 мин |
|---------------------|--------------------|--|
| Чрезвычайно опасные | T ₄ | До 13 |
| Высокоопасные | T ₃ | 13-40 |
| Умеренноопасные | T ₂ | 40-120 |
| Малоопасные | T ₁ | Св. 120 |

Таблица 6.

Сравнительные характеристики по токсичности и классу опасности, определяемые биологическим методом по ГОСТУ 12.1.044-89

| Марка материала | Время разложения, мин | Массовая доля летучих веществ, мг/г | | Показатель токсичности, H_{50} , г/м ³ | Класс опасности |
|--------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-----|---|------------------|
| | | СО | НСІ | | |
| ППО 30-35 | 17 | 31 | 132 | 169 | Малоопасный |
| НГП 30-32 | 14 | 200 | 203 | 34 | Высокоопасный |
| НГП 40-32 | 16 | 198 | 231 | 35 | Высокоопасный |
| Безгалогенная композиция | 11 | 128 | - | 51 | Умеренно опасный |

органами Госпотребстандарта провести экспертизу существующих нормативных документов на кабельные изделия и негорючие изоляционные материалы на соответствие установленных в них требований пожарной безопасности и при не соответствии или отсутствии указаний этих норм, провести пересмотр и внести соответствующие указания.

Резюме

ПЛАСТИКАТИ З НИЗЬКОЮ ПОЖЕЖНОЮ НЕБЕЗПЕЧНІСТЮ ТИПА ПП (ТОРГОВА НАЗВА «LOWSGRAN»)

Довженко І.Г.

Подальший розвиток виробництва всіх типів кабелів з поліпшеними показниками пожежної небезпеки стримується нерозвиненістю нормативної бази по вживанню кабелів. Необхідно передбачити в ТУ (або іншому нормативному документі, по якому виготовляються кабелі) нові показники пожежної безпеки і встановити періодичність їх перевірки. Необхідно ввести обов'язкову сертифікацію кабельних виробів і негорючих ізоляційних матеріалів, що імпортуються, на відповідність нормам пожежної безпеки

Summary

PLASTICS WITH LOW FIRE DANGER OF TYPE PP (AUCTION NAME «LOWSGRAN»)

Dovzhenko I.G.

Subsequent development of production of all types of cables with the improved indexes of fire danger restrains temper by the lack of development of normative base after the

use of cables. It is necessary to foresee in THAT (or other normative document, which cables are made on) new indexes of fire safety and set periodicity of their verification. It is necessary to enter obligatory certification of cable wares and noncombustible isolating materials, which are imported, on accordance to the norms of fire safety.

УДК 614.842

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВОГНЕГАСНОЇ ТА ФЛЕГМАТИЗУВАЛЬНОЇ
ЗДАТНОСТІ ПЕНТАФТОРЕТАНУ (HFC- 125) ТА
ГЕПТАФТОРПРОПАНУ (HFC-227EA)**

Цапко Ю.В., Жартовський В.М., Ременець М.І., Соколенко К.І.

Український НДІ пожежної безпеки, Київ

Впервые поступила в редакцию 11.10.2006 г. Рекомендована к печати на заседании ученого совета НИИ медицины транспорта (протокол № 7 от 18.11.2006 г.).

Одним із основних напрямків профілактики пожежі є запобігання утворенню горючого середовища шляхом підтримання у приміщенні концентрації окисника в його суміші з горючою речовиною поза концентраційними межами поширення полум'я або підтримання достатньої концентрації флегматизатора в газовому середовищі об'єкта, що підлягає захисту.

Одним з найважливіших заходів, направлених на забезпечення надійного протипожежного захисту об'єкту, є застосування установок автоматичного пожежогасіння. Найперспективнішими є установки, які використовуються для попередження пожежі шляхом утворення найбільш надійних умов експлуатації об'єктів, зокрема, флегматизування атмосфери в технологічному обладнанні або в приміщенні. Такий підхід до проблеми протипожежного захисту відповідає вимогам концепції створення єдиної державної системи попередження і реагування на аварії, катастрофи та інші надзвичайні ситуації.

На підприємствах транспорту газу України експлуатуються значна кількість установок пожежогасіння споряджених галоном 1301 або хладоном 114B2. Як відомо, ці вогнегасні речовини є чинниками руйнування озонового шару Землі і підпадають під

дію Монреальського протоколу [1]. Значення озоноруйнівного потенціалу (ODP) вказаних речовин відносно фтортрихлорметану становлять 10,0 та 6,0 відповідно [2, 3]. Україна може використовувати для внутрішніх потреб лише наявні на своїй території запаси або регенеровані хладони до повного їх вичерпання. З огляду на те, що запаси галону 1301 та хладону 114B2 з кожним роком зменшуються, необхідно поступово переходити на використання озононеруйнівних хладонів та закладати їх у проектні рішення новостворюваних систем газового пожежогасіння.

Флегматизування атмосфери виробничих приміщень деякими інгібіторами, які належать до галогенованих вуглеводнів, забезпечує можливість не лише захисту від вибухів, але й запобігання виникненню пожеж. при цьому важливо зазначити, що необхідні для флегматизування однакових середовищ концентрації інгібіторів набагато менші, ніж інертних розріджувачів, і становлять звичайно 3-9 % об. це зумовлює можливість, по-перше, швидкого створення зафлегматизованого середовища (що важливо у випадку швидкого заповнення приміщення вибухонебезпечною речовиною), а по-друге, досягнення ефекту флегматизування за високого остаточного вмісту кис-

Таблиця

Найбільш поширені газові вогнегасні речовини та деякі їх характеристики [4]

| Назва ГВР | Торгові назви та позначення ГВР | Хімічний склад, % об. | Молярна маса, г/моль ^[1] | МВК (н-гептан), % об. | Нормативна вогнегасна концентрація | МФК (метан), % об. ^[2] |
|--|---------------------------------|---|-------------------------------------|-----------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| галон 1301 | хладон 13В1 | CF ₃ Br | 148,93 | 3,7 ^[4] | 4,4 | 4,5 |
| галон 1211 | хладон 12В1 | CF ₂ ClBr | 165,4 | 4,3 ^[4] | 5,2 | нема даних |
| галон 2402 | хладон 114В2 | CF ₃ Br-CF ₂ Br | 259,9 | 2,4 ^[3] | 2,9 | нема даних |
| HCFC-124 | хладон 124; FE 24 | CF ₃ -CHFCl | 136,5 | 6,7 ^[2] | 8,0 | нема даних |
| HFC-125 | хладон 125; FE 25 | CF ₃ -CHF ₂ | 120,02 | 8,1 ^[2] | 9,7 | нема даних |
| HFC-23 | хладон 23; FE 13 | CHF ₃ | 70 | 12,0 ^[2] | 14,4 | 20,2 |
| HFC-227ea | хладон 227ea; FM-200 | CF ₃ -CHF-CF ₃ | 170 | 6,6 ^[2] | 7,9 | 8,0 |
| HCFC Blend A (HCFC-22 HCFC-124 HCFC-123) | NAF-S-III | CHClF ₂ CHClFCF ₃ CHCl ₂ CF C ₁₀ H ₁₆ | 92,9 | 9,9 ^[2] | 11,9 | 18,3 |
| HFC-236 fa | хладон 236 fa; FE 36 | CF ₃ CH ₂ CF ₃ | 152 | 5,3 ^[2] | 6,4 | нема даних |
| FC-2-1-8 | CEA 308 * | CF ₃ CF ₂ CF ₃ | 188 | 7,3 ^[2] | 8,8 | 8,9 |
| FC-3-1-10 | CEA 410 | C ₄ F ₁₀ | 238 | 5,9 ^[2] | 7,1 | 7,8 |
| FC-5-1-14 | CEA 614 | CF ₃ (CF ₂) ₄ CF ₃ | | 4,0 ^[2] | 4,8 | нема даних |
| FIC-1311 | Triiodide; CF ₃ I | CF ₃ I | 195,9 | 3,0 ^[2] | 4,3 | 6,5 |

¹⁾ Промышленные фторорганические продукты: Справ. изд./ Б.Н.Максимов, В.Г.Барабанов, И.Л.Серушкин и др.- Изд. 2-е, пер. и доп.-СПб: Химия, 1996.-544с.

²⁾ ISO 14520 Gaseous fire extinguishing systems - Physical properties and system design.

³⁾ Юдин В., Шуринов А. К вопросу о замене озоноразрушающих хладонів в смонтированных установках пожаротушения. Пожарное дело, № 8, 1997 - с. 60 - 61.

⁴⁾ Галогенсодержащие пожаротушающие агенты. Свойства и применение: Справ. изд. / В.Г.Барабанов, Е.Г.Белевцев, В.С.Зотиков и др. Под ред. докт. техн. наук Н.П.Копылова.- СПб: ТЕЗА, 1999.-132 с

ню (понад 18 % об.), що припустиме для перебування людей у такому середовищі.

Схильність хладонів до гальмування процесу горіння обумовлена присутністю в їх молекулах атомів бром, хлору та фтору. Однак саме атоми Br та Cl спричинюють активну озоноруйнівну дію молекул хладону в цілому. Тому хладони, що не містять у своєму складі таких атомів мають перспективу застосування.

В якості альтернативних озоноруйнівним вогнегасним речовинам можна назвати хладон 125 та 227ea, що належить до групи неповністю заміщених фторвуглеводнів HFC. У світі в тому числі й в Росії налагоджено його виробництво, але застосування в системах протипожежного захисту деякою мірою стримується великою ціною та обмеженістю щодо вогнегасної та флегматизувальної ефективності цих речовин. Деякі важливі фізико-хімічні та вогне-

гасні характеристики хладонів наведено в табл. 1, де також наводиться нормативна вогнегасна концентрація, що використовується при проектуванні систем пожежога-сіння, але для більшості речовин не всі характеристики відомі, зокрема, значення мінімальної флегматизувальної концентрації.

Метою роботи було визначення вогнегасної ефективності, альтернативних озоноруйнівним речовинам, пентафторетану (HFC- 125) та гептафторпропану (HFC-

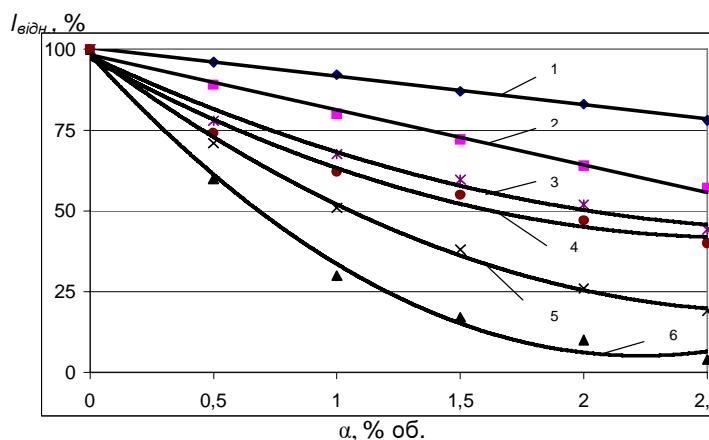


Рис. 1. Залежність відносної інтенсивності випромінювання гідроксильних радикалів $I_{відн.}$ від витрати газової вогнегасної речовини α , що подається в полум'я н-гептану: 1 - азот; 2 - діоксид вуглецю; 3 - хладон 125; 4 - хладон 227ea; 5 - хладон 13В1; 6 - хладон 114В2

227ea).

Дослідження процесів взаємодії активних радикалів полум'я з вогнегасними речовинами дають можливість зробити науковий підхід до вибору, як нових, так і модернізації існуючих вогнегасних речовин.

Одним з методів, який дозволяє визначити вплив на полум'я вогнегасної речовини є оптична спектроскопія.

У роботах [5, 6] показано, що швидкість полуменевого горіння органічних речовин, яке відбувається за ланцюговим механізмом через утворення вільних радикалів, перебуває у пропорційній залежності від концентрації гідроксильних радикалів. Авторами цих робіт проведено експериментальні дослідження залежності інтенсивності їх електромагнітного випромінювання від концентрації інгібіторів і розріджувачів методом спектрофотометрії, та показано, що інтенсивності випромінювання гідроксильних радикалів від концентрації як інгібіторів, так і розріджувачів, які подаються в полум'я

пропаноповітряної суміші, видно, що зі збільшенням кількості флегматизатора інтенсивність випромінювання гідроксильних радикалів знижується не в однаковій мірі. Так, для зменшення інтенсивності випромінювання цих радикалів на 10 % необхідно додати: 0,11 % (об.) $C_2F_4Br_2$; 0,15 % CH_2Br_2 ; 0,26 % C_2H_5Br ; 0,43 % CCl_4 ; 0,51 % CF_3Br ; 0,81 % $CHCl_3$; 2,4 % CO_2 ; 4,25 % N_2 ; 8,1 % He.

В роботі [7, 8] проводились дослідження з визначення інгібіруювальних властивостей вогнегасних речовин таких, як азот, діоксид вуглецю, галон 1301 та хладон 114B2, їх сумішей, а також водних розчинів неорганічних солей, які широко використовуються в пожежогасінні. Зокрема, показано, що інтенсивність випромінювання гідроксильних радикалів має значно менші значення у разі застосування інгібіторів горіння (хладон 114B2, галон 1301) ніж у разі застосування флегматизаторів горіння (азот, діоксид вуглецю).

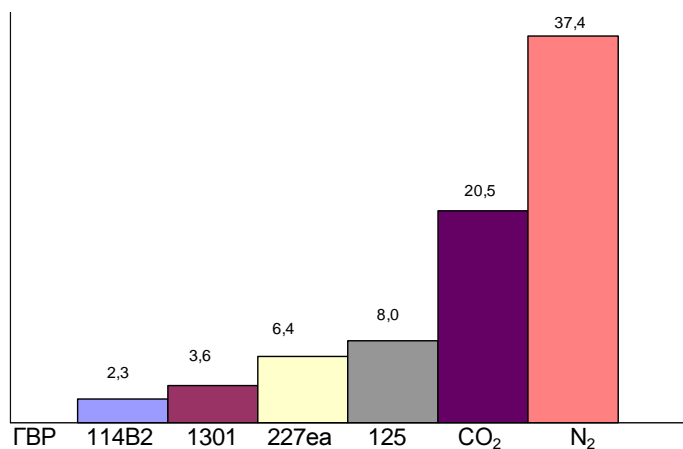


Рис. 2. Результати визначення МВК під час гасіння полум'я *n*-гептану газовими вогнегасними речовинами

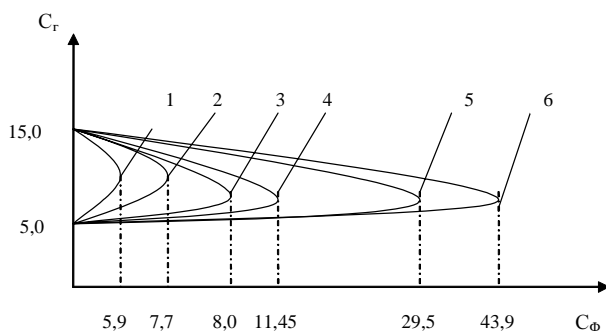


Рис. 3. Мінімальна флегматизувальна концентрація газових вогнегасних речовин для метаноповітряних сумішей: 1 - хладон 114B2; 2 - хладон 13B1; 3 - хладон 227ea; 4 - хладон 125; 5 - діоксид вуглецю; 6 - азот

З метою виявлення впливу на активні радикали полум'я хладону 125 та 227ea були проведені відповідні експериментальні дослідження. Робота проводилась на установці по дослідженню інгібіруювальних властивостей твердих, рідких та газоподібних речовин [9]. Як горюча речовина використовувалась пара *n*-гептану, одержана способом карбюрації.

Випромінювання полум'я фіксувалось за допомогою спектрометра СДЛ-1. За міру ефективності дії хладонів приймалось зменшення інтенсивності випромінювання смуги 3064 Е, що належить ОН-радикалу. Результати досліджень по взаємодії з полум'ям хладонів наведе-

но на рис. 1.

Результати приведених досліджень показують зменшення інтенсивності випромінювання ОН-радикалів під час подавання хладонів.

За методикою ДСТУ 3958 [3] з використанням метрологічно атестованого обладнання експериментально визначено мінімальну вогнегасну концентрацію газових вогнегасних речовин методом "чашкового пальника" (МВК-П), який базується на створенні в динамічних умовах ламінарного потоку газоповітряної суміші заданого складу шляхом змішування потоків її компонентів, які надходять з дозувальних пристроїв із заданими витратами навколо модельного осередка горіння. Результати досліджень наведено на рис. 2.

За ДСТУ 3958 [3] експериментально визначено C_{ϕ} для сумішей, яким відповідають точки кривої флегматизування. В основу досліджень з визначення кривої флегматизування покладено метод, який базується на послідовному приготуванні у випробувальній камері газових сумішей із горючої речовини, повітря і газової вогнегасної речовини заданого складу з подальшим вимірюванням надлишкового тиску, який створюється після внесення в них джерела запалювання із заданою енергією [4]. Одержані результати наведено на рисунку 3.

Таким чином, в результаті проведення встановлено, що пентафторетан та гептафторпропан можна застосовувати в якості індивідуальної газової вогнегасної речовини як для гасіння пожеж так і для флегматизування горючих газових середовищ з урахуванням вимог щодо охорони озонового шару землі.

Література

1. Руководство по международным договорам в области охраны озонового слоя. Венская конвенция (1985 год). Монреальский протокол (1987 год). Пятое издание (2000 год). - 439 с.
2. Промышленные фторорганические продукты: Справ. изд./ Б.Н.Максимов, В.Г.Барабанов, И.Л.Серушкин и др.- Изд. 2-е, пер. и доп.-СПб: Химия, 1996.-544с.
3. Копылов Н.П. Проблемы газового пожаротушения в свете требований Монреальского протокола по хлорфторуглеводам // Проблемы предотвращения и тушения пожаров на объектах нар. х-ва, Матер. 11 научн. Конф., М., 1992. – С. 16-24.
4. Откідач Д.М., Цапко Ю.В., Соколенко К.І. Флегматизування горючих газових середовищ. – К.: Пожінформтехніка, 2005. - 196 с.
5. Шварцман Н.А., Янговский С.А., Порсов М.И. Эффективная энергия активации пламен ингибированных пропановоздушных смесей. - В кн. Ингибирование цепных газовых реакций: Материалы совещания по механизму ингибирования цепных газовых реакций. Алма-Ата: - 1971.- С. 90-101.
6. Янговский С.А., Шварцман Н.А., Порсов М.И. Влияние ингибиторов на нормальную скорость и спектральные характеристики предварительно перемешанных пропано-воздушных пламен. - В кн.: Проблемы горения и тушения. Часть II. Пожарная техника и тушение пожаров: Материалы II Всесоюзной научно-технической конференции. М.: ВНИИПО, 1974. - С. 19-32.
7. Жартовський В.М., Откідач М.Я., Цапко Ю.В., Тропінов О.Г., Дослідження з визначення вогнегасної ефективності сумішей інгібіторів горіння та інертних розріджувачів. // Науковий вісник УкрНДІПБ. К.: УкрНДІПБ, 2003. - №2 (8). - С. 5-10.
8. Жартовський В.М., Откідач М.Я., Тропінов О.Г., Цапко Ю.В. Дослідження деяких аспектів впливу водних розчинів неорганічних солей на полум'я н-гептану. // Науковий вісник УкрНДІПБ. К.: УкрНДІПБ, 2004. - №1 (9). - С. 14-20.
9. Тропинов А.Г., Жартовский В.М., Антонов А.В. Краснянский М.В. О совершенствовании методов исследования ингибирующей способности огнетушащих порошков. – Донецк, 1987. – 8 с. Рукопись представлена ВНИИГД Деп. В

ЦНИИУГОЛЬ 15 января 1988, № 4397-88.

10. ДСТУ 3958-2000. Газові вогнегасні речовини. Номенклатура показників. Загальні технічні вимоги. Методи випробувань.- Київ: Держстандарт України. 2000.

Резюме

ИССЛЕДОВАНИЕ ОГНЕТУШИТЕЛЬНОЙ И ФЛЕГМАТИЗИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПЕНТАФТОРЕТАНА (HFC- 125) И ГЕПТАФТОРПРОПАНА (HFC-227EA)

*Цапко Ю.В., Жартовский В.М.,
Ременец М.И., Соколенко К.И.*

Методом оптической спектроскопии определена ингибирующая способность пентафторетана и гептафторпропана, а также по стандартным методикам проведены экспериментальные исследования условий

прекращения горения n-гептана и концентрационные пределы распространения пламени в смесях воздуха с метаном газовым огнетушительным веществом.

Summary

RESEARCH FIRE EXTINGUISHING AND PHLEGMATIZATION ABILITIES OF PENTAFLUORETHANE (HFC-125) AND HEPTAFLUORPROPANE (HFC-227EA)

*Tsapko Yu.V., Zhartovsky V.M.,
Remenets M.I., Sokolenko K.I.*

The stopping power of pentafluorethane and heptafluorpropane was researched by method of optical spectroscopy determines and experiment for study of conditions of the arrest of burning of n-heptane and concentration limits of flame spread in admixtures of air with methane gas fire extinguishing material by standard procedures was carry out.

УДК 682.03:05

ВИЗНАЧЕННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ РИЗИКІВ ЗАГИБЕЛІ ЛЮДЕЙ В УКРАЇНІ

Харченко І.О., Скоробагатько Т.М., Климаць Р.В., Якименко О.П.

Українці пожежної безпеки МНС України, м. Київ

Впервые поступила в редакцию 15.09.2006 г. Рекомендована к печати на заседании ученого совета НИИ медицины транспорта (протокол № 7 от 18.11.2006 г.).

Ретроспективний погляд на розвиток цивілізації переконує, що чим швидше рухається вперед наукова і технічна думка, тим динамічніше зростають промисловість і інші сфери людської діяльності, тим гостріше постає проблема пожеж і пожежної безпеки, та тим тісніше переплітаються в ній соціальні, економічні й екологічні проблеми.

Щодня на планеті з різних причин постійно виникають надзвичайні ситуації різного характеру, що наносять велику шкоду природі і суспільству. На них гинуть і травмуються люди, знищуються матеріальні й духовні цінності, погіршується якість середовища проживання, довкілля.

На кінець ХХ століття на земній кулі щорічно реєструвалося приблизно 7 млн.

пожеж, на яких гинуло близько 70 тис. чол. Кожні 3 секунди на Землі де-небудь виникає пожежа. Щогодини на пожежах гине 8 чол. і декілька десятків чоловік одержують травми.

Пожежі стали серйозною проблемою для багатьох країн світу. З кожним роком збільшується їх негативний вплив на економіку та екологію, вони все частіше загрожують життю і здоров'ю людей [1, с. 6].

Статистика пожеж та наслідків від них значною мірою є відбитком стану економіки держави, соціальних та демографічних процесів, які відбуваються у суспільстві.

Аналіз динаміки пожеж за останні роки переконує, що, незважаючи на до-

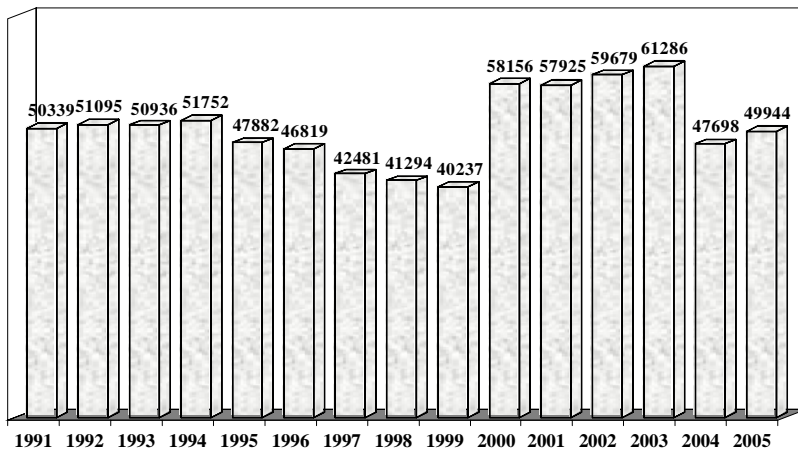


Рис. 1. Динаміка кількості пожеж в період незалежності України

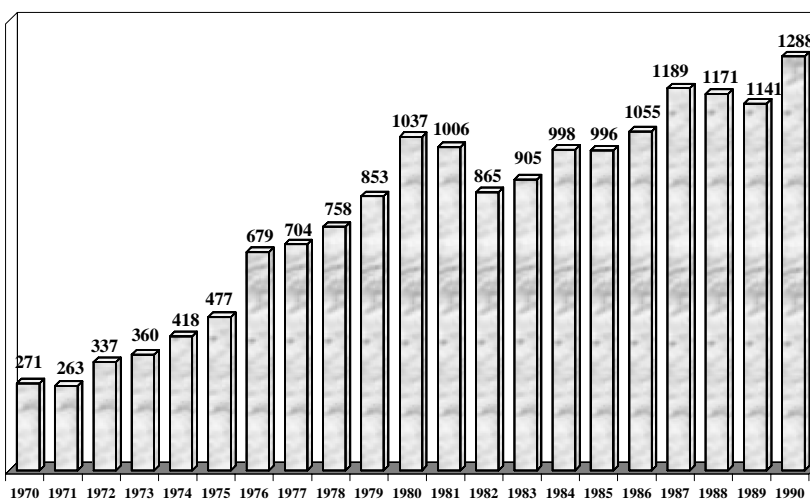


Рис. 2. Динаміка кількості загиблих внаслідок пожеж в період Радянської України

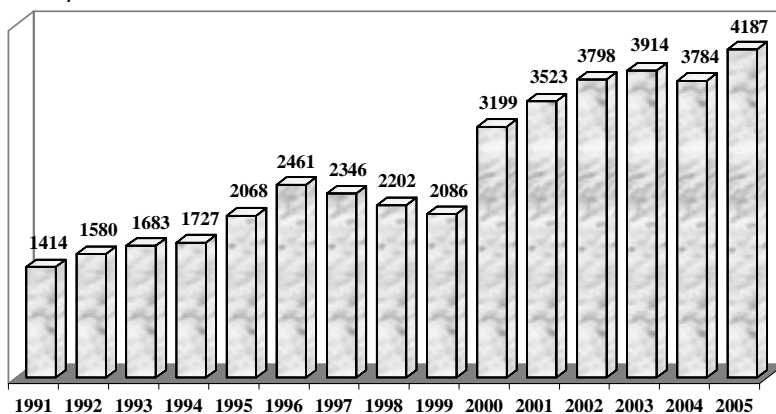


Рис. 3. Динаміка кількості загиблих внаслідок пожеж в період незалежності України

сягнуті в деяких країнах світу успіхи по зменшенню кількості пожеж, вони продовжують завдавати серйозної шкоди світовій економіці [2, с. 5].

Ще більш серйозними є дані про загибель і травмування людей під час пожеж. Якщо скористатися відомими прийо-

мами журналістики, то можна сказати, що за час багаторічної війни у В'єтнамі армія США втратила вбитими 46,5 тис. чол., але за ці ж роки від пожеж у США загинуло приблизно 144 тис. чол., тобто в 3 рази більше. Продовжуючи подібні порівняння, за 10 років війни в Афганістані Радянська Армія за офіційними даними втратила вбитими приблизно 13,5 тис. чол., а за період 1993-2002 р.р. в Україні на пожежах загинуло 24,9 тис. чол.

Про ситуацію, що склалася, дуже образно ще в 1975 році, написав журналіст В.Травинський: "Если жертвы вычисляются десятками тысяч, а убытки - миллиардами, то значит, что потери целиком сравнимы с так называемыми "малыми войнами" XX века. Но малые войны начинаются и заканчиваются, а пожарные потери ежегодны – такая непрерывная "маленькая война" с огнем!" [3].

Низка процесів та явищ в економічній, соціальній та соціаль-

но – психологічній сферах життя суспільства опосередковано чи прямо сприяють збільшенню кількості загиблих людей на пожежах.

Звернемо свою увагу до стану з пожежами в нашій країні.

Реформа української економіки, пе-

рехід її в “ринковий” стан дали поштовх для активізації ряду процесів, що з початку 90-х років негативно впливають на розвиток ситуації з пожежами та загибеллю людей на пожежах в країні, а саме: спад виробництва, збільшення чисельності безробітних, ріст соціальної напруженості в суспільстві через різке розшарування населення за прибутками.

В той же час останні десятиріччя в історії людства пов’язані з прискоренням науково-технічного прогресу, впровадженням високо-енергонасичених технологій, збільшенням поверховості будівель та споруд, широким застосуванням у виробництві та побуті синтетичних і полімерних матеріалів, які характеризуються підвищеною пожежною небезпекою.

Щорічно в незалежній Україні виникає близько 50 тис. пожеж (рис. 1).

За радянських часів в УРСР щороку виникало близько 17 тис. пожеж. З 1970 року по 1990 рік кількість загиблих внаслідок пожеж збільшилась з 260 осіб до майже 1300 осіб (рис. 2).

З 1991 року по 2005 рік кількість загиблих унаслідок пожеж збільшилась з 1400 осіб до майже 4200 осіб (рис. 3).

Дана робота є спробою, використовуючи підхід до розрахунку пожежних ризиків, оцінити існуючі ризики смертності в Україні, з метою створення системи управління ризиками.

Управління ризиками – це діяльність, пов’язана з ідентифікацією, аналізом ризиків і прийняттям рішень, спрямованих на мінімізацію негативних наслідків подій (явищ) і/чи зменшення імовірності їхньої реалізації до прийнятних значень [4].

Розглянемо визначення терміну ризик.

Ризик – це кількісна характеристика можливості реалізації конкретної небезпеки і її наслідків [5].

Вся світова і вітчизняна наукова література, присвячена вивченню проблеми ризиків, по суті, виходить з єдиного формалізованого визначення поняття ризику

R, а саме:

$$R=P \cdot U \quad (1)$$

де P – імовірність виникнення якогось явища;

U – математичне очікування втрат від нього.

Пожежний ризик – це кількісна характеристика можливості реалізації пожежної небезпеки, що вимірюється, як правило, у відповідних одиницях. При цьому, для кожної небезпеки ризиків може бути багато і кожний з них характеризує окремий аспект небезпеки та її наслідків [7].

Враховуючи попередній досвід Міжнародного комітету по попередженню та гасінню пожеж (СТІФ), формалізоване визначення поняття ризику, а також статистичні дані по пожежах та їх наслідках, ми можемо розглянути три вирази пожежних ризиків для населення України:

1) зіткнутися з пожежею R_{p1} ;

$$R_{p1} = \frac{N_{\text{пож}}}{N_{\text{нас}} \cdot T} \left[\frac{\text{пожежа}}{\text{населення} \cdot \text{рік}} \right] \quad (2)$$

де $N_{\text{пож}}$ – кількість пожеж;

$N_{\text{нас}}$ – кількість населення;

T – період.

2) загинути на пожежі R_{p2} ;

$$R_{p2} = \frac{N_{\text{заг}}}{N_{\text{пож}} \cdot T} \left[\frac{\text{загибло}}{\text{пожежа} \cdot \text{рік}} \right] \quad (3)$$

де $N_{\text{заг}}$ – кількість загиблих людей внаслідок пожеж;

$N_{\text{пож}}$ – кількість пожеж;

T – період.

3) загинути від пожежі R_{p3} ;

$$R_{p3} = \frac{N_{\text{заг}}}{N_{\text{нас}} \cdot T} \left[\frac{\text{загибло}}{\text{населення} \cdot \text{рік}} \right] \quad (4)$$

де $N_{\text{заг}}$ – кількість загиблих людей внаслідок пожеж;

$N_{\text{нас}}$ – кількість населення;

T – період.

В якості базових величин для визна-

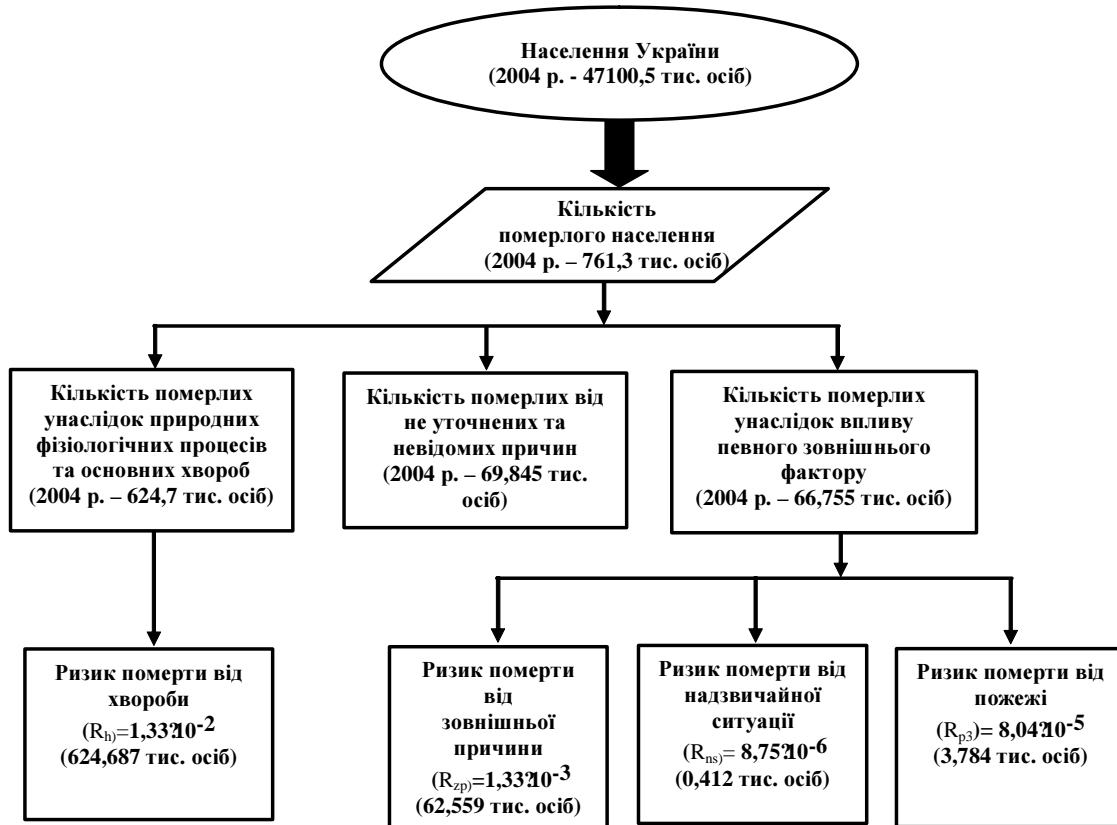


Рис. 4. Стан із смертністю населення України (2004 р.)

чення критеріїв ризику в більшій кількості країн світу приймаються наступні значення [6]:

- незначний ризик: $< 10^{-6}$;
- прийнятний ризик: $10^{-6} - 5 \cdot 10^{-5}$;
- високий (терпимий) ризик $5 \cdot 10^{-5} - 5 \cdot 10^{-4}$;
- неприйнятний ризик: $> 5 \cdot 10^{-4}$.

Розрахунки проведені у даній роботі далі, здійснювалися за виразом (4), тобто бралася співвідношення кількості загиблих людей внаслідок пожеж за даним масивів карток обліку пожеж (Pog_Stat) за 2004-2005 роки до кількості постійного населення України по статистичним даним Державного комітету статистики України.

Зрозуміло, що більша частина людей (більше 80%) помирає внаслідок природних фізіологічних процесів та хвороб, серед яких домінують хвороби системи кровообігу (рис. 4).

Але все ж таки близько 9% людей гине унаслідок впливу певного зовнішнь-

ого фактору, серед яких лідером є смертність внаслідок зовнішніх причин (а саме: внаслідок навмисних самоушкоджень, отруєнь та дії алкоголю, транспортних нещасних випадків, утоплень, падіння з висоти тощо). Не останнє місце у цій групі займає й смертність від пожеж.

На рисунку 5 представлені значення для населення України загинути внаслідок надзвичайних ситуацій техногенного характеру в порівнянні з ризиком загинути від пожеж. Слід зазначити, що відповідно до Постанови Кабінету Міністрів України від 15 липня 1998 року № 1099 "Про порядок класифікації надзвичайних ситуацій" розрізняють такі надзвичайні ситуації техногенного характеру: транспортні аварії (катастрофи), пожежі, неспровоковані вибухи чи їх загроза, аварії з викидом (загрозою викиду) небезпечних хімічних, радіоактивних, біологічних речовин, раптове руйнування споруд та будівель, аварії на інженерних мережах і спорудах життєзабезпечення, гідродинамічні аварії

Таблиця 1

Динаміка ризику загинути від пожежі для населення України

| Рік | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 |
|-----------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| R _{пз} | $6,6 \cdot 10^{-5}$ | $7,3 \cdot 10^{-5}$ | $7,6 \cdot 10^{-5}$ | $8,3 \cdot 10^{-5}$ | $8,0 \cdot 10^{-5}$ | $8,9 \cdot 10^{-5}$ |

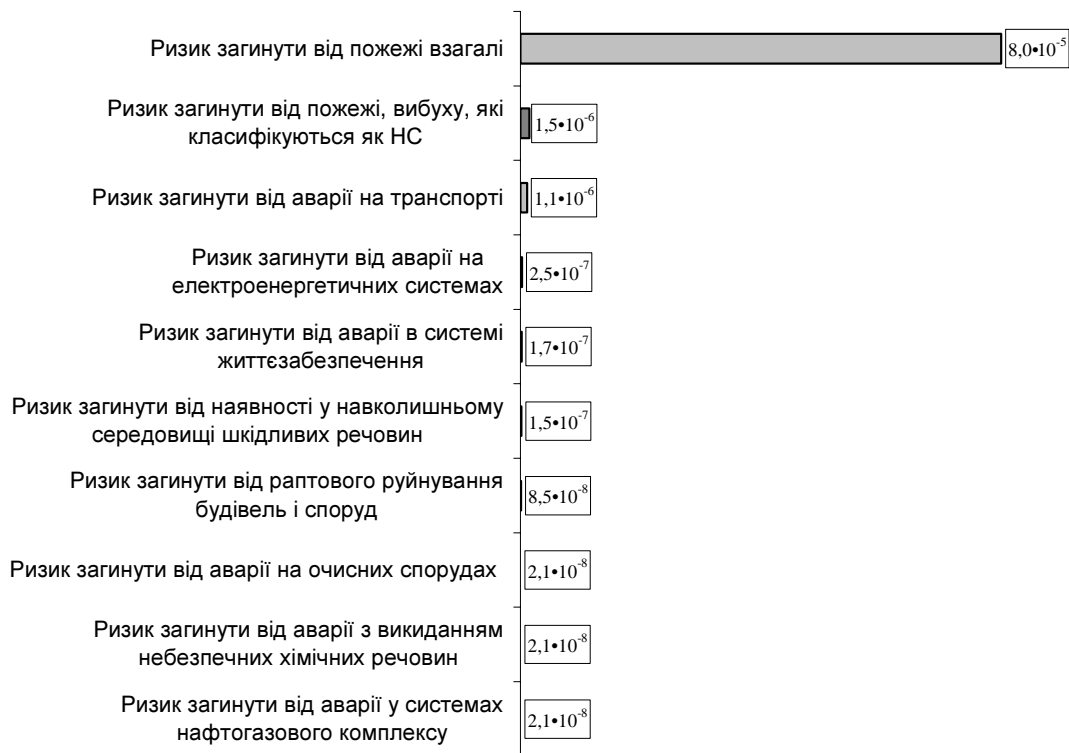


Рис. 5. Ранжування ризиків для населення України померти внаслідок надзвичайних ситуацій техногенного характеру в порівнянні з ризиками загинути від пожеж (2004 р.)

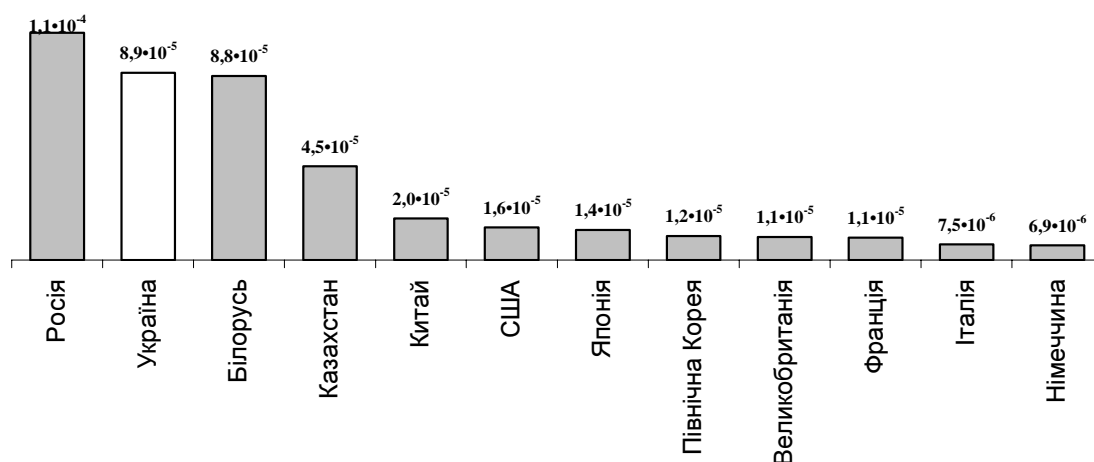


Рис. 6. Ризик загинути від пожежі для ряду країн світу

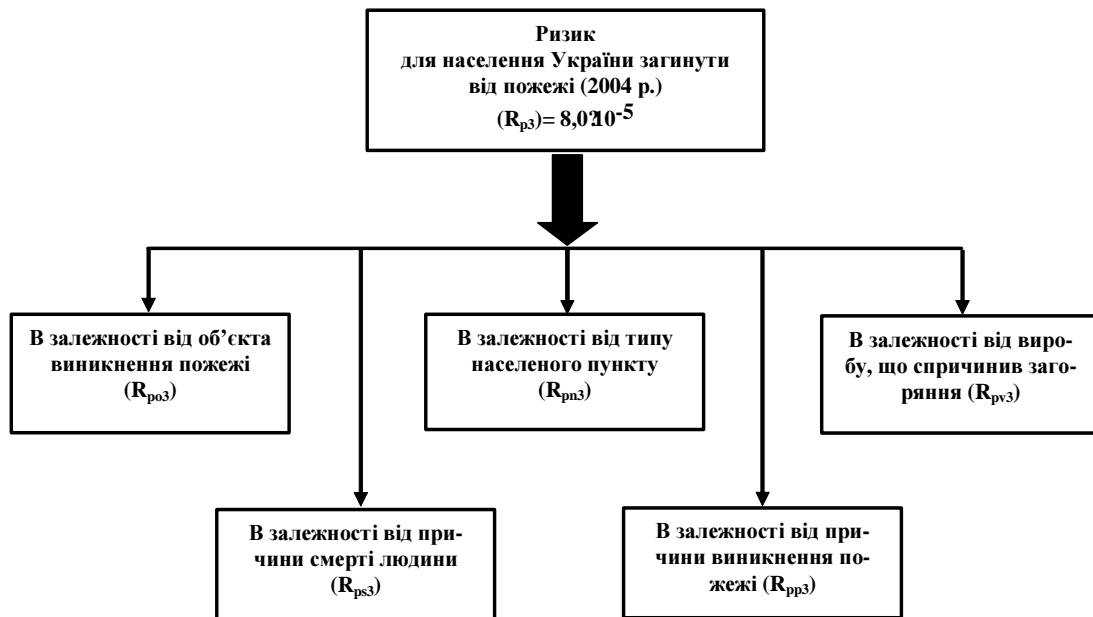


Рис. 7. Пожежні ризики для населення України

на греблях, дамбах тощо. З рисунку видно, що ризик загинути від пожежі (R_{p3}) значно перевищує аналогічні показники по іншим НС, які знаходяться у компетенції МНС України.

Аналіз динаміки ризику для населен-

ня України загинути від пожежі протягом останніх шести років, вказує на те, що він має тенденцію до зростання (табл. 1).

Якщо порівняти ризик загибелі людей від пожеж в Україні (за 2005 рік) з аналогічними показниками провідних країн світу (середні за 1993-2002 рр.), то ми побачимо (рис. 6), що ризик R_{p3} в Україні майже на порядок більший ніж в таких країнах як: Велика Британія, Франція, Італія та Німеччина.

Дослідження пожежних ризиків здійснюються з метою: отримання вихідних даних щодо визначення напрямків технічного регулювання у сфері забезпечення пожежної безпеки; нормування у сфері пожежної безпеки; розроблення правил та норм пожежної безпеки тощо.

Дослідження певного пожежного ризи-

Пожежні ризики в залежності від об'єкта виникнення пожежі

| Об'єкт | Загинуло, тис. осіб (2004 р.) | R_{po3} |
|--|-------------------------------|-------------------------------|
| Будівлі та споруди різного призначення | 3,686 | $R_{po31}=7,83 \cdot 10^{-5}$ |
| Зовнішні установки, відкриті території | 0,079 | $R_{po32}=1,68 \cdot 10^{-6}$ |
| Транспортні засоби | 0,021 | $R_{po33}=4,56 \cdot 10^{-7}$ |

Таблиця 2.

Таблиця 3.

Пожежні ризики в залежності від типу населеного пункту

| Тип населеного пункту | Загинуло, тис. осіб (2004 р.) | R_{pn3} |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Місто | 1,689 | $R_{pn31}=3,59 \cdot 10^{-5}$ |
| Сільський населений пункт | 2,079 | $R_{pn32}=4,41 \cdot 10^{-5}$ |
| Поза межами населеного пункту | 0,018 | $R_{pn33}=3,82 \cdot 10^{-7}$ |

Таблиця 4.

Пожежні ризики в залежності від виробу, що спричинив загоряння

| Виріб | Загинуло, тис. осіб (2004 р.) | R_{pv3} |
|------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Недопалок | 2,297 | $R_{pv31}=4,88 \cdot 10^{-5}$ |
| Електротехнічний виріб | 0,492 | $R_{pv32}=1,05 \cdot 10^{-5}$ |
| Сірник | 0,208 | $R_{pv33}=4,45 \cdot 10^{-6}$ |
| Свічка | 0,057 | $R_{pv34}=1,22 \cdot 10^{-6}$ |
| Газова плита | 0,043 | $R_{pv35}=9,17 \cdot 10^{-7}$ |
| Інші вироби | 1,049 | $R_{pv36}=2,24 \cdot 10^{-5}$ |

Таблиця 5. Пожежні ризики в залежності від причини виникнення пожежі

| Причина пожежі | Загинуло, тис. осіб (2004 р.) | R_{pp3} |
|--|-------------------------------|-------------------------------|
| Необережне поводження з вогнем | 2,746 | $R_{pp31}=5,83 \cdot 10^{-5}$ |
| Порушення правил ПБ при влаштуванні та експлуатації електроустановок | 0,567 | $R_{pp32}=1,20 \cdot 10^{-5}$ |
| Порушення правил ПБ при влаштуванні та експлуатації печей | 0,273 | $R_{pp33}=5,80 \cdot 10^{-6}$ |
| Інші причини | 0,165 | $R_{pp34}=3,50 \cdot 10^{-6}$ |
| Підпал | 0,025 | $R_{pp35}=5,31 \cdot 10^{-7}$ |
| Несправність виробничого обладнання | 0,010 | $R_{pp36}=2,12 \cdot 10^{-7}$ |

Таблиця 6. Пожежні ризики в залежності від причини смерті людини

| Причина смерті | Загинуло, тис. осіб (2004 р.) | R_{ps} |
|--|-------------------------------|-------------------------------|
| Отруєння чадним газом | 2,664 | $R_{ps1}=5,66 \cdot 10^{-5}$ |
| Термічні опіки | 0,475 | $R_{ps2}=1,00 \cdot 10^{-5}$ |
| Перевищення в повітрі CO_2 | 0,402 | $R_{ps3}=8,53 \cdot 10^{-6}$ |
| Ішемічна хвороба серця | 0,007 | $R_{ps4}=1,49 \cdot 10^{-7}$ |
| Серцевий напад | 0,006 | $R_{ps5}=1,27 \cdot 10^{-7}$ |
| Отруєння синильною кислотою | 0,004 | $R_{ps6}=8,49 \cdot 10^{-8}$ |
| Ураження електричним струмом | 0,003 | $R_{ps7}=6,37 \cdot 10^{-8}$ |
| Отруєння невідновленими продуктами горіння | 0,003 | $R_{ps8}=6,37 \cdot 10^{-8}$ |
| Черепно-мозкова травма | 0,001 | $R_{ps9}=2,12 \cdot 10^{-8}$ |
| Причину смерті встановити неможливо, або дані відсутні | 0,219 | $R_{ps10}=4,45 \cdot 10^{-6}$ |

ку та його оцінка може бути підґрунтям для прийняття управлінських рішень, проведення наукових досліджень, визначення дій, які будуть спрямовані на вирішення проблемних питань у сфері забезпечення пожежної безпеки у державі.

Наведемо пожежні ризики, які можливо визначити з наявних статистичних даних (рис. 7), використовуючи рівняння (4).

Вихідні дані та результати підрахунків пожежних ризиків для населення України наведені у таблицях 2 – 6.

Аналізуючи результати розрахунків у кожній з вищенаведених таблиць, можна виявити найнеприйнятніші значення пожежних ризиків, які в свою чергу можуть у подальшому бути досліджені більш глибоко та конкретніше.

Використовуючи методичний підхід визначення ризиків (залежності 2-4), можна запропонувати новий ризик: загинути на пожежі $R_{p2.1}$, визначення якого базується

на залежності (2), де: $N_{зар1}$ – кількість загиблих людей внаслідок пожеж, причинами яких є конкретні вироби, а $N_{пож1}$ – кількість пожеж від цих виробів.

В таблиці 7 наведені вихідні дані та результати розрахунків запропонованого ризику $R_{p2.1}$. Значення цього ризику дає можливість оцінити небезпеку загибелі у разі пожежі від конкретного електро-технічного виробу. Так, на кожній четвертій пожежі, причиною виникнення якої є електроприлад для опалення, чи електричний побутовий прилад, чи світлотехнічний прилад, гине щонайменше одна людина. Таким чином, запропонований ризик $R_{p2.1}$ дає можливість додатково оцінити небезпеку пожежі. Для порівняння значень ризиків в таблиці 8 наведені значення ризиків R_{p3} (4).

З таблиць 7-8 видно, що за показником загибель від пожеж (R_{p3}), причинами яких є електротехнічна продукція, значно відрізняється від значень ризиків $R_{p2.1}$. Виходячи з вищевикладеного, можна зробити наступні висновки: ефективність регулювання державної безпеки за допомогою ризик-орієнтованого підходу підтверджена позитивним досвідом країн Європи; 9% людей в Україні гине внаслідок впливу певного зовнішнього фактору, серед яких не останнє місце займає й смертність від пожеж; вирази (2-4) можуть використовуватись як для розрахунку пожежних ризиків так і для розрахунку від інших надзвичайних ситуацій; ризик загинути від пожежі (R_{p3}) значно перевищує аналогічні показники по іншим надзвичай-

Таблиця 7.

Ризик $R_{p2.1}$ загинути на пожежі, причиною виникнення якої став електротехнічний виріб (2004 р.)

| Назва виробу | Кількість загиблих, осіб | Кількість пожеж, од. | $R_{p2.1}$ |
|---|--------------------------|----------------------|---------------------|
| Електроприлади для опалення | 88 | 358 | 0,246 |
| Електричні побутові прилади | 115 | 502 | 0,229 |
| Світлотехнічні вироби | 14 | 62 | 0,226 |
| Електричні прилади для нагрівання рідин | 9 | 108 | $8,3 \cdot 10^{-2}$ |
| Побутові вироби особистої гігієни | 1 | 13 | $7,7 \cdot 10^{-2}$ |
| Радіоелектронна апаратура та прилади інформаційної технології | 44 | 724 | $6,1 \cdot 10^{-2}$ |
| Кабельно-провідникова продукція | 136 | 6697 | $2,0 \cdot 10^{-2}$ |
| Електричні машини та перетворювачі | 2 | 120 | $1,7 \cdot 10^{-2}$ |
| Електромеханічні побутові прилади | 1 | 62 | $1,6 \cdot 10^{-2}$ |
| Розподільні пристосування | 3 | 318 | $9,0 \cdot 10^{-3}$ |

Таблиця 8.

Ризик R_{p3} загинути від пожежі, причиною виникнення якої став електротехнічний виріб (2004 р.)

| Назва виробу | Кількість загиблих, тис. осіб | Населення України, тис. чол. | R_{p3} |
|---|-------------------------------|------------------------------|---------------------|
| Кабельно-провідникова продукція | 0,136 | 47100,5 | $2,9 \cdot 10^{-6}$ |
| Електричні побутові прилади | 0,115 | | $2,4 \cdot 10^{-6}$ |
| Електроприлади для опалення | 0,088 | | $1,9 \cdot 10^{-6}$ |
| Радіоелектронна апаратура та прилади інформаційної технології | 0,044 | | $9,3 \cdot 10^{-7}$ |
| Світлотехнічні вироби | 0,014 | | $2,9 \cdot 10^{-7}$ |
| Електричні прилади для нагрівання рідин | 0,009 | | $1,9 \cdot 10^{-7}$ |
| Розподільні пристосування | 0,003 | | $6,4 \cdot 10^{-8}$ |
| Електричні машини та перетворювачі | 0,002 | | $4,2 \cdot 10^{-8}$ |
| Електромеханічні побутові прилади | 0,001 | | $2,1 \cdot 10^{-8}$ |
| Побутові вироби особистої гігієни | 0,001 | | $2,1 \cdot 10^{-8}$ |

ним ситуаціям; ризик (R_{p3}) в Україні значно більший ніж в провідних країнах Європи; здійснення заходів з боку МНС України щодо проведення науково-прикладних досліджень з питань створення системи управління ризиками та пом'якшення їх наслідків на сьогодні є необхідними та актуальними.

Литература

1. «Проблеми забезпечення пожежної безпеки в Україні». Під загальною редакцією Доманського В.А. – К.: ГУДПО МВС України, 1999. – 107 с.
2. Микеев А.К. «Пожар. Социальные, экономические, экологические проблемы». – М.: Ассоциация «Пожнаука», 1994. – 386 с.
3. Литературная газета. – 1975. – 5 февраля.
4. Бегун В.В., Науменко І.М. «Безпека життєдіяльності»: Навчальний посібник. – К., 2004. – 328 с.
5. Брушлинский Н.Н., Клепко Е.А. «К вопросу о вычислении рисков». Проблемы безопасности и чрезвычайных

ситуаций, № 1 (2004), М. ВИНТИ-2004.

6. Брушлинский Н.Н. «Снова о рисках и управлении безопасностью систем» // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. – М.: ВИНТИ. – 2002, вып. 4. – С. 230 – 234.

Резюме

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ РИСКОВ

ГИБЕЛИ ЛЮДЕЙ В УКРАИНЕ

*Харченко И.А., Скоробагатко Т.Н.,
Климаць Р.В., Якименко Е.Ф.*

Актуализирована проблема возникновения пожаров в мире и в Украине. Приведены статистические данные относительно пожаров и погибших на них людей за период Советской Украины и в период независимости. Рассмотрено понятие риска и значения критериев его оценки, а также управления риском. Приведены формулы, с помощью которых возможно подсчитать пожарные риски для населения Украины. Проанализированы показатели смертности населения Украины от различных причин по данным 2004 года. Рассмотрена динамика риска погибнуть от пожара для населения Украины за последние 6 лет, даны его значения в сравнении с аналогичными рисками для ряда других стран мира. Исходя из имеющихся исходных статистических данных, рассмотрены и рассчитаны риски гибели людей от влияния факторов пожара по данным 2004 года. По результатам подсчетов выявлены неприемлемые значе-

ния пожарных рисков. Предложена формула, которая позволяет оценить риск гибели в случае возникновения пожара от конкретного электротехнического изделия.

Summary

DETERMINATION OF INDIVIDUAL RISKS OF LOSS OF LIFE IN UKRAINE

*Kharchenko I., Skorobagatko T., Klimas R.,
and Yakimenko Ye.*

Problem of origination of fires in the world and in Ukraine has been actualized. Statistical data on fires and men perished at them for the period of the Soviet Ukraine as well as that of independence are given. Concept of risk and significance of criteria of its estimation, and management of risk are considered. Formulae to allow calculation of fire risks for Ukrainian population are submitted. Death-rate of Ukrainian population because of various reasons according to 2004 year data has been analyzed. Dynamics of risk to perish because of fire for Ukrainian population for the last 6 years has been considered, and its values compared to similar risks in other countries of the world are submitted. Risks of loss of life because of influence of the factors of fire according to 2004 year data have been considered and calculated coming from initial statistical data. Unacceptable values of fire risks have been revealed on the basis of the results of the calculations. A formula to allow estimation of risk of loss of life in case of fire origination because of some electrotechnical item has been proposed.

УДК 613.646+615.9:621.791

ПРОБЛЕМА СОЧЕТАННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ТОКСИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ И ТЕПЛОВЫХ НАГРУЗОК ПРИ СВАРОЧНЫХ РАБОТАХ

Кучерук Т.К., Демецкая А.В.

Институт медицины труда АМН Украины, г. Киев

Впервые поступила в редакцию 11.09.2006 г. Рекомендована к печати на заседании ученого совета НИИ медицины транспорта (протокол № 7 от 18.11.2006 г.).

Очевидно, что проблема вредного воздействия на организм сварщиков каждого из факторов, а именно, как токсических веществ, так и тепловой нагруз-

ки, является самостоятельной. В то же время, различные негативные эффекты, являющиеся следствием сочетанного воздействия токсических веществ и теп-

ловых нагрузок при сварочных работах, в настоящее время все еще недостаточно изучены [6]. При этом, если исследование и нормирование факторов, обуславливающих тепловую нагрузку (температура воздуха, ИК-излучение), постоянно совершенствуются и уточняются, то проблема вредного влияния на организм СА еще далека от своего решения. Так, одним из важных аспектов проблемы, на рассмотрении которого следует особо остановиться, состоит в том, насколько сегодня адекватно понимание специалистами различного профиля реальной опасности СА для здоровья работающих.

Уместно подчеркнуть, что все без исключения СА, образующиеся при дуговых, плазменных и иных высокотемпературных способах получения неразъемных соединений металлов, вредны для здоровья человека. Различия между ними состоят лишь в степени их вредности и опасности для сварщика, которая, в свою очередь, зависит от вещественного (качественного) состава твердой составляющей сварочного аэрозоля (ТССА) и газовой составляющей сварочного аэрозоля (ГССА), а также уровней воздействующих концентраций и продолжительности такого воздействия [1, 5].

Бесспорно и то, что интенсификация процессов сварки, достигаемая, в основном, за счет увеличения мощности дуги и использования высокопроизводительных процессов и материалов без должного гигиенического и санитарно-технического обеспечения, в большинстве случаев влечет за собой ухудшение состояния воздушной среды на рабочих местах сварщиков и в сборочно-сварочных цехах в целом, приводит дополнительно и к росту тяжести и напряженности труда, и, как следствие, к ухудшению состояния здоровья работающих. На этом основании вполне правомерен вывод о том, что номенклатура и объем используемых средств защиты сварщиков от вредного влияния СА на сегодняшний день неадекватны уровню их профессионального риска.

Еще один немаловажный аспект этой проблемы состоит в том, что должны быть кардинально пересмотрены взгляды на комбинированное воздействие ингредиентов ТССА и ГССА на организм. Во-первых, их действие ни в коем случае не правомерно рассматривать изолированно, поскольку ингредиенты ТССА и ГССА всегда воздействуют на организм сварщика одновременно, во многих случаях в существенной мере усиливая суммарный эффект вредного влияния на организм. Известно, что СО и NO₂, адсорбированные на твердых пылевых частицах, в том числе и частицах ТССА, способствуют более быстрому развитию пневмосклероза, а также проявлениям общетоксического действия. Взаимно усиливают токсические эффекты O₃, NO₂, NO_x. Однонаправленным механизмом действия на организм обладают HF и SiF₄, выделяющиеся в составе ГССА, а также NaF, KF, CaF₂, NaSiF₆ и другие соли фтористоводородной кислоты (фториды), соединения Cr⁺⁶, Ni, Be, входящие в состав ТССА. Во-вторых, при прочих равных условиях нарастание концентрации твердых частиц в газоаэрозольной (пылегазовой) композиции приводит, как правило, к усилению биологического действия раздражающих и иных газов. При этом чрезвычайно важной является степень дисперсности аэрозолей [1, 22].

В настоящее время известно, что частицы различных размеров, присутствующие в аэрозоле, отличаются друг от друга по составу и структуре. Л.Н. Горбанем и сотрудниками лаборатории гигиены труда в электросварочном производстве и токсикологии сварочных аэрозолей Института медицины труда АМН Украины было показано, что частицы ТССА, образующиеся при сварке низкоуглеродистой стали электродами рутилового типа и имеющие размеры 0,1-0,4 мкм (100-400 нм), состоят из магнезита и шпинели (Fe, Mn) x OFe₂O₃, а более мелкие — 0,01-0,02 мкм (10-20 нм) — из кристаллов сложного силиката вида K — Na — Mn — Si — O. Хром может присутствовать в ТССА в

соединениях с различной валентностью (Cr^{+3} , Cr^{+6} и др.) и растворимостью, что оказывает существенное влияние не только на их токсичность, но и на способность вызывать генетические повреждения в клетках, а также способствовать опухолевому росту [2].

Таким образом, можно говорить о том, что в составе ТССА присутствуют частицы нанодиапазона. В настоящее время частицы нанодиапазона условно разделяют на две группы: ультратонкие, или ультрадисперсные, ультрамалые частицы (аэродинамический диаметр менее 100 нм), и тонкие, или малые (аэродинамический диаметр более 100 нм). Интерес ученых к наночастицам в большей мере обусловлен тем фактом, что они занимают промежуточное положение между атомно-молекулярным и конденсированным состоянием вещества. Даже простые нанообъекты, в частности, наночастицы металлов, имеют физические и химические свойства, отличные от свойств более крупных объектов из того же материала, а также от свойств отдельных атомов [9]. Размер и форма нанообъекта могут существенно влиять на его оптические, магнитные, электрические свойства и даже на цвет. Тип материала наночастиц и их концентрация сильно влияют на теплофизические и магнитные свойства. Так, при малых концентрациях значительно возрастают магнитные и парамагнитные свойства, и наночастицы вещества проявляют уникальное свойство – “самосборку кристаллической структуры” [10, 15]. Одна из главных отличительных особенностей наночастиц состоит в большой площади удельной поверхности [7]. Первичные частицы могут быть в различной степени агрегированы и агломерированы, при этом, чем меньше средний размер первичных частиц, тем сильнее выражен эффект образования агрегатов и агломератов. Известно, что группы наночастиц могут обладать новыми качествами, возникающими в результате их взаимодействия друг с другом [13].

В настоящее время известно, что высокие уровни воздействия респираторных частиц диаметром менее 100 нм могут стать причиной увеличения заболеваемости и смертности вследствие патологии дыхательной и сердечно-сосудистой систем. Существуют убедительные данные о том, что попадая в организм, ультрамалые частицы могут диффундировать в различные отделы респираторного тракта, транспортироваться через эпителиальные и эндотелиальные клетки в кровеносную и лимфатическую системы, и, в конечном итоге, накапливаться в костном мозге, лимфатических узлах, селезенке и сердце [17].

Токсикологические и эпидемиологические исследования базируются на предположениях о том, что причиной изменений в состоянии здоровья работающих могут быть ультрадисперсные частицы, поступающие в организм ингаляционным путем. Несмотря на то, что токсикологические механизмы таких эффектов недостаточно изучены, очевидно, что по сравнению с более крупными частицами, ультрамалые частицы обладают большей биологической активностью и могут индуцировать интенсивные воспалительные реакции [12].

Предполагается, что даже краткосрочные воздействия частиц нанодиапазона, присутствующих в атмосферном воздухе и воздухе рабочей зоны, могут являться причиной разнообразных реакций со стороны сердечно-сосудистой системы (ССС), при чем их выраженность может варьировать достаточно широко: от незначительных нарушений сердечного ритма до инфаркта миокарда. Ряд исследователей предполагает наличие связи между воздействием ультрамалых частиц и риском развития ишемической болезни сердца (ИБС), а также тромбообразования [3, 4, 11, 21]. Адсорбция наночастиц на поверхности эритроцитов может приводить к дестабилизации мембраны и гемолизу. Некоторые ультрадисперсные частицы могут взаимодействовать с рецепторным аппаратом мембран Т-лимфоцитов, связывая их и, соответственно,

уменьшая их количество [16]. Кроме того, ультрадисперсные частицы могут осуществлять транзит металлов и органических токсикантов к клеткам-мишеням [12, 19].

В настоящее время имеются данные и о том, что ультрадисперсные частицы могут индуцировать значительные повреждающие эффекты, включая нарушения легочного клиренса, хронические воспалительные процессы, фиброз легочной ткани и опухоли легких. Такие эффекты могут возникать при воздействии частиц даже с низкой цитотоксичностью (при условии длительного ингаляционного воздействия) [13, 18].

Способность ультрадисперсных частиц ингибировать фагоцитоз открывает им беспрепятственный доступ в легочный интерстиций. Поступая в легкие ультрамалые частицы вызывают более сильную воспалительную реакцию, чем частицы больших размеров, что по всей видимости, обусловлено большей площадью их удельной поверхности. В ряде эпидемиологических исследований установлено, что ухудшение легочных функций человека и животных коррелирует с поступлением в организм ультрадисперсных частиц, диаметр которых составляет не более 20нм. Именно частицы данного диапазона могут диффундировать в альвеолы и накапливаться в них. При этом установлено, что увеличение конвекционного эффекта и уровня диффузии наиболее характерно для альвеол с повышенной прочностью альвеолярной стенки. Также для таких патологически измененных альвеол характерно увеличение удержания скоплений наночастиц. На основании полученных данных было высказано предположение о существовании связи между отложением и задержкой наночастиц в легких с патологическими изменениями легочной ткани (фиброз и ухудшение эластичности). Рядом исследователей высказывается предположение о том, что если воздействию ультрадисперсных частиц предшествовала длительная экспозиция частицами более крупного размера, обусловившая возникновение патологических изменений легочной ткани, то ультрадисперсные частицы могут скапливаться в альвеолах, спо-

собствуя таким образом, развитию эмфиземы легких [8, 17].

Ультрадисперсные частицы могут индуцировать повреждения ДНК, а также ингибировать процессы репарации [13]. Кроме того, как уже было отмечено, ультрадисперсные частицы атмосферного воздуха и воздуха рабочей зоны могут ингибировать фагоцитоз микроорганизмов альвеолярными макрофагами, что в свою очередь, способствует повышению восприимчивости к инфекционным агентам, а также возникновению хронических обструктивных заболеваний органов дыхания [17].

Как известно, наиболее часто нарушения в состоянии здоровья рабочих основных отраслей промышленного производства, занятых в рамках трудовой деятельности в технологических процессах, связанных с выделением в воздух рабочей зоны химических веществ и их соединений проявляются функциональными изменениями центральной нервной системы с развитием астенических и астено-невротических состояний. Не менее существенны развивающиеся изменения бронхо-легочной системы, нередко сопровождающиеся патологией верхних дыхательных путей. При этом различия в отдельных профессиональных группах обследованных могут проявляться не только распространенностью патологического процесса, но и характером происходящих изменений (воспалительные заболевания, дистрофические нарушения, склеротические изменения). Значительные изменения нередко претерпевает ССС, что может быть обусловлено как токсичностью компонентов сварочного аэрозоля, так и опосредованно — в связи с развитием бронхо-легочной патологии. При этом могут развиваться токсические кардиопатии с изменением стенок артерий, питающих миокард, по типу системного васкулита либо артериита с проявлениями обусловленной или так называемой легочной гипертензии. В то же время, одной из важных особенностей патологии ССС, которая развивается у лиц, имеющих профессиональный кон-

такт с аэрозолями металлов, является поражение артерий внутренних органов. В частности, доказано, что ИБС у сварщиков развивается преимущественно на фоне ускорения темпов их старения, поражения коронарных артерий по типу системного васкулита или раннего артериосклероза [3, 6, 8, 20].

Как известно, особенностью вредного действия СА различного состава (марганец-железо-, хром-никельсоставляющих) являются довольно специфические взаимосвязи токсикокинетических и токсикодинамических характеристик, а также интоксикации, которые указывают на преимущественно хроническое течение патологии даже в случаях, когда дозы тяжелых металлов, поступающие ингаляционно, равняются или превышают количества, достаточные для развития подострых и острых отравлений. Сопоставление физических (дисперсность, структура), физико-химических (элементный состав, растворимость в биологических средах и растворах-имитаторах биосред) характеристик ТССА и проявлений их действия дают основания к выдвиганию гипотезы о том, что механизм влияния на организм СА может существенно отличаться от существующих научных представлений. Прежде всего, это касается возможной способности частиц нанодиапазона твердой составляющей таких аэрозолей непосредственно проникать из альвеол через межклеточные пространства в кровяное русло и оказывать влияние на органы и ткани, как благодаря их растворимой составляющей, так и местному действию за счет малорастворимых ингредиентов после инкорпорации и фиксации таких частичек в эндотелии и других гистологических структурах сосудов. Подтверждение существования такого механизма действия наночастиц может открыть новые возможности для разработки методов, способов терапии и профилактики патологических сдвигов, которые обусловлены ультрадисперсными металлосоставляющими СА.

В то же время, проведенные нами исследования показали, что выполнение

работ при дуговой сварке металлов сопряжено с воздействием на организм сварщика комплекса вредных факторов трудового процесса и производственной среды. Основными из них являются СА, содержащие в своем составе вредные вещества первого и второго классов опасности, а также тепловые нагрузки, создаваемые ИК-излучением от дуги и нагретых поверхностей свариваемых изделий, интенсивность которых колеблется в широком диапазоне и может достигать 8000-9000 Вт/м² и более при нормируемом уровне 140 Вт/м². Сочетанное воздействие этих факторов приводит к напряжению терморегуляторной функции организма, способствует более существенным, по сравнению с действием каждого из факторов в отдельности, угнетению естественной резистентности организма, развитию аутоиммунных процессов и других функциональных и органических нарушений, что приводит к преждевременному старению работающих [5].

Указанные факторы вызывают вредные эффекты, проявляющиеся по типу суммации и имеющие явно дозозависимый характер. Установлено, что совместное действие СА и нагревающего микроклимата вызывает большие повреждения легких, а также удлиняет период стрессорного повреждения миокарда, которое носит прогрессирующий характер и не прекращается после устранения действия этих факторов. Процессы фиброобразования легких при этом начинаются раньше и протекают интенсивнее. Кроме того, в настоящее время установлено, что тепловые нагрузки при сварочных работах негативно влияют на оксидант-антиоксидантный статус работающих [14]. Можно предположить, что действие теплового агента происходит на фоне измененной реактивности организма токсическими веществами (и/или) наоборот, о чем свидетельствует угнетение фагоцитарной активности нейтрофилов, проявляющееся в снижении процента фагоцитоза и фагоцитарного индекса, что, в конечном итоге, может вызвать новое качественное состояние организма.

Факты, указывающие на рост токсичности химических веществ при высокой температуре окружающей среды, стали основанием для рекомендации применять скорректированными ПДК химических веществ в случае использования их при работе в условиях высокой температуры. Так установлено, что увеличение температуры воздуха на 1°C в диапазоне 25-32 °C сопровождается увеличением массы СА в легких на 9,9%, двуокиси кремния — на 15,4%, минеральных примесей — на 10,7%. В свою очередь, для условий нагревающего микроклимата глубоких шахт ПДК СА должна быть снижена, — поправочный коэффициент к ПДК должен составлять 10% на каждый градус, превышающий допустимую температуру [5].

Исходя из изложенного, можно сделать предположение о том, что высокий уровень заболеваемости электросварщиков обусловлен не только токсичностью компонентов сварочного аэрозоля, обладающих раздражающим и мутагенным действием, но также и способностью глубокого проникновения в ткани ультрадисперсных частиц, которым принадлежит, по видимому, первостепенное пусковое патогенное действие, что в сочетании с тепловыми нагрузками может ускорять развитие в организме различных патологических процессов. Вместе с тем, следует учитывать, что во время сварки пары металла, нагретые до высокой температуры, компоненты электродного покрытия или других сварочных материалов поднимаются над местом сварки и попадают в зону, температура которой соответствует температуре окружающего воздуха, поэтому пары быстро конденсируются и твердеют [1]. Последнее может повышать вероятность агломерации ультрадисперсных частиц ТССА, что в свою очередь, существенно усложняет изучение их роли в развитии профессионально обусловленных заболеваний у рабочих сварочных профессий.

Тем не менее, на данном этапе можно сделать предположение о том, что существующие нормативы допустимого содержания компонентов СА в воздухе рабо-

чей зоны сварщика не гарантируют безопасность сварочных работ, если они не учитывают размеры частиц аэрозоля, образующихся при каждом конкретном виде сварки. Кроме того, для снижения уровня профессионального риска сварщиков представляется целесообразным введение новых правовых механизмов регулирования времени работы в зависимости от конкретных условий труда и функциональных возможностей организма.

Литература

1. Горбань Л.Н. Аэрозоли как вредный производственный фактор (к вопросу об адекватности применяемых способов и средств защиты сварщиков уровню их профессионального риска) //Труды 1-й Международной научно-практической конференции «Защита окружающей среды, здоровье, безопасность в сварочном производстве», 11-13 сентября 2002г, Одесса. — 2002. — С. 57-63.
2. Горбань Л.Н., Прилипко В.А., Войткевич В.Г., Федорина Е.Е. Строение частиц сварочного аэрозоля и их биологическая активность // Гигиена и санитария. — 1986. — №.7. — С. 23-26.
3. Зербіно Д.Д., Поспішіль Ю.О. Інфаркт міокарда в молодому віці: етіологія і патогенез //Лікарська справа. — 1993. — №5. — С.117-119.
4. Зербіно Д.Д., Поспішіль Ю.О. Інфаркт міокарда і порівняльний аналіз етіологічних факторів //Доповідь Академії Наук України. — 1995. — №9. — С.177-119.
5. Кучерук Т.К. Сочетанное воздействие тепловых нагрузок и токсических веществ в сварочном производстве: меры профилактики //Труды 1-й Международной научно-практической конференции «Защита окружающей среды, здоровье, безопасность в сварочном производстве», 11-13 сентября 2002г, Одесса. — 2002. — С. 504-511.
6. Antonini J.M. Health effects of welding // Crit.Rev.Toxicol. — 2003. — V.33., №1. — P. 61-103.
7. Auer S., Frenkel D. Suppression of crystal

- nucleation in polydisperse colloids due to increase of the surface free energy // *Nature*. — 2001. — V.413., №6857. — P.711-713.
8. Brouwer DH., Gijsberg JH., Lurvink MW. Personal exposure to ultrafine particles in the workplace: exploring sampling techniques and strategies // *Ann. Occup. Hyg.* — 2004. — V.48., № 5. — P. 439-453.
 9. Chaumet PC., Rahmani A. Optical trapping and manipulation of nano-objects with an apertureless probe // *Phys.Rev.Lett.* — 2002. — V.88., №12. — P. 123601.
 10. Cintron JM., Colon LA. Organo-silica nanoparticles used in ultrahigh-pressure liquid chromatography // *Analyst.* — 2002. — V.127., №6. — P.701-704.
 11. Delfino RJ., Sioutas C., Malik S. Potential role of ultrafine particles in associations between airborne particle mass and cardiovascular health // *Environ. Health Perspect.* — 2005. — V.113, №8 — P. 934-946.
 12. Donaldson K., Stone V. Current hypotheses on mechanisms of toxicity of ultrafine particles // *Ann. Ist. Super Sanita.* — 2003. — V.39., №3. — P. 405-410.
 13. Donaldson K., Stone V., Tran CL., Kreyling W., Borm P. Nanotoxicology // *Occup. And Environ. Medicine.* — 2004. — V.61. — P. 727-728.
 14. Fidan F., Uniu M., Koken T. Oxidant-antioxidant status and pulmonary function in welding workers // *J.Occup.Health.* — 2005. — V.47., №4. — P. 286-292.
 15. Fukumori Y. Structure and function of nano-size biomagnetic particle // *Seikagaku.* — 2000. — V.72., №9. — P. 1165-1168.
 16. Geiser M., Rothen-Rutishauser B., Kapp N. Ultrafine particles cross cellular membranes by nonphagocytic mechanism in lungs and in cultured cells // *Environ. Health Perspect.* — 2005. — V.113, №11. — P. 1555-1560.
 17. Gradon L., Orlicki D., Podgorski A. Deposition and retention of ultrafine aerosol particles in the human respiratory system. Normal and pathological cases // *Int. J. Occup. Saf. Ergon.* — 2000. — V.6, №2. — P. 189-207.
 18. Ibaldo-Mulli A., Wichmann HE., Kreyling W., Peters A. Epidemiological evidences on health effects of ultrafine particles // *J. Aerosol. Med.* — 2002. — V.12, №2. — P. 189-201.
 19. Oberdoster G., Oberdoster E. Oberdoster J. Nanotoxicology: an emerging discipline evolving from studies of ultrafine particles // *Environ. Health Perspect.* — 2005. — V.113, №7. — P. 823-839.
 20. Thomassen Y., Koch W., Dunkhört W., Ellingsen DG. Ultrafine particles at workplaces of a primary aluminium smelter // *J. Environ. Monit.* — 2006. — V.8, №1. — P.123-133.
 21. Von Klot S., Peters A., Aalto P. Ambient air pollution is associated with increased risk of hospital cardiac readmissions of myocardial infarction survivors in five European cities // *Circulation.* — 2005. — V.112, №20 — P.3073-3079.
 22. Zimmer AT. The influence of metallurgy on the formation of welding aerosols // *J. Environ. Monit.* — 2002. — V.4, №5. — P. 628-632.

Резюме

ПРОБЛЕМА ПОЄДНАНОЇ ДІЇ ТОКСИЧНИХ РЕЧОВИН І ТЕПЛОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ ПРИ ЗВАРЮВАЛЬНИХ РОБОТАХ

Кучерук Т.К., Демецька А.В.

Надмірний вплив на працюючих зварювальних аерозолів різного складу в поєднанні з іншими шкідливими чинниками виробничого середовища і трудового процесу зумовлює високий професійний ризик зварників. Тому однією з найактуальніших проблем медицини праці в сучасному зварювальному виробництві є профілактика у робочих зварювальних професій захворювань, обумовлених дією основних несприятливих чинників виробничого середовища.

У той же час, складність рішення цієї проблеми багато в чому обумовлена тим, що виконання зварювальних робіт супроводжується не тільки виділенням зварювального аерозолу, що містить ультрадис-

персні токсичні речовини, але і формуванням теплового навантаження, що викликає політропну дію на працюючих.

Summary

THE PROBLEM OF COMBINE INFLUENCE OF TOXIC SUBSTANCES AND THERMAL LOADS WHILE WELDING

Kucheruk T.K., Demetska A.V.

High occupational risk of welders depends on over influence of welding aerosols

(WA) which contains different substances together harmful factors of occupational environment and labor process. Then one of the most actual problem of occupational medicine in the modern welding is prevention of diseases caused by main harmful factors of occupational environment.

At the same time, this problem is difficult because welding is band on emission of WA with ultra-fine toxic substances and thermal load which cause polytropic influence on workers.

УДК 613.632-074

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ТОКСИКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ МНОГОФАКТОРНОГО ХИМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Штабский Б.М., Федоренко В.И.

Львовский национальный медицинский университет им. Данила Галицкого

Впервые поступила в редакцию 28.09.2006 г. Рекомендована к печати на заседании ученого совета НИИ медицины транспорта (протокол № 7 от 18.11.2006 г.).

Токсикологическая оценка многокомпонентных смесей ксенобиотиков – одна из наиболее сложных задач изучения комбинированной токсичности. В особой мере это касается смесей существенно переменного состава по относительному содержанию компонентов. О современном состоянии вопроса можно судить по обзору [1]. В нем упомянуты некоторые частные регламентационные решения, но в принципе, по мнению автора, даже при ограниченном диапазоне соотношений между компонентами следует сосредоточить внимание на закономерностях комбинированного действия (КД) двух - трех компонентов, преобладающих по содержанию и/или по степени опасности. Известны, однако, иные решения [2-4], в том числе предложенные нами [5-8]. В развитие последних ниже аргументируется методический подход к токсикологической (resp. токсикометрической) оценке многокомпонентных смесей переменного состава при различных путях поступления в организм в обычных и экстремальных условиях.

Подразумевается два вида многокомпонентных смесей:

а) натурные комбинации, образующиеся в тех или иных реальных ситуациях, при

любых количественных соотношениях между компонентами;

б) технологические смеси (композиции) заводского изготовления, в составе которых относительное содержание компонентов колеблется в сравнительно узких пределах.

Идет ли речь о регламентировании таких смесей (в том числе для предвидимых экстремальных условий) или же об оценке их комбинированной токсичности на наднормативных уровнях воздействия (вплоть до смертельного), руководствуемся следующими положениями.

1. Теоретически любую многокомпонентную смесь переменного состава можно представить в виде множества смесей фиксированного состава (СФС), различающихся по относительному содержанию компонентов. Тогда каждая СФС выступает как сложное целое (как одно вещество) с присущими ему параметрами токсичности (от ЛК₅₀ или ЛД₅₀ до величин типа Lim_{ac} или Lim_{ch}), а сами параметры одновременно с необходимостью отображают характер (тип) КД компонентов данной СФС. При этом тип КД, как описано ранее, определяется параллельно по токсичности (классическими методами сопоставле-

ния эффектов и доз) и по степени кумуляции (на основе комплексной оценки, начиная с индексов кумуляции I_k и средних времен ET_{50} гибели животных в острых опытах).

2. Из упомянутого множества СФС всегда можно выделить, как минимум, одну группу (подмножество) СФС с совпадающими токсикометрическими характеристиками и одинаковым типом КД, несмотря на определенные различия в количественном составе этих СФС. Все такие СФС образуют семейство качественно эквивалентных СФС, компоненты которых количественно взаимозаменяемы. Соответственно задачей токсикологического анализа становится выявление диапазона колебаний количественного состава смеси, в пределах которого сохраняются равная токсичность и одинаковая степень кумуляции различных СФС как наиболее общие критерии взаимозаменяемости их компонентов.

3. Ориентация на семейства СФС (resp. на семейства смесей, не слишком отличающихся по составу от СФС) позволяет решать задачи регламентирования смесей переменного состава на основе системного подхода к гигиеническому нормированию отдельных веществ [9, 10], но с надлежащим учетом характера КД компонентов и токсикологически значимых особенностей технологических и натуральных смесей. Компоненты первых, как правило, связаны, а вторых - не связаны общими для смеси в целом физико-химическими свойствами. Поэтому

- а) токсичность технологической смеси на различных уровнях воздействия определяется обычно соучастием всех компонентов безотносительно к величине их парциальных доз (концентраций) в составе суммарной дозы смеси (вариант так называемого коалитивного действия);
- б) токсичность натурной смеси (в том числе продуктов деструкции технологических смесей) на одних уровнях воздействия может зависеть от всех компонентов (в этом смысле можно говорить о зоне их потенциального общего действия), на других, более низких, - только от некоторых (зона необщего действия, в которой оказывается эффективной парциальная доза хотя бы только одного из

компонентов; при прочих равных условиях - это наиболее кумулятивный компонент).

Практически в общем случае, исходя из информации о наборе веществ, входящих в состав смеси, и фактических пределах колебаний ее количественного состава, для изучения в токсикологическом эксперименте необходимо сформировать

- а) модельную СФС (МСФС) по средним фактическим концентрациям компонентов (их суммарная концентрация принимается за 100 %);
- б) не менее двух дополнительных СФС при той же суммарной концентрации, но максимально измененных соотношениях между компонентами в диапазоне фактических колебаний их концентраций (проще всего увеличить или уменьшить концентрацию по отношению к средней величине преобладающего по содержанию компонента и пропорционально изменить концентрации всех остальных).

Если оказывается, что МСФС и хотя бы одна из дополнительных СФС относятся к разным семействам (resp. если их токсичность и/или степень кумуляции не совпадают), то формируют новые дополнительные СФС при более узких границах колебаний относительного содержания компонентов.

При рекомендации гигиенических нормативов смеси для обычных условий труда и состояний окружающей среды исходят из суммарного значения ПДК всех компонентов изученной МСФС (которое действительно для всех СФС данного семейства) и соответствующих парциальных ПДК каждого компонента. Последние могут совпадать или превышать значение индивидуальных ПДК веществ, входящих в состав смеси, - в таких случаях сохраняют силу индивидуальные ПДК. Когда же парциальные ПДК существенно ниже индивидуальных нормативов, приводят значения парциальных ПДК каждого компонента МСФС, но с указанием суммарного значения ПДК смеси в целом. В обоих случаях указывают пределы колебаний (в %) количественного состава смеси, при которых сохраняет силу суммарная ПДК, а также контролируемые (индикаторные) компоненты. Ясно, что на наднормативных уровнях воздействия следу-

ет ориентироваться на конкретные эффективные дозы смеси и компонентов по лимитирующим эффектам.

То же самое, по существу, относится и к разработке аварийных ПДК (АПДК) смесей на основе системного подхода по аналогии с обоснованием АПДК отдельных веществ (см. МВ 1.1.5.-088-02). Опорными точками служат при этом системно корректные обычные ПДК (суммарная и парциальные) для данного семейства СФС. С их учетом устанавливают максимальную суммарную АПДК на минимальное время допустимого воздействия (прецедент: 15-минутный норматив СО – 200 мг/м³ – в воздухе рабочей зоны против обычной ПДК_{рз} = 20 мг/м³), а также минимальную суммарную АПДК на принятое максимальное время (для воздуха рабочей зоны, например, на 1440 минут), после чего связывают эти крайние величины формулой Габера-Лазарева в двойной логарифмической шкале (получают прямую разновременных суммарных АПДК) и принимают решение о разновременных парциальных АПДК компонентов и индикаторных веществах.

Покажем возможности применения изложенного подхода к экспериментальным данным, полученным при ином, но токсикологически оправданном планировании эксперимента. С этой целью обратимся к данным работы [2] о смертельных концентрациях смеси продуктов термоокислительной деструкции (при 250°C) смазочного масла 5-3В для мышей-самцов после 2-часовой ингаляционной затравки при переменных концентрациях следующих компонентов: аэрозоль и пары масла, кетоны

(по ацетону), альдегиды (по формальдегиду), органические кислоты (по уксусной кислоте) и СО. Гибель животных наступала на 2-3 сутки после экспозиции. В оригинале приведены процент погибших животных в каждом из 16 наблюдений и соответствующие концентрации всех пяти компонентов в мг/л. В табл. 1 те же данные о концентрациях представлены нами в виде суммарных концентраций ЛК компонентов в каждой испытанной смеси в мг/л, а состав смесей выражен в процентах к своей суммарной концентрации; добавлен расчет МСФС.

Когда результаты подобных опытов анализируются методом множественной (частной) регрессии, их токсикологическая интерпретация встречает известные трудности [2, 3,8]. Избранная форма представления результатов (табл. 1) позволяет их обойти. Суммарная концентрация расчетной МСФС, равная 1,456 мг/л, соответствует смыслу суммарной ЛК₅₀ исходной смеси (ср. ЛК смесей №9 и №10). Преобладающий по содержанию

Таблица 1

Суммарные смертельные концентрации (ЛК) и процентный состав смесей продуктов термоокислительной деструкции смазочного масла 5-3В (исходные данные В.В.Кустова, Л.А.Тиунова и Г.А.Васильева, 1975 [2])

| Наблюдения, № п/п | ЛКмг/л | Гибель мышей | Состав смеси (%) | | | | |
|-------------------|--------|--------------|-----------------------|--------|-----------|----------------------|------|
| | | | Аэрозоль и пары масла | Кетоны | Альдегиды | Органические кислоты | СО |
| 1 | 1,09 | 10 | 56,88 | 29,36 | 11,01 | 0,92 | 1,83 |
| 2 | 0,58 | 10 | 41,38 | 20,69 | 27,59 | 4,31 | 6,03 |
| 3 | 0,769 | 10 | 36,41 | 23,41 | 33,81 | 2,47 | 3,90 |
| 4 | 1,16 | 20 | 51,72 | 27,59 | 16,38 | 1,29 | 3,02 |
| 5 | 1,267 | 20 | 33,94 | 27,62 | 34,73 | 1,34 | 2,37 |
| 6 | 1,325 | 30 | 42,27 | 36,98 | 16,60 | 1,51 | 2,64 |
| 7 | 0,967 | 30 | 31,02 | 40,33 | 21,22 | 2,28 | 4,65 |
| 8 | 1,255 | 40 | 40,65 | 36,65 | 16,73 | 1,99 | 3,98 |
| 9 | 1,625 | 50 | 48,62 | 34,46 | 12,30 | 1,85 | 2,77 |
| 10 | 1,224 | 50 | 33,50 | 35,13 | 23,69 | 1,96 | 5,72 |
| 11 | 1,42 | 60 | 33,10 | 41,55 | 18,31 | 2,46 | 4,58 |
| 12 | 1,305 | 60 | 29,89 | 37,55 | 24,52 | 2,68 | 5,36 |
| 13 | 2,645 | 70 | 66,92 | 21,93 | 8,32 | 1,13 | 1,70 |
| 14 | 1,6 | 70 | 33,13 | 41,25 | 18,75 | 2,81 | 4,06 |
| 15 | 1,61 | 70 | 30,43 | 44,72 | 18,01 | 3,73 | 3,11 |
| 16 | 3,46 | 100 | 69,08 | 16,47 | 11,27 | 1,16 | 2,02 |
| МСФС | 1,456 | 50 | 46,26 | 31,03 | 17,51 | 1,94 | 3,26 |

компонент МСФС – аэрозоль и пары масла (А+П). Чтобы определить, относятся ли все 16 смесей к одному и тому же семейству, учитываем, что содержание А+П в смесях №№ 1, 4, 9, 13 и 16 выше, чем в МСФС (>46,26%), в остальных 11-ти смесях – ниже. Для тех и других порознь по подходящим фактическим данным из табл. 1 находим соответствующие LK_{50} . Если их доверительные границы не перекрывают друг друга, можно думать о разных семействах по токсичности (и наоборот).

В каждой из обеих указанных групп смесей выделяем по две смеси, процентный состав которых наиболее близок к виду одной и той же СФС, но взятых в суммарных концентрациях (ЛК), приводящих к гибели менее и более 50 % животных. Среди смесей с содержанием А+П < 46,26% таковы, в частности, смеси №7 (ЛК = 0,967 мг/л = x_1 , летальность 30% = y_1) и №11 (ЛК = 1,42 мг/л = x_2 , летальность 60% = y_2). По уравнению прямой, проходящей через две точки $(y - y_1)/(y_2 - y_1) = (x - x_1)/(x_2 - x_1)$, находим зависимость летальности (y , %) от суммарной концентрации смеси (x , мг/л). Получаем:

$$y = 66,22x - 34,03 (\%),$$

откуда $LK_{50} = 1,27 (0,96...1,58)$ мг/л, что сразу же указывает на принадлежность к тому же семейству смеси №10, а расчетное значение $LK_{70} = 1,57$ мг/л позволяет отнести к нему еще и смеси №14 и №15. Существенно также, что для МСФС расчетная $LK_{50} = 1,456$ мг/л не выходит за пределы доверительных границ найденной фактической LK_{50} смесей этой группы. Ограничиваясь сказанным, можно принять, что все 11 смесей относятся к одному и тому же семейству по токсичности.

Из остальных 5 смесей выбираем №1 ($x_1 = 1,09$ мг/л, $y_1 = 10\%$) и №13 ($x_2 = 2,645$ мг/л, $y_2 = 70\%$) и в конечном счете получаем: $y = 38,58x - 32,06 (\%)$; $LK_{50} = 2,13 (1,59...2,67)$ мг/л, в доверительных границах которой оказывается ЛК = 1,625 мг/л смеси №9 (летальность – 50%), а по приведенному равенству $LK_{100} = 3,42$ мг/л и совпадает с ЛК = 3,46 мг/л смеси №16. Следовательно, налицо другое семейство по токсичности, но различие между обеими LK_{50} не слишком велико, чтобы это могло иметь практическое значение при переходе к гигиеническим нормативам, если кумулятивные свойства обеих групп смесей вы-

ражены в равной мере.

Отмеченное в работе [2] время гибели животных (на 2-3 сутки) указывает на сильную кумуляцию, но по приведенным данным нельзя судить о возможном влиянии различного содержания А+П в составе смесей на степень их кумуляции. Однако, как показали авторы в дополнительном опыте, при снижении примерно на порядок концентрации аэрозоля масла (с помощью аэрозольных фильтров) и практически не измененных концентрациях паров масла и остальных компонентов токсичность смеси уменьшилась, но гибель животных наступала уже на 5-7 сутки после воздействия. Это исключает принадлежность дополнительной смеси к рассмотренным семействам (для каждого из них требовалось бы, как минимум, установить порознь I_k и ET_{50} , но сами такие критерии кумуляции вообще стали применяться позднее).

Для смесей семейства МСФС при ориентации на $LK_{50} = 1,27$ мг/л = 1270 мг/м³ и сильную кумуляцию согласно МВ 1.1.5-088-02 системно корректное среднее значение обычной ПДКрз = 0,18 мг/м³, а 15-минутная АПДКрз = 1,8 мг/м³ и $lgAPDKрз = -0,50 lgt + 0,84$, где t – время в минутах. Установленные в работе [2] значения $Lim_{ac} = 0,15...0,2$ мг/л = 150...200 мг/м³ по влиянию на интенсивность потребления кислорода и активность сукцинатдегидрогеназы ткани печени, так что зона острого действия $Z_{ac} = 8,5...6,4$ (достаточно узкая). Это позволяет считать надежными уравнения прямой АПДКрз и значение обычной ПДКрз.

Подразумеваются, естественно, суммарные значения нормативов. В составе указанной ПДКрз соответственно процентному содержанию компонентов в смесях семейства МСФС парциальные нормативы А+П, кетонов, альдегидов, органических кислот и СО составляют 0,083; 0,055; 0,032; 0,004 и 0,006 мг/м³ (в составе 15-минутной АПДКрз – на порядок выше). Индивидуальная ПДКрз А+П не установлена, индивидуальные ПДКрз ацетона, формальдегида, уксусной кислоты и СО соответственно равны 200; 0,5; 5 и 20 мг/м³. Ясно, что

- а) применение последних ни в обычных, ни в экстремальных условиях невозможно (требуется контроль по парциальным нормативам);

б) сопоставление парциальных и индивидуальных ПДК_{рз} нормированных веществ указывает, что как на уровне ПДК_{рз} (resp. Lim_{ch}), так и на уровне Lim_{ac} вероятный тип КД компонентов – потенцирование по токсичности и по степени кумуляции.

Существенно, что примерно 100-кратный интервал между Lim_{ac} и 15-минутной АПДК_{рз} достаточно велик, чтобы «разместить» в нем специальные нормативы типа разновременных максимально допустимых концентраций (МДК>АПДК) по Л.А. Тиуну (подобно 15-минутной МДК_{рз} = 400 мг/м³ для СО [11]). Такие нормативы впервые были предложены в корабельной токсикологии, затем получили определенное распространение в других областях. В отличие от АПДК эти нормативы допускают некоторое снижение умственной или физической работоспособности человека (например, на 10 %) без угрозы отравления и предназначены для применения в особых нештатных ситуациях.

Проиллюстрируем теперь тот же подход к токсикологической оценке многофакторного химического воздействия при предложенном нами планировании эксперимента. Изучали жидкую технологическую смесь – инкредол [6]. Последний применяется в качестве ингибитора отложения неорганических солей в нефтяной, газовой и других отраслях промышленности. Согласно техническим условиям в состав инкредола входят нитрилотриметилфосфоновая кислота – НТФ (28...32 %), этиленгликоль (7...9 %), аммиак (10...13 %), мочевины (15...18 %) и ингибитор коррозии катапин (0,5 %), а также вода (до 100 %). В острых

опытах на белых крысах-самках определили ЛД₅₀ (per os) и кумулятивные свойства (по I_k и ET_{50}) самого инкредола, его компонентов и сформированных нами МСФС, СФС-1, СФС-2, СФС-3, содержащих все 5 компонентов в процентных соотношениях, указанных в табл. 2, и, кроме того, СФС-4, которая отличалась от МСФС только полным исключением катапина.

Установлено, что «валовая» ЛД₅₀ заводских образцов самого инкредола, учитывая пределы суммарного содержания компонентов, может составлять 6000-7000 мг/кг массы тела при сильно выраженных кумулятивных свойствах препарата. Индивидуальные ЛД₅₀ НТФ, этиленгликоля, аммиака, мочевины и катапина равны соответственно 3000; 8465; 500; >10000 и 1666 мг/кг, степень кумуляции двух первых – сильная, аммиака и катапина – средняя, мочевины – слабая (итоговое суждение о кумулятивной токсичности выносилось, понятно, по совокупности критериев на смертельном и пороговом уровнях в острых и подострых опытах).

Из данных, представленных в табл. 2, следует, что суммарные ЛД₅₀ МСФС, СФС-2 и СФС-3 и степень их кумуляции (сильная) совпадают и не отличаются от свойств заводского образца. Совпадают также обе характеристики типа КД их компонентов. Сопоставление парциальных ЛД₅₀ компонентов с их индивидуальными ЛД₅₀ сразу же указывает на абсолютный антагонизм по токсичности (по аммиаку – для всех 5-ти смесей, по НТФ, кроме того, – для МСФС и СФС-2). Различная выраженность кумуля-

Таблица 2

Характеристика СФС компонентов инкредола по результатам острых опытов (в скобках состав смеси в %) [6]

| | Парциальная ЛД ₅₀ (мг/кг) в составе суммарной ЛД ₅₀ смеси | | | | |
|---|---|----------------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| | МСФС | СФС-1 | СФС-2 | СФС-3 | СФС-4 |
| НТФ | 3076 (30,0) | 2365 (15,0) | 4092 (44,8) | 2179 (22,5) | 6488 (30,0) |
| Этиленгликоль | 820 (8,0) | 1780 (11,3) | 436 (4,8) | 930 (9,6) | 1735 (8,0) |
| Аммиак | 1179 (11,5) | 2558 (16,2) | 627 (6,8) | 1346 (13,9) | 2496 (11,5) |
| Мочевина | 1692 (16,5) | 3670 (23,3) | 900 (9,8) | 1927 (19,9) | 3581 (16,5) |
| Катапин | 51 (0,5) | 111 (0,7) | 27 (0,3) | 58 (0,6) | – |
| Суммарная ЛД ₅₀ (мг/кг) | 6818 (66,5) | 10484 (66,5) | 6082 (66,5) | 6440 (66,5) | 14300 (66,0) |
| Степень кумуляции | сильная | средняя | сильная | сильная | средняя |
| Тип КД: по токсичности по кумуляции | антагонизм потенцирование | антагонизм гетероаддитивность | антагонизм потенцирование | антагонизм потенцирование | антагонизм гетероаддитивность |

Примечание. Гетероаддитивность по токсичности – аддитивность по сумме эффектов (в отличие от изоаддитивности по сумме доз), по кумуляции – аддитивность по соотношению кумулятивных свойств компонентов и смеси (в случае изоаддитивности эти свойства выражены одинаково).

тивных свойств каждого из компонентов в отдельности сама по себе исключает возможность изоаддитивности по обоим характеристикам КД. Однако степень кумуляции смеси относится уже ко всем ее компонентам и потому для МСФС, СФС-2 и СФС-3 тип КД по кумулятивной составляющей – потенцирование, а для СФС-1 и СФС-4 – гетероаддитивность.

Как видим, к семейству инкредола (МСФС) в данном случае относятся все смеси, количественный состав которых колеблется в пределах, ограниченных различиями в составах СФС-2 и СФС-3. В этих же пределах действительны и возможные нормативные решения для смесей этого семейства. Например, руководствуясь МВ 1.1.5.-088-02, нетрудно оценить ориентировочное значение суммарной максимальной неэффективной дозы (МНД, мг/кг) *per os*, учитываемой при обосновании ПДК ксенобиотиков в воде, с последующим расчетом парциальных МНД компонентов и т.д. При этом, однако, необходимо также принять во внимание, что исключение из состава МСФС «минорного» компонента – катапина (СФС-4 в табл. 2) существенно изменяет свойства смеси. Приходится констатировать, что ни один из компонентов технологической смеси (даже присутствующий в минимальном количестве) не может быть полностью исключен из ее состава без одновременного изменения качества смеси как целого. Иными словами, технологическим смесям целевого значения присущи некие особые свойства коалитивности, которые и следует учитывать при регламентации таких смесей.

Таким образом, предложенный подход предусматривает моделирование смесей переменного количественного состава сериями СФС с различным относительным содержанием компонентов. Подразумеваемые СФС могут быть изучены как одно вещество с одновременной оценкой характера КД компонентов параллельно по токсичности и по степени кумуляции. Это, в свою очередь, позволяет решать задачи регламентирования смесей переменного состава на основе системного подхода к гигиеническому нормированию отдельных веществ применительно к обычным и экстремальным условиям труда и состояния окружающей среды.

Литература

1. Качнельсон Б.А. Комбинированное действие химических веществ. – В кн.: Общая токсикология / Под ред. Б.А.Курляндского, В.А.Филова. – М.: Медицина, 2002. – С. 497-520.
2. Кустов В.В., Тиунов Л.А., Васильев Г.А. Комбинированное действие промышленных ядов. – М.: Медицина, 1975. – 256 с.
3. Нагорный П.А. Комбинированное действие химических веществ и методы его гигиенического изучения. – М.: Медицина, 1984. – 184 с.
4. Шафран Л.М., Боков А.Н., Станкевич К.И. Проблема комбинированного действия в гигиене и токсикологии полимерных материалов // Комбинированное и изолированное действие химических веществ на организм. – Ереван, 1989. – С. 5-9.
5. Федоренко В.И. Методика оценки комбинированного действия вредных веществ в токсиколого-гигиенических исследованиях // Гигиена и санитария. – 1987. – № 10. – С. 56-58.
6. Штабский Б.М., Федоренко В.И. Методология гигиенической оценки смесей вредных веществ // Гигиена и санитария. – 1987. – № 9. – С. 60-63.
7. Штабский Б.М., Федоренко В.И., Миц Е.В. Об оценке многофакторного химического воздействия методом частной регрессии // Гигиена труда и проф. заболевания. – 1991. – № 12. – С. 36-39.
8. Федоренко В.И. О критериальной значимости учета кумуляции при гигиенической оценке смесей ксенобиотиков // Гигиена и санитария. – 1993. – № 6. – С. 65-67.
9. Гжегоцкий М.Р., Штабский Б.М. Ксенобиотики в окружающей среде: физиолого-токсикологические основы системного перехода к обоснованию нормативов химической безопасности человека // Журнал АМН України. – 2002. – Т. 8. – № 3. – С. 575-589.
10. Штабский Б.М., Гжегоцкий М.Р. Профилактическая токсикология и прикладная физиология: общность проблем и пути решения. – Львов: НАУТИЛУС, 2003. – 342 с.
11. Тиунов Л.А., Румянцев А.П., Колосова Т.С.,

Петушков Н.А. О максимально допустимых концентрациях окиси углерода // Военно-медицинский журнал. – 1974. – № 10. – С. 58-60.

Резюме

МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО
ТОКСИКОЛОГІЧНОЇ ОЦІНКИ
БАГАТОФАКТОРНОГО ХІМІЧНОГО ВПЛИВУ

Штабський Б.М., Федоренко В.І.

Суміші змінного кількісного складу моделюються серіями сумішей фіксованого складу із різним відносним вмістом компонентів. Останні вивчаються як одна речовина з одночасною оцінкою характеру комбінова-

ної дії компонентів паралельно за токсичністю і ступенем кумуляції.

Summary

METHODOLOGICAL APPROACH TO THE
TOXICOLOGICAL EVALUATION OF
MULTIFACTOR CHEMICAL INFLUENCE

Shtabsky B.M., Fedorenko V.I.

Mixtures with undefined quantitative consistence are modeled by serials of defined and different consistence of components. The last mentioned substances are examined as one substance with estimation of characteristic of combined influence components accompanied by toxicity and cumulation level verification.

УДК 614.841

**О ДЫМООБРАЗОВАНИИ ОТДЕЛОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ,
ПРИМЕНЯЕМЫХ НА ТРАНСПОРТЕ**

Анохин Г.А.

Украинский НИИ пожарной безопасности, г. Киев

Впервые поступила в редакцию 25.09.2006 г. Рекомендована к печати на заседании ученого совета НИИ медицины транспорта (протокол № 7 от 18.11.2006 г.).

При тепловом воздействии на материалы может происходить интенсивное дымовыделение, представляющее собой один из аспектов пожарной опасности и ограничивающее область применения этих материалов.

Дым представляет собой аэрозоль, состоящий как из твердых частиц сажи, так и жидких частиц конденсированной фазы. Оптические свойства дыма характеризуются способностью поглощать и рассеивать свет, что является причиной снижения видимости в задымленном пространстве и ограничения возможности эвакуации людей при пожаре. При развитии пожара потеря видимости может значительно опережать действие на людей других пожароопасных факторов (повышение температуры, недостаток кислорода, токсичность продуктов горения и др.)

Проблема снижения применения материалов с высокой дымообразующей способностью актуальна как в строительстве, так и на транспорте.

Транспортное средство – это средство, с помощью которого осуществляется перевозка пассажиров и грузов. Наибольшую опасность при возникновении пожаров представляют пассажирские транспортные средства. К таким транспортным средствам относятся железнодорожные пассажирские вагоны, автобусы, трамваи, троллейбусы, электродвижущие составы метрополитена, суда.

Особенностями транспортного средства по сравнению с зданиями и сооружениями являются и меньший объем, и меньшая ширина эвакуационных выходов и то, что транспортное средство не стационарно и может находиться далеко от передвижных средств тушения пожара.

Статистические данные свидетельствуют, что пожары на транспорте по количеству и причиненным убыткам занимают вторую позицию после пожаров в жилом секторе. Как и в зданиях, основной причиной гибели людей является потеря видимости и отравление продуктами горения.

В связи с этим, актуальным вопросом остается ограничение применения материалов с высокой дымообразующей способностью и токсичностью продуктов горения.

В существующих нормативных документах, касающихся транспортных средств, не в полной мере отражены требования пожарной безопасности к материалам отделки. Наименее отражены в существующих нормативных документах требования по дымообразующей способности (таблица 1). Только в ГОСТ 4049 [1] и НАПБ 03.003-2000 [2] приводятся – в первом документе значение коэффициента дымообразования не более 500 м²/кг, во втором такой конкретики нет, регламентация носит рекомендательный характер: материалы выбираются из одной группы горючести и (или) распространения пламени, но с меньшими дымообразующей способностью и токсичностью продуктов горения. Эти подходы не вполне правомерны. Во-первых, в документах приводится значение массового коэффициента дымообразования, определяемого в соответствии с ГОСТ 12.1.044 [3]. Отделочные же материалы имеют значение площади поверхности намного большее значение толщины, следовательно, более актуально будет учитывать поверхностный коэффициент дымообразования. Во-вторых, кроме коэффициента дымообразования, необходимо учитывать время достижения его максимального значения.

Единственные транспортные средства, при изготовлении которых контролируется дымообразующая способность – это суда. В соответствии с Кодексом [4] испытания на дымообразование материалов, применяемых в судостроении, проводятся в соответствии с частью 2 стандарта ISO 5659 [5]. В соответствии с этим стандартом определяется удельная оптическая плотность дыма – поверхностный коэффициент дымообразования.

Таким образом, в нормативно-технических документах на транспортные средства предусмотрены различные методы определения дымообразующей способности. Представляется целесообразным откорректировать существующую норматив-

ную документацию – изменить требования пожарной безопасности к материалам и методы их определения.

Для определения граничного значения коэффициента дымообразования материалов, применяемых для отделки автобусов, троллейбусов, трамвайных и железнодорожных пассажирских вагонов предлагается расчет исходя из предельной видимости в дыму.

В соответствии с ГОСТ 12.1.004 [6] расстояние предельной видимости в дыму $l_{пр}$ связано с оптической плотностью дыма μ зависимостью:

$$l = \frac{2,38}{\mu} \quad (1)$$

Вместе с тем, оптическая плотность дыма определяется исходя из уменьшения светопропускания в дыму:

$$\mu = \frac{1}{L} \lg \frac{I_0}{I_{\min}} \quad (2)$$

где L – длина прохождения луча через слой дыма, м;

I_0 ; I_{\max} – величины интенсивности светового потока в начале испытания и во время испытания, и является составляющей частью уравнения определения удельной оптической плотности дыма $D_{уд}$:

$$D_{уд} = \frac{V}{LS} \lg \frac{I_0}{I_{\min}} = \mu \frac{V}{S} \quad (3)$$

где V – объем испытательной камеры, м³;

S – эскалируемая поверхность образца, м².

Из уравнения 1:

$$\mu = \frac{2,38}{l_{пр}} \quad (4)$$

Подставляя в формулу 3 оптическую

Нормативные требования по дымообразующей способности

| Нормативный документ | Противопожарные требования к материалам | |
|---|---|---|
| | общие | по дымообразованию |
| ГОСТ 8802-78 Вагоны трамвайные пассажирские. Технические условия. | отсутствуют | отсутствуют |
| ГОСТ 23772-79 Троллейбусы пассажирские. Методы испытаний | отсутствуют | отсутствуют |
| ГОСТ 27815 Автобусы. Общие требования к безопасности конструкции | отсутствуют | отсутствуют |
| ДНАОП 0.00-1.28-97 Правила безопасности. Правила охраны труда на автомобильном транспорте | отсутствуют | отсутствуют |
| ДСТУ UNECE R 36-03:2002 Единые различные предписания, касающиеся официального утверждения пассажирских транспортных средств большой вместимости в отношении общей конструкции | Наличие каких-либо возгораемых материалов в пределах 10 см от выхлопной трубы допускается лишь в том случае, если эти материалы должны образовать защиту (5.5.9). Изоляция электропроводки не должна распространять горение (Приложение 8 п.3.10.3). | отсутствуют |
| ДСТУ 4049-2001 Вагоны пассажирські магістральні локомотивної тяги | Согласно п. 6.3 материалы, используемые в конструкции пассажирского вагона должны выбираться в соответствии с ГОСТ 12.1.044 по таким показателям пожарной опасности: группа горючести; индекс распространения пламени; коэффициент дымообразования; показатель токсичности продуктов горения. | В соответствии с п. 6.5 коэффициент дымообразования материалов должен быть не более чем 500 м ² /кг. |
| ДСТУ 4070-2002 Вагоны трамвайні. Вимоги безпеки й охорони довкілля | Согласно 5.2.1 для отделки пассажирского салона и кабины водителя нужно применять огнеопасные материалы со свойствами в соответствии с ГОСТ 25076; деревянные детали необходимо подвергать огнезащитной обработке (5.2.2); материалы (основы) должны иметь группу распространения пламени не выше РП2 в соответствии с ДСТУ Б.В.2.7-70 (5.2.3). | отсутствуют |
| НАПБ В.01.039-99/510 ЦОУ-0020 Правила пожарной безпеки в метрополітенах | отсутствуют | отсутствуют |
| НАПБ 03.003-2000 Норми пожежної безпеки для пасажирських вагонів | Согласно 5.1 должны быть документально подтверждены характеристики материалов: горючесть, распространение пламени, дымообразующая способность и токсичность газообразных продуктов горения в соответствии с ГОСТ 12.1.044-89. ДСТУ Б.В.2-70-98 (ГОСТ 30444-97) и „Методикой определения воспламеняемости текстильных материалов“, которая приведена в приложении к этому документу. | По 5.1. дымообразующая способность устанавливается согласно с ГОСТ 12.1.044-89. Из материалов одной группы горючести и (или) распространения пламени должны выбираться материалы, имеющие сравнительно меньшие степени по дымообразующей способности и токсичности (5.2). |

плотность дыма, выраженную через расстояние предельной видимости (формула 4) получаем зависимость:

$$D_{y\delta} = \frac{2,38 \cdot V}{S \cdot l_{np}} \quad (5)$$

Показатели V и S в стандарте [5] имеют значения $V = 0,51 \text{ м}^3$, $S = 4,225 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$, подставляя их в уравнение 5 получаем:

$$D_{y\delta} = \frac{887,8}{l_{np}} \quad (6).$$

В качестве расстояния предельной видимости l_{np} можно принять максимальное расстояние до эвакуационного выхода. При разработке технических условий на железнодорожные пассажирские и трамвайные вагоны, автобусы, троллейбусы необходимо учитывать значение коэффициента дымообразования рассчитанного по формуле (6) исходя из длины пути эвакуации. При этом необходимо также учитывать время достижения максимального снижения светопропускания при испытании материалов, которое не должно превышать времени эвакуации.

Выводы:

1. В существующих нормативных документах, касающихся транспортных средств, не отражены требования пожарной безопасности к материалам отделки, в частности по их дымообразующей способности.
2. Для транспортных средств необходимо определять поверхностный коэффициент дымообразования в соответствии с методом стандарта ISO 5659.
3. Для нормирования значения коэффициента дымообразования материалов, применяемых для отделки транспортных средств можно использовать зависимость его от расстояния предельной видимости.
4. При нормировании дымообразующей способности наряду с коэффициентом дымообразования необходимо руко-

водствоваться и временем достижения максимального снижения светопропускания.

Литература

1. ДСТУ 4049-2001 Вагони пасажирські магістральні локомотивної тяги.
2. НАПБ 03.003-2000 Норми пожежної безпеки для пасажирських вагонів
3. ГОСТ 12.1.044-89 ССБТ Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.
4. Резолюция Ассамблей ИМО MSC.61(67) Международный кодекс по применению процедур огневых испытаний.
5. ISO 5659-2:1994 Plastics – Smoke generation – Part 2: Determination of optical density by a single-chamber test.
6. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ Пожарная безопасность. Общие требования.

Резюме

ПРО ДИМОУТВОРЕННЯ ОЗДОБЛЮВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ, ЯКІ ВЖИВАЮТЬСЯ НА ТРАНСПОРТІ

Анохін Г.А.,

Особливості транспортного засобу порівняно з будівлями і спорудами, проведений аналіз вимог нормативних документів до пожежної безпеки матеріалів, вживаних для обробки транспортних засобів, для нормування димоутворення матеріалів запропонована емпірична залежність коефіцієнта димоутворення від відстані граничної видимості.

Summary

ABOUT FORMATION THE SMOKE FROM FINISHING STUFFS ON TRANSPORT

Anokhin G.A.

Differences of transport from constitutions and buildings have been considered. Demands of normative documents to fire safety of stuffs for transport are analysed. For a setting of formation of a smoke at burning stuffs empirical dependence of quotient of formation of a smoke on distance of limiting visibility is offered.

УДК 661.665.2:662.613

ВКЛАД ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ТОКСИЧНОСТЬ ПРОДУКТОВ ГОРЕНИЯ

Большой Д.В., Пыхтеева Е.Г.

УкрНИИ медицины транспорта, Одесса

Впервые поступила в редакцию 11.10.2006 г. Рекомендована к печати на заседании ученого совета НИИ медицины транспорта (протокол № 7 от 18.11.2006 г.).

На первый взгляд, проблемы токсичности продуктов горения и тяжёлых металлов имеют мало точек пересечения. В самом деле, металлы, как правило, не горят, их соединения — тоже. Трудно, наверное, отыскать в мировой истории случай, когда бы при пожаре люди отравились тяжёлыми металлами.

Однако при вдумчивом рассмотрении вопроса становится очевидным, что на самом деле легкомысленный подход к проблеме не имеет оснований. Сплошь и рядом приходится сталкиваться с ситуациями, когда процесс горения сам непосредственно создаёт проблемы экологической опасности тяжёлых металлов либо интенсифицирует, усугубляет существующие экологические проблемы, связанные с тяжёлыми металлами.

Загрязнению подвергаются главным образом почва и воздух. Пути проникновения тяжёлых металлов в эти сферы при горении могут быть различными, степень реальной опасности этих путей неравнозначна. Рассмотрим их подробнее.

Во-первых, контаминация почвы.

Наиболее значимым фактором в этом отношении является горение полимеров. Полимеры горят повсеместно: при сжигании бытовых отходов, при пожарах, при утилизации производственных пластиковых отходов. Объёмы сжигаемых пластиков колоссальны. Дело в том, что большинство пластиков не подвержено биодegradации или иной деструкции в естественных условиях, и сжигание — фактически единственный способ утилизации отработанных пластмассовых изделий. Лишь полиэтилен и неко-

торые его гомологи могут быть подвержены вторичной переработке, но и их чаще всего оказывается выгоднее сжигать. В конце концов, почти весь объём произведённых в мире пластических масс (одного только поливинилхлорида выпускается более 30 миллионов тонн в год) оказывается сожжённым.

Между тем, полимерные материалы — это не только органические высокомолекулярные соединения. Полимерные материалы содержат в своём составе тяжёлые металлы, которые вводятся для стабилизации материала, в качестве инициатора полимеризации как кислоты Льюиса, а также в качестве наполнителей для улучшения потребительских свойств полимеров.

Сколько металла может содержать пластмасса? И какие металлы могут входить в состав полимера? Оказывается, что для добавок в полимеры применяются самые различные металлы — от безобидного кальция до свинца и кадмия. В последнее время, правда, наметился сдвиг в сторону использования менее токсичных компонентов, но доля пластиков с высокотоксичными наполнителями всё ещё достаточно велика. Так, недавно по просьбе кабельного завода мы анализировали семь видов ПВХ пластикатов, из них два содержали свинец. Что касается количественной стороны вопроса, содержание металлов в твердом ПВХ пластике измеряется целыми процентами. Наиболее качественные и дорогие пластики (например, используемые для производства пластиковых окон), содержат до 5 процентов свинца.

Когда нам в первый раз попался на анализ такой пластик, мы, не зная ещё

его состава, озолили навеску, золу растворили в кислоте и попытались проанализировать содержание металлов атомно-абсорбционным методом. Оказалось, что практически вся зола представляла собой окись свинца. Раствор получился настолько насыщенным, что мы испортили прибор. Несколько дней нам понадобилось впоследствии для того, чтобы очистить прибор от свинца.

Следует представлять себе, что тяжёлый металл в зольном остатке полимера — это совсем не то, что в самом полимере. Металл внутри полимерной матрицы безвреден: он накрепко связан, впечатан, вмурован в толщу полимерной массы, он инертен, он неподвижен, он практически неспособен мигрировать во внешнюю среду. После сжигания полимера остаётся зола, состоящая в основном из оксидов и солей металла (поскольку органика вся сгорела, остался только металл), причём в самом активном, опасном состоянии — в лабильной ионогенной форме, то есть металл подвижен, легко вымывается водой, несвязан в какие-либо органические комплексы.

Таким образом, при сжигании полимеров происходит мобилизация металлов. Другой путь подобной мобилизации (хотя и далеко не столь масштабный) — термическое окисление металлов при пожарах или сжигании твёрдых бытовых либо промышленных отходов. Здесь также из компактного, инертного состояния тяжёлые металлы переходят в подвижную ионогенную форму.

Вторая сфера окружающей среды, подвергающаяся контаминации тяжёлыми металлами при процессах горения — это атмосферный воздух. И здесь тоже всё непросто.

Первое, что приходит в голову по этому поводу — а насколько интенсивно происходит испарение металлов при нагревании? Если человек находится рядом с раскалённой металлической конструкцией, то может ли он отравиться парами металла?

Оказывается, в общем случае не

может. Даже при очень высоких температурах (порядка тысячи градусов) испарение металлов происходит крайне незначительно. Давление паров свинца при 900 °С составляет всего 0,12 Па, кадмия — 0,084 Па, меди, никеля, марганца, хрома и т.д. — ещё меньше. Исключением может служить ртуть. Она действительно легко испаряется при нагревании, однако в связи с весьма ограниченным применением ртути в практике эту проблему нельзя назвать актуальной.

Однако ситуация коренным образом меняется в случае присутствия в очаге горения галоген-содержащих веществ, в первую очередь органических хлорпроизводных (например, всё того же поливинилхлорида). Дело в том, что горячий металл в указанных условиях легко образует летучие хлориды, которые возгоняются уже при 260-300 °С. Лёгкость, с которой испаряются металлы в присутствии соединений хлора, поражает воображение. Можно провести простой опыт: прикоснуться на одно мгновение горячей медной проволокой к любому изделию из ПВХ и внести проволоку в пламя — моментально пламя окрасится в насыщенный зелёный цвет. Окраску пламени придают пары меди. Температура возгонки хлорида алюминия — 180 °С, хлорида титана — 136 °С. Почти все хлориды тяжёлых металлов начинают возгоняться задолго до достижения температуры кипения. Так, хлорид цинка кипит при 732 °С, а заметная возгонка наблюдается уже при 350 °С.

Показателен эксперимент, который мы провели у себя в лаборатории: в комнате объёмом 27 м³ сожгли на ацетиленовой горелке 50 см медного провода в поливинилхлоридной изоляции и сразу же замерили содержание меди в воздухе. Оно оказалось равным 21 мкг/м³, что в 10,5 раз превышает среднесуточную ПДК.

Таким образом, совместное присутствие в зоне огня металлических конструкций и хлорсодержащих полимеров приводит к массивному выбросу в

атмосферу хлоридов тяжёлых металлов. Например, если в комнате, обшитой пластиковой вагонкой, и с пластиковыми окнами начнётся пожар, то газообразные продукты горения будут содержать не только угарный газ, хлороводород, фосген и т.д., но и соединения тяжёлых металлов. Сжигание бытового и промышленного мусора, содержащего, к примеру, металлические предметы и отработанную пластиковую упаковку, даст не только дым, но и металлы в атмосферном воздухе.

Однако есть ещё один аспект, на который редко обращается внимание. Дело в том, что многие тяжёлые металлы (никель, хром, марганец, железо, кобальт) легко взаимодействуют с монооксидом углерода (угарным газом), который образуется при горении в условиях недостатка кислорода. В результате получают карбонилы металлов. Карбонилы — это легколетучие жидкие или газообразные вещества. Пример карбонилы: $Ni(CO)_4$, $Fe(CO)_5$, $Mn_2(CO)_{10}$, $Cr(CO)_6$. Все они чрезвычайно токсичны. Образование карбонилы происходит уже при 50-60 °С при нормальном атмосферном давлении.

К счастью, большинство из них не отличается термоустойчивостью: при попадании в зону горячего пламени молекулы карбонилы распадаются так же легко, как и образовались. При этом содержащиеся в них атомы металла оказываются в атмосфере в виде металлического пара. Однако не все молекулы карбонилы распадаются — часть вещества не попадает в горячую зону, часть не успевает распаться даже в пламени. И пусть в атмосферу выбрасывается далеко не всё количество образовавшихся карбонилы, всё равно это представляет опасность из-за их чрезвычайной ядовитости. Например, известно, что ПДК такого яда как фосген в воздухе рабочей зоны составляет 0,5 мг/м³, ПДК хлора — 1,0 мг/м³, а ПДК карбонила никеля — 0,0005 мг/м³. В тысячу раз меньше!

Таким образом, из написанного выше можно сделать следующие **ВЫВОДЫ**:

1. Процессы горения вносят свой вклад в загрязнение окружающей среды тяжёлыми металлами. Основной мишенью контаминации при этом служат почва и атмосферный воздух.
2. Загрязнение осуществляется следующими путями:
 - Мобилизация металлов при сжигании полимеров.
 - Мобилизация металлов при термическом окислении.
 - Возгонка галогенидов металлов (особенно хлоридов).
 - Образование карбонилы (взаимодействие металлов с угарным газом).
3. Из-за различий в масштабах и природе происходящих процессов опасность названных путей контаминации неравнозначна. Наибольший вклад в загрязнение окружающей среды вносит сжигание полимерных материалов.

Резюме

ВНЕСОК ВАЖКИХ МЕТАЛІВ В ТОКСИЧНІСТЬ ПРОДУКТІВ ГОРІННЯ

Большой Д.В., Пихтеева О.Г.

Горіння полімерних матеріалів є причиною екологічної небезпеки забруднення навколишнього середовища (грунт, вода, повітря) важкими металами. Забруднення відбувається при спалюванні полімерів, при термічному окисненні, возгонці галогенів дів (хлоридів), утворенні карбонілів при взаємодії з СО.

Summary

THE HEAVY METALS CONTRIBUTION TO TOXICITY OF COMBUSTION GASES

Bolshoy D.V., Pykhteyeva E.G.

Burning of polymers is the cause of ecological danger of environmental (a soil, water, air) by heavy metals. Contamination descends at combustion and thermal oxidation of polymers, at sublimation of halogenides of metals (it is especial chlorides), at formation of carbonyls (interaction of metals with carbonic oxide).

УДК 662.613.541.6.691.615.009

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ТОКСИЧНОСТИ ПРОДУКТОВ ГОРЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПЕНОПОЛИСТИРОЛА В НАТУРНЫХ ИСПЫТАНИЯХ

Пресняк И.С., Задорожнюк Е.Г.
УкрНИИ медицины транспорта, г. Одесса

Впервые поступила в редакцию 13.05.2006 г. Рекомендована к печати на заседании ученого совета НИИ медицины транспорта (протокол № 7 от 18.11.2006 г.).

Актуальность работы.

Одной из основных задач применения полимеров является создание и отбор материалов, обладающих высокими потребительскими свойствами и наименее опасных при возникновении чрезвычайных ситуаций, в частности, пожаров. Этим обусловлена обязательность испытания материалов, применяемых в строительстве, с точки зрения пожарной опасности и токсичности продуктов горения согласно ст. 10 Закона Украины «О пожарной безопасности» и Государственным строительным нормам [1]. Испытания материалов на токсичность продуктов горения проводятся согласно ГОСТ 12.1.044-89 [2].

В системе испытаний на пожароопасность одной из наиболее сложных для осуществления, воспроизведения в модельных опытах и последующей интерпретации полученных результатов является оценка токсичности продуктов горения [3, 4]. С точки зрения условий горения материалов пожар – очень разнообразная по условиям, неста-

бильная и невоспроизводимая, зависящая от большого количества факторов система. Испытания материалов в лабораторных условиях предполагают моделирование небольшого числа схем условий горения. Всегда остается неопределенность в реализации моделируемых условий в реальных условиях пожара. В тоже время, по какой преимущественной

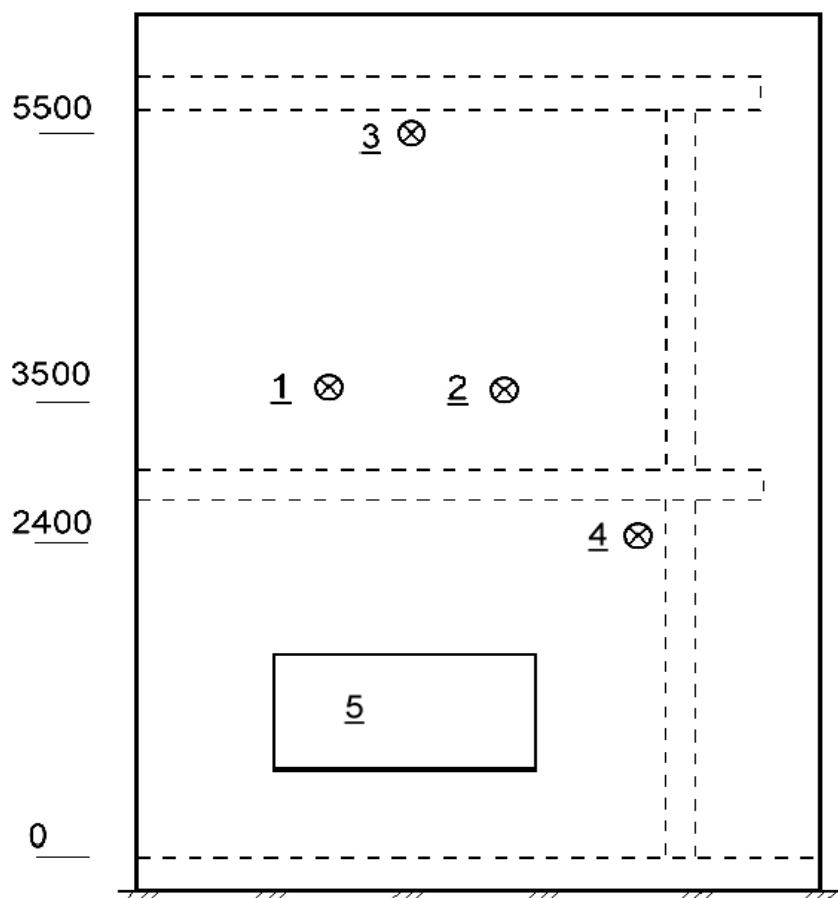


Рис. 1. Схема фрагмента строения для натурных испытаний на ружной теплоизоляции. 1, 2, 3, 4 – места пробоотбора с указанием мест отбора, 5 – оконный проем.

схеме пройдет реальный пожар? – Неизвестно. Поэтому модельные испытания материалов в лабораторных и натурных испытаниях взаимно дополняют друг друга [5, 6].

Область применения пенопластов в основном связана со строительством и ремонтом зданий и сооружений. Потребности в плитах из пенополистирола (ППС) резко возросли в последнее время в связи с ужесточением строительных нормативов в части теплосбережения (изменение № 3 в СНиП 11-3-79 Строительная теплотехника). Поэтому плиты из ППС имеют массовое применение при реконструкции зданий и сооружений как утеплитель путем укладки плит в стены, полы, перекрытия, а также во вновь строящихся зданиях в качестве вкладышей в кирпичную кладку, стеновые панели, полы,

потолочные перекрытия, как опалубка при строительстве из монолитного бетона, как отделочный материал для архитектурно-декоративных элементов фасада. Температурные условия эксплуатации изделий из пенополистирола ограничены температурами до 100°C. Начиная с этой температуры материал начинает размягчаться и усаживаться. Современные ППС соответствуют пожарно-техническим характеристикам Г4 (сильногорючие) и РП1 (по ГОСТ 51032 - 97 не распространяющие пламя по поверхности) [11]. При горении полистирольного пенопласта выделяется около 1000 МДж/м³ тепловой энергии. Для сравнения, при горении сухой древесины выделяется 7000...8000 МДж/м³. Существенное влияние на огнестойкость пенопласта оказывает как комбинация с другими строительными материалами, так и расположение защитных и покров-

ных слоев, которые позволяют получить менее горючие материалы, чем исходный ППС. При горении ППС в продуктах термодеструкции присутствуют оксиды углерода, бензол, толуол, ацетон, стирол, этилбензол, этилен, изопрропилбензол, формальдегид [8-11]. Авторы отмечают, что основным компонентом продуктов разложения полистирола является стирол, как при температурах 200-400°C [11], так и при 400-700°C [8-11] при наличии и в отсутствии кислорода. При 370-410°C полистирол практически полностью разлагается.



Рис. 2. Вид на строение (Испытание № 2) после удаления внешнего слоя штукатурки.

Цель работы. Проведение санитарно-гигиенических исследований продуктов разложения ряда теплоизоляционных материалов на основе пенополистирола в условиях натурального эксперимента для обоснования методических подходов к оценке их токсической опасности.

Объект и методы исследования. Изучали продукты горения наружной теплоизоляции на основе пенополистирола, которой было облицовано испытательное сооружение, представляющее собой 2-х этажное строение из цементно-бетонного камня 200x200x400 мм. Наружная сторона фронтальной стены строения облицована исследуемой системой утепления. Схема фронтальной стены с указанием мест отбора проб приведена на рис. 1, общий вид строения показан на рис. 2.

Источник теплового воздействия находится внутри помещения и представляет собой штабель из деревянного бруса с удельной нагрузкой горючего материала

(дерева) 35,6 кг/м². Пробозаборные трубки 1 и 2 располагаются на высоте 3,5 м на расстоянии 0,8 м друг от друга симметрично относительно проема, располагаясь с внутренней стороны стены через отверстие в стене, через теплоизоляцию подходя в притык к внешней штукатурке. Таким образом, в пробозаборные трубки попадают продукты термического разложения теплоизоляции, практически без смешения с продуктами горения источника теплового воздействия. Трубка 3 находилась над центром оконного проема на уровне 5,5 м (0,5 м от верхнего края стены). В эту трубку попадают продукты горения источника теплового воздействия и продукты термодеструкции теплоизоляции просочившиеся через штукатурку. Трубка 4 находится внутри комнаты с источником возгорания на высоте 0,1 м ниже потолка. В эту пробозаборную трубку попадают продукты горения источника теплового воздействия.

Таблица 1

Токсические вещества продуктов термодеструкции внутри теплоизоляции на основе ППС при натуральных испытаниях

| Компонент | Концентрация компонента в продуктах деструкции изоляции (точки отбора пробы 1 и 2), мг/м ³ | | | | Класс опасности [12] |
|---|---|--------------------|------------------|--------------------|----------------------|
| | Теплоизоляция на основе ППС производства: | | | | |
| | “URSA”, (Италия) | “ZERO ” (Германия) | ПСБ-25 (Украина) | ПСБ-С-25 (Украина) | |
| Ацетон | 2380±240 | 7800±800 | 13,1±2 | 284±29 | 4 |
| Бензол | 586±60 | 811±95 | 1,7±0,5 | 33,8±3,5 | 2 |
| Бутилацетат | 60±6 | < 10 | < 10 | < 10 | 4 |
| Гексан | 3300±200 | 5400±600 | 18±2 | 750±90 | 4 |
| Гептан | 4052±500 | 342±35 | 0,8±0,2 | 256±32 | 4 |
| Изооктан | 110±15 | 68,8±7,2 | — | 69±8 | 4 |
| Ксилолы | 120±15 | 20±3 | — | — | 3 |
| Метанол | — | — | — | 37,6±3,5 | 3 |
| Оксид углерода(II) | 45000±5000 | 38000 ±4000 | 1500±190 | 14600±800 | 4 |
| Пентан | 305±30 | — | — | 650±70 | 4 |
| Пропан-бутан | 3630±300 | 14680±1500 | 1400±120 | 23800±1800 | 4 |
| Стирол | 41,9±4,3 | 0,18±0,03 | < 0,1 | < 0,1 | 3 |
| Толуол | 780±80 | 200±25 | < 0,1 | < 0,1 | 3 |
| Формальдегид | 38±4 | 44±5 | — | — | 2 |
| Этилацетат | 70±10 | 80±10 | — | — | 4 |
| Этилбензол | 180±20 | 140±20 | — | — | 3 |
| Максимальная температура внутри теплоизоляции, °С | 340 | 330 | 180 | 330 | |

Штабель древесины поджигают и отбирают пробы воздуха через пробозаборные трубки в течение 30 мин. Далее отбор проб прекращают, а очаг пожара тушат. Отобранные пробы продуктов горения анализируют на наличие токсических веществ с использованием хроматографических и химических методов.

Результаты исследований.

Проведены четыре натуральных испытания теплоизоляции на основе ППС четырех производителей: “URSA International GmbH” (Италия), “ZERO” (Германия), ПСБ-25 («Столит», Украина), ПСБ-С-25 “ИЗОТЕРМ-С” (Украина). Содержание токсических веществ в продуктах термодеструкции внутри теплоизоляции и в отходящих газах пожара представлены в табл. 1 и табл. 2, соответственно.

Из данных таблиц 1 и 2 следует, что найденные токсические вещества в продуктах термодеструкции характерны для ППС, составляющего основную часть теплоизоляции. На рис. 2 видно, что теплового разрушению подверглась площадь теплоизоляции над оконным проемом, откуда выходили продукты горения мо-

дельного очага пожара. В зоне теплового воздействия значительная часть материала не разложилась, а оплавилась.

Присутствие стирола, ацетона, бутана, гексана в большей степени является результатом процессов деструкции-окисления материала теплоизоляции. Привлекает внимание относительно низкая доля стирола в продуктах термодеструкции внутри теплоизоляции. Это, по-видимому, связано с наличием в системе большой массы ППС, температура которого в процессе пожара ниже температуры его разложения. В этом ППС происходит растворение образующегося в результате деструкции стирола. Пробоотбор в различных точках пожара позволил выделить вклад продуктов горения теплоизоляции из общей токсичности продуктов горения. В отходящих газах содержания токсических веществ значительно ниже, чем внутри теплоизоляции. Это обусловлено их большим разбавлением окружающим воздухом и сгоранием токсических веществ при выходе на поверхность материала, где температура отходящих газов достигала 800°C и присутствовал кислород воздуха.

Таблица 2

Токсические вещества в отходящих газах пожара при натуральных испытаниях теплоизоляции на основе ППС

| Компонент | Концентрация компонента в отходящих газах пожара (точка отбора пробы 3), мг/м ³ | | | | |
|--------------------|--|----------------------|---------------------|-----------------------|-----------------|
| | Теплоизоляция на основе ППС производства: | | | | Класс опасности |
| | “URSA”, (Италия) | “ZERO” (Германия) | ПСБ-25 (Украина) | ПСБ-С-25 (Украина) | |
| Ацетон | 9,0±1,0 | 29,0±2,1 | 6,8±1,2 | 4,9±0,7 | 4 |
| Бензол | 8,9±0,1 | 8,9±0,9 | 1,2±0,3 | 1,1±0,08 | 2 |
| Бутилацетат | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 | 4 |
| Гексан | 1,4±0,2 | 9,6±1,1 | 0,60±0,15 | 0,28±0,05 | 4 |
| Гептан | < 0,5 | 3,1 | 0,06 | 0,08±0,01 | 4 |
| Ксилолы | < 0,1 | — | — | — | 3 |
| Метанол | — | — | — | 1,3±0,2 | 3 |
| Оксид углерода(II) | 980±120 | 5600±650 | 150±20 | 853±67 | 4 |
| Пропан-бутан | 143±15 | 36,0±3,0 | 17,6±2,0 | 31±2,5 | 4 |
| Стирол | — | — | — | — | 3 |
| Толуол | < 0,1 | 0,13±0,02 | < 0,1 | — | 3 |
| Этилацетат | < 10 | < 10 | — | — | 4 |

Во всех испытаниях температурный режим отличался в следствие различий в силе и направления ветра во время испытаний. Наименьшее тепловое воздействие было в третьем испытании (материал ПСБ-25 (Украина)). Этим определилось наименьшее содержание токсичных продуктов в этом случае. При горении материала на основе самозатухающего ППС марки ПСБ-С-25 (Украина) наблюдалось образование наименьших содержаний токсических веществ, в сравнении с другими материалами в условиях температуры одного ранга внутри теплоизоляции. При разложении теплоизоляции в условиях натурального эксперимента были идентифицированы те же продукты, что и в условиях лабораторного эксперимента. По результатам лабораторных испытаний согласно ГОСТ 12.1.044 [2] материалы отнесены к группе умеренно-опасных (Т2).

Заключение

По результатам четырех испытаний различных полистирольных материалов в натуральных условиях пожара в продуктах горения обнаружены токсические вещества соответствующие II-IV классам токсической опасности. Концентрация токсических продуктов разложения, образованных внутри теплоизоляции значительно уменьшается в результате доокисления (горения), разбавления воздухом вне теплоизоляции. В отходящих газах пожара набор и концентрация токсических продуктов горения теплоизоляции находились значительно ниже порога острого действия во всех четырех случаях. Суммарное количество выброса в атмосферу токсических веществ определяется площадью и массой подвергшейся тепловому воздействию теплоизоляции. Количество токсических продуктов горения, направление их дальнейшей миграции и возможная локализация в значительной степени определяются погодными условиями.

Натурные в сравнении с лабораторными характеризуются менее воспроизводимыми условиями проведения испытаний. В результате их были обнаружены

те же токсические вещества, что и в результате лабораторных исследований и, таким образом класс токсической опасности не был увеличен.

Литература

1. ДБН В.1.1-7-2002 Пожежна безпека об'єктів будівництва.
2. ГОСТ 12.1.044-89. «ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения». – М.: Изд. стандартов, 1990. – 142 с.
3. Landrock A.H. Handbook of plastics flammability and combustion toxicology. principles, materials, testing, safety, and smoke inhalation effects. - Park Ridge, N.J.: Noyes Publications, 1983. – 308 p.
4. Hartzell G.E. Prediction of the Toxic Effects of Fire Effluents // Journal of Fire Sciences, 1989, Vol. 7, No. 3, pages 179-193.
5. ISO TR 9122-4: 1989. Toxicity Testing of Fire Effluents. Part IV: The Fire Model (furnaces and combustion apparatus in small-scale testing).
6. Sarkos C.P. Application of Full-Scale Fire Tests to Characterize and Improve the Aircraft Postcrash Fire Environment // Toxicology, 1996, Vol. 115, Nos. 1-3, pages 79-87.
7. Марченко І.О., Новак С.В., Довбиш А.В., Долішній Ю.В., Слєпченко В.Ф., Ткаченко Є.Д., Кухаренко Л. Пожежна небезпека речовин та матеріалів, – К: УкрНДІПБ МНС України, 2004, №9, 72 с.
8. Тараненко Н.А., Дорогова В.Б., Колычева И.В., Верзунов В.А. Оценка химического фактора при пожарах // Гигиена и санитария, 2004, №1, с. 37-39.
9. Ayhan Demirbas Pyrolysis of municipal plastic wastes for recovery of gasoline-range hydrocarbons // Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 2004, Volume 72, № 1, p. 97-102
10. Волощенєко О.І., Голіченков О.М., Лященко В.І., Макаренко К.М., Маляв-

- ко Л.І. Токсиколого-гігієнічна оцінка продуктів термодеструкції пінополістиролу марки ПСВ-СВ в трьохшарових будівельних конструкціях. // Гігієна населених місць, 2005, вип. 45, с. 217-222.
11. Seung-Soo Kim and Seungdo Kim Pyrolysis characteristics of polystyrene and polypropylene in a stirred reactor / / Chemical Engineering Journal, 2004, Vol. 98, № 1-2, p. 53-60.
12. Измеров Н.Ф., Саноцкий И.В., Сидоров К.К. Параметры токсиметрии промышленных ядов при однократном воздействии. Справочник – М.: Медицина, 1977, 240 с.

Резюме

МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ЩОДО ОЦІНКИ ТОКСИЧНОСТІ ПРОДУКТІВ ГОРІННЯ ПОЛІМЕРНИХ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ПЕНОПОЛІСТИРОЛУ В НАТУРНИХ ВИПРОБУВАННЯХ

Пресняк І.С., Задорожнюк О.Г.

Наведені результати санітарно-хімічних досліджень продуктів деструкції чотирьох матеріалів зовнішньої теплоізоляції на основі пінополістиролу (ППС) в умовах натурних випробувань. Теплоізоляцією була облицьована кам'яна 2-х поверхова будова. Джерело возгорання знаходилося всередині будівлі. В результаті випробувань мала місце конструкційна та хімічна деструкція матеріалу з утворенням токсичних продуктів II-IV класів небезпечності. Дані випробувань свідчать про те, що концентрація токсичних речовин, які утворилися всередині теплоізоляції в результаті термоокислювального безполум'яного розкладу матеріалу при 200-350°C суттєво знижується вне матеріала в результаті полум'яного горіння та окислення.

Теплова дія на матеріал і як слідство

кількість продуктів термодеструкції в значній мірі залежить від напрямку вітру та інших метеорологічних факторів. Вибір точок пробовідбору дозволив вичленити продукти деструкції теплоізоляції із газів пожежу. Показано, що дані, які отримані в результаті повномасштабного пожежу, адекватні таким, що отримані в лабораторних випробуваннях.

Summary

METHODICAL APPROACHES TO AN ASSESSMENT OF TOXICITY OF COMBUSTION GASES OF POLYSTYRENE BUILDING STUFFS FULL-SCALE TESTS

Presniak I.S., Zadorozhniuk E.G.

Sanitary-chemical research of decomposition products of four external thermo insulation materials on the basis of expanded polystyrene (EPS) in conditions of natural tests is carried out. The stone 2 floor structure with the center of a fire inside a structure has been reveted by the external thermo insulation. As a result of tests constructional and chemical destruction of a material with formation of toxic products II-IV classes of danger was observed. Concentration of toxic substances formed inside the thermo insulation in result of thermo oxidative unflamy decomposition of a material at 200-350°C is essentially reduced outside of a material as a result of flaming burning and oxidation.

Thermal influence on a material and as consequence the quantity of products strongly depends on a direction of a wind and other meteorological factors. The probe analysis from inside the thermo insulation in comparison with other points of probing has allowed to allocate its products from gases of a fire. The received data set shows, that results of the full-scale fire testings are adequate to those obtained in laboratory experiments.

УДК 622: 615.9: 678.026

ТРЕБОВАНИЯ К ТОКСИКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ПРОДУКТОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ДЕСТРУКЦИИ СИНТЕТИЧЕСКИХ И ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ

Теплова Т.Е., Мухин В.В., Путилина О.Н.

ГП НИИ медико-экологических проблем Донбасса и угольной промышленности (г. Донецк)

Впервые поступила в редакцию 29.05.2006 г. Рекомендована к печати на заседании ученого совета НИИ медицины транспорта протокол № 5 от 30.06.2006 г.

Введение

В горнодобывающей промышленности эффективно и широко используются синтетические и полимерные материалы для укрепления неустойчивых горных пород, герметизации горных выработок (карбамидоформальдегидные, фенолформальдегидные, эпоксиуретановые составы, магнезиальные и другие вяжущие). Из этих материалов изготавливают ленты шахтных конвейеров, оболочки кабелей, патроны и ампулы водяной забойки и т.д. Их применение в подземных выработках может стать источником дополнительного вредного воздействия химических веществ на организм горнорабочих.

Опасность воздействия высокотоксичных химических факторов многократно увеличивается при попадании этих материалов в зону высоких температур при возникновении и тушении подземных пожаров, поскольку большинство угольных пластов на шахтах Украины склонно к самовозгоранию, а движение продуктов термодеструкции с вентиляционной струей зачастую происходит по пути выхода людей из шахты. Кроме того, рассеивание тепла при подземном пожаре ограничено, что способствует более длительному воздействию высоких температур на применяемые в шахтах полимерные и синтетические материалы.

Все эти факторы обуславливают остроту проблемы своевременной и надежной токсикологической оценки и контроля используемых в шахте материалов. Предназначенные для применения в шахтах синте-

тические и полимерные материалы при термическом разложении не должны образовывать и выделять каких-либо высокотоксичных продуктов в концентрациях, которые при попадании в вентиляционную струю могут создать опасную для жизни рабочих обстановку.

Материалы и методы исследований

В институте на протяжении ряда лет проводились исследования по изучению в экспериментальных условиях токсического действия продуктов термической деструкции различных синтетических и полимерных материалов отечественного и импортного производства, применяемых в угольных шахтах: карбамидные составы, пенополистеролы, пенополиуретаны, мастики, перлитопластбетоны, фенолформальдегидный пенопласты и др., а также традиционные для угольных шахт материалы (древесина и угли) [1-3]. Для оценки токсичности летучих продуктов, возникающих при термоокислительной деструкции синтетических материалов, использовалась специальная установка, которая состояла из:

- системы, обеспечивающей подачу воздуха в реакционный сосуд;
- реакционного сосуда (трубчатая печь) для термического разложения исследуемого полимера;
- датчика (термопара), регистрирующего температуру в зоне разложения и находящегося в непосредственном контакте с изучаемым материалом;
- системы, обеспечивающей подачу образующейся в реакционном сосуде

паро-газо-воздушной смеси в затравочную камеру;

затравочные камеры.

Исследуемое вещество помещалось в реакционный сосуд, через который продувался воздух. Образующиеся при разложении продукты поступали с током воздуха в затравочную камеру с животными (белые крысы).

Токсичность продуктов горения изучали в условиях статической затравки в диапазоне температур от 300°C, 600°C, 900°C и более (температуры: начала термического разложения полимеров, максимального газовыделения и шахтных пожаров). Оценку токсичности продуктов термодеструкции синтетических материалов проводили при температуре, наиболее интенсивного выделения основных токсичных компонентов (около 600°C). В предварительных опытах устанавливали необходимую скорость подачи воздуха в трубчатую печь и затравочные камеры (от 0,5 до 2 л/мин).

Для количественной характеристики опасности продуктов термодеструкции полимеров использовали величины среднесмертельной концентрации (CL_{50}) по отдельным компонентам смеси и среднесмертельные концентрации продуктов деструкции по веществу (PL_{50}), т.е. среднесмертельные концентрации газовой смеси продуктов деструкции, соответствующие определенной «насыщенности» материала, при сгорании которого образующиеся вещества вызывают гибель 50 % животных.

Пределом по степени опасности смертельного отравления продуктами горения по показателю PL_{50} , служили традиционно используемые в горнодобывающей промышленности материалы и природные ископаемые (уголь и древесина).

Помимо традиционных показателей (PL_{50} - по насыщенности материала и CL_{50} по отдельным ингредиентам продуктов термической деструкции) при экспериментальной оценке реальной опасности пожара для условий угольных шахт использова-

ли информацию о максимальном количестве полимерного материала в определенном объеме, при сгорании которого образующиеся продукты деструкции не вызывали бы потерю подвижности экспериментальных животных при 10-минутной экспозиции (для возможности выхода из очага пожара) и о пороговых концентрациях продуктов термодеструкции при различной экспозиции: 30, 60, 120 мин. и т.д. (для оценки опасности работы горноспасателей).

Результаты исследований и их обсуждение

Выявлены закономерности токсического действия продуктов термоокислительной деструкции синтетических материалов, а именно выраженность симптомов и скорость развития полной картины отравления в зависимости от количества сжигаемого вещества и от концентрации продуктов термодеструкции.

Установлено, что пропорционально концентрации продуктов деструкции в затравочных камерах у животных усиливалось угнетение дыхания, потребление кислорода, снижалась температура тела, возрастал суммационно-пороговый показатель. Продукты деструкции испытанных материалов по всем применяемым тестам вызвали в организме животных однонаправленные сдвиги ($P = 0,02\text{--}0,001$).

Судя по разности сдвигов, происшедших в организме животных, продукты термической деструкции древесины, угля, пенополистирола и пенополиуретана на основе полиизоцианата в большей мере угнетают потребление кислорода, чем продукты деструкции остальных материалов.

Под действием продуктов термической деструкции всех исследуемых материалов происходит значительное падение ректальной температуры ($P < 0,001$). Наибольшая гипотермия развивалась при действии продуктов деструкции угля (-10,9°), наименьшая – при действии пенополистирола и карбамидного пенопласта (соответственно – 4,1 и -4,9°). Продукты деструкции остальных полимерных материалов

вызвали снижение температуры тела на 7,4-9,5°.

Наибольшие, достоверно отличающиеся от остальных ($P < 0,01$), сдвиги суммационно-порогового показателя отмечены при воздействии продуктов разложения карбамидного и фенолформальдегидного пенопластов (+67,8 и +64 %).

Содержание карбоксигемоглобина в крови животных после двух часовой экспозиции продуктов термической деструкции всех полимерных композиций составило 30-40 % у выживших и 60-80 % у погибших животных. Установлено, что с увеличением количества сжигаемого материала и, таким образом, с увеличением концентрации окиси углерода содержание карбоксигемоглобина в крови возрастало.

Наиболее высокие показатели среднесмертельных концентраций (CL_{50}) по окиси углерода получены в опытах с углем и древесиной (4900 и 3900 мг/м³, соответственно). При термической деструкции полимерных материалов CL_{50} по окиси углерода находились в интервале 4000-2500 мг/м³. Самая низкая среднесмертельная концентрация продуктов термической деструкции по окиси углерода отмечена при исследовании карбамидного пенопласта - 240 ± 18 мг/м³, то есть на уровне ее концентраций, не вызывающих у крыс выраженного токсического эффекта.

Показатели CL_{50} по отдельным химическим веществам, исключая карбамидный пенопласт, очень низкие. Так, при воздействии продуктов деструкции пенополиуретанов, CL_{50} цианистого водорода составляли 0,3 - 0,2 мг/м³, то есть были на уровне ниже его ПДК, по толуиленидиизоцианату - $7,0 \pm 0,6$ мг/м³ или 1,4 предельно допустимой. Несколько более высокие показатели условных среднесмертельных концентраций стирола и фенола для продуктов деструкции пенополистирола и фенопласта. Они превышают свои ПДК в 18 и 5 раз, соответственно.

Разложение карбамидного пенопласта сопровождалось образованием значительного количества цианистого водорода,

условная CL_{50} продуктов деструкции по которому составляет $93,1 \pm 4,1$ мг/м³ или на уровне 310 ПДК.

Анализ основных параметров токсичности, рассчитанных на основе смертельных исходов и концентраций веществ, образующихся в процессе деструкции, подтверждает ведущую роль окиси углерода в токсическом эффекте продуктов термической деструкции полимерных и синтетических материалов.

Окись углерода является основным токсическим компонентом термоокислительного разложения как угля и древесины, так у большинства синтетических материалов, концентрация которого в зависимости от вида полимера и его количества находилась в пределах 1600-4300 мг/м³, то есть на уровне смертельной для оксида углерода в чистом виде. Присутствие в газовой смеси продуктов деструкции полимерных материалов дополнительных вредных веществ, таких как цианистый водород, фенол, формальдегид, стирол и другие, усиливало ее токсичность и вызывало снижение показателя CL_{50} по окиси углерода, в сравнении с углем и древесиной по принципу не простого суммирования, а и потенцирования.

Для оценки опасности отравления продуктами деструкции представляет интерес сравнение токсичности и широты смертельного эффекта исследуемых материалов. Первый показатель характеризует опасность развития смертельного отравления, второй – интервал между минимально и абсолютно смертельными концентрациями (таблица 1).

По этим признакам наибольшую опасность представляют продукты разложения карбамидного пенопласта, наименьшую – фенолформальдегидный пенопласт, который значительно менее токсичен, чем древесина и несколько более токсичен, чем уголь.

Токсичность продуктов термического разложения карбамидного пенопласта в 3 раза выше в сравнении с древесиной и в 15 раз в сравнении с углем, а широта его смертельного эффекта в 5 и 20 раз уже, то

есть соответственно меньше интервал между минимально и абсолютно смертельными концентрациями.

Исходя из данных расхода полимерных материалов и количества образующихся вредностей при их термической деструкции, оценивается возможность их применения в выработках с интенсивным воздухообменом (100 и более м³/мин) при использовании в случае шахтных пожаров фильтрующих или изолирующих самоспасателей и изолирующих респираторов.

Например, можно заключить, что использование мастик на эпоксидной и фенолформальдегидной основе для гидроизоляции и склеивания теплозащитных скорлуп возможно, так как их расход на 1 погонный метр не превышает 0,5 кг и, их продукты деструкции не будут представлять большей опасности, чем характерные для шахт материалы.

В случае воспламенения газоизоляционных перемычек из карбамидного, фенолформальдегидного пенопластов и пенополиуретанов, когда активный воздухообмен отсутствует и на ограниченном пространстве сконцентрированы значительные количества полимерных материалов (1—15 м³), на участке пожара и на значительном удалении от него возможно накопление продуктов термодеструкции в концентрациях, способных вызвать смертельные отравления даже при применении фильтрующих спасателей. При экспери-

ментальных исследованиях отмечено проявление токсического эффекта продуктов горения в виде раздражающего эффекта со стороны как верхних дыхательных путей (пенополиуретан, фенолформальдегидный пенопласт), так и кожных покровов (карбамидный пенопласт, пенополиуретан и др.).

Все вышеизложенное позволило сделать следующие **выводы**.

1. По результатам анализа токсиколого-гигиенической оценки различных синтетических и полимерных материалов, предназначенных для использования в угольной промышленности, и с учетом специфики труда горнорабочих были сформулированы требования, регламентирующие условия их использования, вошедшие в новую редакцию «Державних санітарних правил для підприємств вугільної промисловості» ДСП 3.3.1.095-2002, в частности, запрещается использование веществ и материалов, продукты термической деструкции которых (при температуре наибольшего газообразования – 600° С) относятся по степени опасности острого отравления к 1-му (чрезвычайно токсичные) или 2-му (высокотоксичные) классам и их среднесмертельные дозы по насыщенности материала составляют соответственно: до 15 и 15-50 г/м³ (по ГОСТ 12.1.044 «ССБТ Пожаровзрывоопасность веществ и материалов, Номенклатура показателей и

Таблица 1

Сравнительная токсичность и широта смертельного эффекта продуктов термической деструкции полимерных материалов, угля и древесины

| Название вещества | Сравнительная токсичность | | Широта смертельного эффекта | |
|--------------------------------|---------------------------|-------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| | По окиси углерода | По весу материала | Фактическая, г/м ³ | Относительная (к древесине) |
| Карбамидный пенопласт | 20 | 3 | 1,6 | 0,2 |
| Пенополистирол | 2 | 1 | 12,7 | 1,5 |
| Пенополиуретан (ТДИ) | 3 | 0,6 | 12,7 | 1,5 |
| Пенополиуретан (ПИЦ) | 2 | 0,3 | 15,8 | 1,9 |
| Мастика БИ-ЗСЗ | 1,5 | 0,4 | 15,9 | 1,9 |
| Перлитопластбетон | 4 | 0,3 | 20,3 | 2,5 |
| Фенолформальдегидный пенопласт | 3,5 | 0,3 | 30,5 | 3,7 |
| Древесина | 1 | 1 | 8,2 | 1 |
| Уголь | 1 | 0,2 | 31,9 | 3,9 |

- методов их определения»).
- В связи с тем, что продукты термодеструкции синтетических и полимерных материалов могут проникать в организм через кожные покровы, необходимы дополнительные исследования кожно-повреждающего действия не только самих материалов, но и продуктов их термодеструкции для адекватной оценки степени отравления, своевременного применения необходимых способов детоксикации организма и защиты кожных покровов.
 - Для выполнения сформулированных в «Державних санітарних правилах для підприємств вугільної промисловості» (2002) гигиенических требований, необходимо подготовить нормативно-методический документ, где будут детально изложены унифицированные методические подходы к токсиколого-гигиеническим и санитарно-химическим исследованиям продуктов термоокислительной деструкции горения синтетических и полимерных материалов, предназначенных для использования в угольной промышленности. Разработка нормативно-методического документа, регламентирующего перечень и характер методов исследования синтетических и полимерных материалов для угольных шахт, повысит надежность их гигиенической экспертизы и безопасность труда, обеспечит профилактику химических отравлений у шахтеров.

Литература

- Суханов В.В. и др. Требования к гигиенической экспертизе синтетических и полимерных материалов, предназначенных для использования в горнодобывающей промышленности// Вестник гигиены и эпидемиологии. – 1997. – Т.1. - № 2. С. 123-128.
- Суханов В.В., Путилина О.Н. Прогнозирование загрязнения воздушной среды угольных шахт в условиях применения новых синтетических материалов/ Гигиена труда и профзаболевания. – 1998. - №8. – 16 с.
- Суханов В.В., Путилина О.Н., Петулько С.Н., Теплова Т.Е. Методические подходы к гигиенической оценке синтетических материалов зарубежного производства, предназначенных для горнодобывающей промышленности// Материали науково-практичної конф. “Актуальні проблеми екологієни ш токсикології”.- Киев, 28-29 травня 1998 р. – Ч.1. - С. 227-232.

Резюме

ВИМОГИ ДО ТОКСИКОЛОГО-ГІГІЄНІЧНОЇ ОЦІНКИ ПРОДУКТІВ ТЕРМІЧНОЇ ДЕСТРУКЦІЇ СИНТЕТИЧНИХ І ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ, ЩО ВИКОРИСТАЮТЬСЯ У ВУГІЛЬНИХ ШАХТАХ

Теплова Т.Е., Мухін В.В., Путиліна О.Н.

Проведені експериментальні дослідження токсичності продуктів горіння синтетичних та полімерних матеріалів, які призначені для використання в вугільних шахтах у порівнянні з природними матеріалами (вуглецем та деревиною).

Розроблені вимоги, щодо регламентування вимог їх використання у вугільних шахтах, та методичні підходи, які дозволяють повисіти надійність гігієнічної експертизи.

Summary

DEMANDS TO TOXIC HYGIENIC EVALUATION OF SYNTHETIC PRODUCTS AND POLYMERIC MATERIALS USED IN COAL MINES

Teplova T.Y., Mukhin V.V., Pytilina O.N.

Experimental studies of burning products of synthetic and polymeric materials toxicity intended for use in coal mines in comparison with natural materials (coal and wood) have been carried out.

Demands regulated conditions of their use in coal minls and methodical approaches which allow to increase reliability of their hygienic examination.

УДК 061. 62: 006:658. 562

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМ ОЦІНКИ КОМПЕТЕНТНОСТІ ВИПРОБУВАЛЬНИХ ЛАБОРАТОРІЙ

Згуря В.І., Харченко І.О.
УкрНДІПБ МНС України, м. Київ

Впервые поступила в редакцию 12.09.2006 г. Рекомендована к печати на заседании ученого совета НИИ медицины транспорта протокол № 5 от 30.06.2006 г.

Межа сторіч для України співпала з важливим періодом глибокої трансформації її економіки та більш повної інтеграції в міжнародні структури. Реалізація курсу реформ, проголошених в нашій державі, вимагає докорінної зміни підходів у розробці та реалізації національної системи технічного регулювання, яка базується на прагненні України до приєднання до Європейського Союзу, вступу до Світової організації торгівлі (СОТ), захисті конституційних прав громадян, піднесенні вітчизняного виробництва, забезпеченні національних інтересів держави відповідно до принципів СОТ.

Сьогодні національна система акредитації знаходиться на перехідному етапі до запровадження європейських вимог. Впровадження в життя Законів України „Про акредитацію органів з оцінки відповідності” та „Про підтвердження відповідності” має за мету привести українську систему акредитації у відповідність до міжнародних та європейських правил і процедур у сфері оцінки відповідності.

Перед вітчизняними органами з оцінки відповідності постало складне питання щодо готовності підтвердити свою технічну компетентність відповідно до вимог міжнародних і європейських стандартів. Virішення цього питання вимагає певних зусиль як з боку органів з оцінки відповідності, так і з боку державних структур, які мають забезпечити формування єдиної технічної політики у сфері оцінки відповідності в Україні.

Зрозуміло, що формування єдиної технічної політики у сфері оцінки відпов-

ідності здійснюється через розроблення та впровадження нормативно-правових актів і організаційно-методичних документів.

На сьогодні в Україні діють такі документи.

По-перше, це Закони України:

- Закон України „Про акредитацію органів з оцінки відповідності” від 17 травня 2001 року №2407 [1]. Він визначає правові, організаційні та економічні засади акредитації органів з оцінки відповідності в Україні.
- Закон України „Про підтвердження відповідності” від 17 травня 2001 року №2406 [2]. Цей Закон визначає правові та організаційні засади підтвердження відповідності продукції, систем якості, систем управління якістю, систем управління довкіллям, персоналу та спрямований на забезпечення єдиної державної технічної політики у сфері підтвердження відповідності.
- Закон України „Про стандартизацію” від 17 травня 2001 року №2408 [3]. Цей Закон встановлює правові та організаційні засади стандартизації в Україні і спрямований на забезпечення єдиної технічної політики у цій сфері.
- Закон України „Про стандарти, технічні регламенти та процедури оцінки відповідності” від 1 грудня 2005 року №3164 [4].
- Закон України „Про метрологію та метрологічну діяльність” від 15 червня 2004 року №1765-IV(зі змінами)

[5].

По-друге, це національні стандарти України:

- ДСТУ ISO/IEC 17025-2001 Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій [6];
- ДСТУ 3411-96 Система сертифікації УкрСЕПРО. Вимоги до органів сертифікації продукції та порядок їх призначення і надання повноважень на діяльність у системі (зі змінами) [7];
- ДСТУ 3412-96 Система сертифікації УкрСЕПРО. Вимоги до випробувальних лабораторій (зі змінами) [8]

По-третє, це організаційно-методичні документи:

- Положення про Національне агентство з акредитації України (затверджено наказом Міністерства економіки та питань європейської інтеграції України 04.01.2002 №5);
- Положення про технічний комітет з акредитації (затверджено наказом Національного агентства з акредитації України №96 від 28.12.2002 року);
- ПМУ15-99 Інструкція про порядок перевірки точності результатів вимірювань у вимірювальних лабораторіях;
- «Правила уповноваження та атестації у сфері державного метрологічного нагляду» (затверджено наказом Держспоживстандарту України №71 від 29.03.2005 року; зареєстровано в Міністерстві юстиції України 13 квітня 2005 року №392/10672);
- Накази НААУ і Держспоживстандарту України та інші.

Як бачимо, вищезазначені нормативні документи можна розділити за відомчою приналежністю та сферою застосування. Одні розроблялися Міністерством економіки та питань європейської інтеграції України і працюють у сфері акредитації випробувальних лабораторій. Інші розроблялися Держспо-

живстандартом України і працюють у сфері державного метрологічного нагляду.

Такий стан справ свідчить про те, що в Україні ні в законодавчому ні в термінологічному полях діяльності не вироблено єдиної політики щодо оцінки компетентності лабораторій, які працюють у сфері оцінки відповідності. Адже і випробувальні і вимірювальні лабораторії у більшості випадків працюють з метою оцінки відповідності отриманих результатів певним вимогам.

Еволюція української системи сертифікації продукції (УКРСЕПРО), що була запроваджена на початку 90-х років минулого століття, і в рамках якої на протязі певного часу здійснювалась оцінка компетентності (в той час - акредитація) всіх лабораторій, призвела до поступового їх розділення на випробувальні та вимірювальні за суттю діяльності і незалежно від конкретної назви. Зокрема, це відбулось на законодавчому рівні. Так в 1996 році в Україні були впроваджено ряд державних стандартів УКРСЕПРО ДСТУ 3409-ДСТУ 3412, що регламентували певним чином діяльність органів сертифікації та випробувальних лабораторій у сфері сертифікації продукції.

Паралельно з цим тодішній Держстандарт України, маючи в своєму розпорядженні потужний адміністративний арсенал в вигляді Управління метрології та метрологічних служб територіальних органів (ЦСМ), у 1998 році затвердив ПМУ 10-98 «Порядок акредитації вимірювальних лабораторій», відповідно до прийнятого в тому ж таки 1998 році Закону України „Про метрологію та метрологічну діяльність”. Всі ці нормативні документи мали в своїх назвах однаковий термін «акредитація», але застосовували його в межах своєї компетенції, хоча це не завжди відповідало міжнародним вимогам. Лабораторіям залишалось тільки робити вибір щодо сфери своєї діяльності і відповідної акредитації.

В той же час, розуміючи не-

обхідність адаптації нормативних документів європейським вимогам, Держспоживстандарт України розробив зміни до Закону України „Про метрологію та метрологічну діяльність”, нова редакція якого була прийнята в червні 2004 році. Крім того, відбувались зміни і в документах, що стосувались акредитації вимірювальних лабораторій. Так, на заміну ПМУ15-98 в 2000 році було прийнято ПМУ 18-2000 «Правила акредитації на право проведення метрологічних робіт», а в 2005 році «Правила уповноваження та атестації у сфері державного метрологічного нагляду». Це остаточно, на сьогоднішній час, розділило лабораторії на ті, що працюють в межах компетенції НААУ і підлягають акредитації, та лабораторії, що уповноважені або атестовані Держспоживстандартом України.

Акредитація випробувальних лабораторій відноситься до нового напрямку діяльності держави у сфері підтвердження відповідності і відповідає напрямку європейської інтеграції. Підтвердженням того є запровадження в 2001 році низки Законів України „Про підтвердження відповідності”, „Про стандартизацію”, „Про стандартизацію” та національного стандарту ДСТУ ISO/IEC 17025-2001, а також створення Національного агентства з акредитації України (НААУ).

Враховуючи загальнодержавне значення оцінки відповідності випробувальних лабораторій у відповідності до ДСТУ ISO/IEC 17025-2001, розглянемо його основні положення та вимоги.

Національний стандарт ДСТУ ISO/IEC 17025-2001 (слайд 5) розроблено за результатами великого досвіду впровадження в Європі міжнародного стандарту ISO/IEC Guide 25 та європейського стандарту EN 45001, на заміну яких він тепер діє. У ньому містяться всі вимоги, яким випробувальні та калібрувальні лабораторії повинні відповідати, якщо вони мають намір показати, що у них функціонує система якості, що вони технічно компетентні, неупереджені і здатні отримувати технічно обґрунтовані результати.

Весь Стандарт складається з п'яти розділів та двох додатків (слайд 6). Основні розділи 4 та 5. Розділ 4 називається «Вимоги до керування» і визначає основні вимоги до випробувальної лабораторії щодо її організації, системи якості, управління документацією та інші (всього 14 підрозділів). Розділ 5 називається «Технічні вимоги» і визначає вимоги щодо персоналу, приміщень та умов довкілля, методів випробувань та калібрування і оцінювання придатності та інші (всього 10 підрозділів). Таким чином, основні вимоги ДСТУ ISO/IEC 17025-2001 до випробувальних лабораторій складаються з 24 елементів, процедури виконання яких повинні бути відображеними в документації управління системою якості лабораторії.

Окрім технічної компетенції, яка залишається необхідним елементом специфічної діяльності лабораторії, система якості представляє собою важливий аргумент перед замовником та суспільством на користь доведення якості її результатів випробувань.

Процедура акредитації досить чітко представлена в організаційно-методичних документах, що розроблені НААУ. Інформація щодо результатів діяльності НААУ публікується в періодичному виданні «Вісник акредитації», що виходить один раз на квартал.

Розглянемо основні переваги, що надає акредитація [9] (слайд 7).

1. Акредитація є основою для державних органів влади різних країн, щоб забезпечити належний рівень довіри до протоколів випробувань і сертифікатів, виданих будь-де в Європі і, таким чином, сприяти вільному обігу товарів.

Для прийняття рішень органи влади повинні довіряти інформації, яка надходить з компетентних джерел, наприклад, лабораторій. Якщо лабораторія акредитована органом з акредитації, то це означає, що вона досягла приписаного рівня технічної компетентності в проведенні певних видів випробувань. Зиск від

використання акредитованої лабораторії полягає в такому:

- довіра до даних, які використовуються в дослідженнях та прийнятті рішень;
- менше невизначеність при прийнятті рішень, які впливають на охорону здоров'я населення та захист навколишнього середовища;
- усунення зайвих перевірок та підвищення ефективності процесу оцінки (що може зменшити затрати);
- вироби, що закуплені у постачальників – безпечні та надійні.

2. Акредитація є основою для промисловості, яка потребує належної роботи в сфері оцінки відповідності, щоб бути більш конкурентоспроможною. Виробники можуть використовувати акредитацію для гарантії того, що, наприклад, випробування що проводяться їх власними лабораторіями виконуються компетентно.

Дуже важливо, що акредитація забезпечує офіційне визнання компетентних ООВ, тим самим надаючи споживачам зручності при виборі послуг, здатних задовольнити їхні вимоги. Вибираючи технічно компетентний ООВ, виробник або постачальник мінімізує ризик випуску чи постачання браку.

Нарешті, за допомогою системи акредитації, гармонізованої з міжнародними вимогами, а також співробітництву національного органу з акредитації з відповідними європейськими і міжнародними інституціями, акредитовані ООВ здобувають міжнародне визнання, що полегшує прийнятність результатів їх робіт за кордоном. Це знижує витрати виробників і експортерів, що випробували свої вироби чи матеріали в таких ООВ, за рахунок зниження або усунення необхідності повторного оцінювання в іншій країні.

3. Акредитація також є основою і для самих ООВ для того, щоб допомогти їм незалежно продемонструвати їх технічну компетенцію.

Висновки.

1. Впровадження ДСТУ ISO/IEC 17025-2001, безсумнівно має велике міжнародне значення. В ньому зазначено, що „... визначення результатів випробувань між країнами буде полегшено, якщо лабораторії будуть дотримуватись цього стандарту і якщо вони пройдуть акредитацію в організаціях, які уклали угоду про взаємне визнання з аналогічними організаціями в інших країнах, що використовують цей міжнародний стандарт... Використання цього стандарту полегшить співпрацю між лабораторіями та допоможе в обміні інформацією і досвідом, в гармонізації стандартів і процедур”.
2. Використовування ДСТУ ISO/IEC 17025-2001 полегшить співпрацю між лабораторіями та іншими органами, буде сприяти обмінові інформацією, досвідом, а також гармонізуванню стандартів і процедур.
3. Треба сприяти визнанню результатів випробування та калібрування різними країнами у тому випадку, якщо лабораторії виконують ДСТУ ISO/IEC 17025-2001 і якщо вони отримують акредитацію від органів, що уклали угоди про взаємне визнання з подібними органами інших країн, які використовують цей стандарт.
4. Загальноєвропейський економічний простір відкриває нові можливості та перспективи для розвитку промисловості, але при цьому потребує нових інструментів та стратегій розвитку держави. Перш за все набагато вищі вимоги встановлені до якості продукції та послуг, які постачаються національним виробником на внутрішній та зовнішній ринок. Тому роль системи оцінки відповідності та акредитації органів з оцінки відповідності (ООВ) в сучасному суспільстві суттєво підвищилась і характеризується значним впливом на економіку, рух товарів, рівень добробуту

- громадян, розвиток держави в цілому.
- Необхідний рівень довіри повинен бути заснований на технічній компетентності виробника, лабораторій, органів з сертифікації, інспекції та акредитації та на прозорості процедур з оцінки відповідності. Як технічна оцінка третьою стороною акредитація є важливим інструментом для довіри до результатів робіт ООВ.

Таким чином, головна вимога до системи оцінки відповідності в державі міститься в створенні довіри споживачів до робіт з сертифікації, інспекції та випробувань.

Література:

- Закон України „Про акредитацію органів з оцінки відповідності” від 17 травня 2001 року №2407.
- Закон України „Про підтвердження відповідності” від 17 травня 2001 року №2406.
- Закон України „Про стандартизацію” від 17 травня 2001 року №2408.
- Закон України „Про стандарти, технічні регламенти та процедури оцінки відповідності” від 1 грудня 2005 року №3164.
- Закон України „Про метрологію та метрологічну діяльність” від 15 червня 2004 року №1765-IV(зі змінами).
- ДСТУ ISO/IEC 17025-2001 Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій.
- ДСТУ 3411-96 Система сертифікації УкрСЕПРО. Вимоги до органів сертифікації продукції та порядок їх призначення і надання повноважень на діяльність у системі (зі змінами).
- ДСТУ 3412-96 Система сертифікації УкрСЕПРО. Вимоги до випробувальних лабораторій (зі змінами).

- Новиков В.М., Никитюк О.А. Основы аудиту в лабораториях: Навчальний посібник. – К.: Нора-прінт, 2004. – 230с.

Резюме

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНТНОСТИ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ

Згуря В.І., Харченко І.О.

Сегодня национальная система аккредитации находится на переходном этапе к внедрению европейских требований. Формирование единственной технической политики в сфере оценки соответствия осуществляется через разработку и внедрение нормативно-правовых актов и организационно-методических документов. Внедрение ДСТУ ISO/IEC 17025-2001 облегчит сотрудничество между лабораториями и поможет в обмене информацией и опытом, в гармонизации стандартов и процедур.

Summary

MODERN APPROACHES TO THE DECISION OF THE ASSESSMENT OF TESTING LABORATORIES COMPETENCE

Zguria V.I., Kharchenko I.O.

The national system of accreditation is at a transitive stage to introduction of the European demands today.

Formation of a uniform technical politics in sphere of an assessment of conformity is carried out through development and introduction of normative certificates and organizational-methodical documents.

Introduction GOST ISO/IEC 17025-2001 will facilitate cooperation between laboratories and will help with information interchange and experience, in harmonization of standards and procedures.

УДК 551.510.534:621.383.52

ВИМІРЮВАННЯ ГУСТИНИ ТЕПЛООВОГО ПОТОКУ В КАМЕРІ ЗГОРЯННЯ

¹Ветошніков В.С., ¹Добровольський Ю.Г., ²Пресняк І.С., ¹Шабашкевич Б.Г.,
²Шафран Л.М.

¹НВФ «Тензор», ²ДП «УкрНДІ МТ»

Вперше поступила в редакцію 12.09.2006 г. Рекомендована к печати на заседании ученого совета НИИ медицины транспорта протокол № 5 от 30.06.2006 г.

Введення

Різноманітність матеріалів, що використовуються сьогодні для оздоблення житлових та виробничих приміщень, окрім суто технічних та дизайнерських вимог до цих матеріалів, висуває також завдання забезпечення безпеки для людей, яка знаходиться в їх оточенні. Це стосується не лише їх безпечності у нормальних кліматичних умовах, але і в екстремальних, наприклад при їх загорянні, оскільки продукти згорання різноманітних матеріалів, як правило, містять токсичні речовини, небезпечні для здоров'я та життя людей. Загорання матеріалів відбувається внаслідок дії теплових потоків, спричиняючих підвищення їх температури. Тому вивчення умов, при яких відбувається загорання, зокрема густина теплового потоку, при якій температура певного матеріалу піднімається до критичної межі його розпаду на певні складові, у тому числі газові, здатні викликати отруєння і навіть загибель людей, є актуальним завданням як сучасної токсикології так і технічної науки.

Метою роботи було створення пристрою для вимірювання густини теплового потоку у камері згорання в межах 10 – 60 кВт/м² з похибкою вимірювання не більше ± 10 %.

Огляд аналогів

Здійснення вимірювання густини теплового потоку у камері згорання в межах 10 – 60 кВт/м², важливо вірно обрати як спосіб вимірювання так і датчик, який для цих вимірювань використовується.

Серед відомих способів вимірювання густини теплового потоку можна відмітити

спосіб [1], який полягає у тому, що в якості датчика теплового потоку використовують термоелектричні чутливі елементи, а для забезпечення вимірювання великих теплових потоків, приймальну поверхню датчика вкривають відбиваючим шаром. Досить точні результати вимірювань дає спосіб порівняльної калориметрії [2], за яким відбувається порівняння теплових потоків, створюваної поглинутою променевою потужністю та точно відомою електричною потужністю. Загальним недоліком згаданих способів є та обставина, що при високих густинах потоку (10 – 100 кВт/м²) в камері згорання, датчики потоку потрібно охолоджувати, що в умовах малого об'єму камери згорання веде до охолодження не лише датчика, але і робочого об'єму камери, і, таким чином, порушує термодинамічну рівновагу в ній. Це, у свою чергу, приводить до спотворення результатів вимірювання.

Стандартизованим способом вимірювання густини теплового потоку в камері згорання, якого сьогодні дотримуються дослідники, є спосіб, викладений у ГОСТ 12.1044-89 Система стандартів безпеки праці. Пожаровзриво-безпеку речовин і матеріалів. Номенклатура показателів і методи їх визначення [3], згідно якому потік теплового випромінювання повинен падати на датчик теплового потоку, змонтований в камері згорання, а електричний сигнал з нього, виводиться на електронний блок металевими провідниками. Основним недоліком згаданого способу є те, що в ньому застосовано датчик Гордона, який потребує охолодження водою. Ця обставина, як і у попередніх аналогів, в умовах малого об'єму камери (3-4 дм³)

- громадян, розвиток держави в цілому.
- Необхідний рівень довіри повинен бути заснований на технічній компетентності виробника, лабораторій, органів з сертифікації, інспекції та акредитації та на прозорості процедур з оцінки відповідності. Як технічна оцінка третьою стороною акредитація є важливим інструментом для довіри до результатів робіт ООВ.

Таким чином, головна вимога до системи оцінки відповідності в державі міститься в створенні довіри споживачів до робіт з сертифікації, інспекції та випробувань.

Література:

- Закон України „Про акредитацію органів з оцінки відповідності” від 17 травня 2001 року №2407.
- Закон України „Про підтвердження відповідності” від 17 травня 2001 року №2406.
- Закон України „Про стандартизацію” від 17 травня 2001 року №2408.
- Закон України „Про стандарти, технічні регламенти та процедури оцінки відповідності” від 1 грудня 2005 року №3164.
- Закон України „Про метрологію та метрологічну діяльність” від 15 червня 2004 року №1765-IV(зі змінами).
- ДСТУ ISO/IEC 17025-2001 Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій.
- ДСТУ 3411-96 Система сертифікації УкрСЕПРО. Вимоги до органів сертифікації продукції та порядок їх призначення і надання повноважень на діяльність у системі (зі змінами).
- ДСТУ 3412-96 Система сертифікації УкрСЕПРО. Вимоги до випробувальних лабораторій (зі змінами).

- Новиков В.М., Никитюк О.А. Основы аудиту в лабораториях: Навчальний посібник. – К.: Нора-прінт, 2004. – 230с.

Резюме

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНТНОСТИ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ

Згуря В.І., Харченко І.О.

Сегодня национальная система аккредитации находится на переходном этапе к внедрению европейских требований. Формирование единственной технической политики в сфере оценки соответствия осуществляется через разработку и внедрение нормативно-правовых актов и организационно-методических документов. Внедрение ДСТУ ISO/IEC 17025-2001 облегчит сотрудничество между лабораториями и поможет в обмене информацией и опытом, в гармонизации стандартов и процедур.

Summary

MODERN APPROACHES TO THE DECISION OF THE ASSESSMENT OF TESTING LABORATORIES COMPETENCE

Zguria V.I., Kharchenko I.O.

The national system of accreditation is at a transitive stage to introduction of the European demands today.

Formation of a uniform technical politics in sphere of an assessment of conformity is carried out through development and introduction of normative certificates and organizational-methodical documents.

Introduction GOST ISO/IEC 17025-2001 will facilitate cooperation between laboratories and will help with information interchange and experience, in harmonization of standards and procedures.

УДК 551.510.534:621.383.52

ВИМІРЮВАННЯ ГУСТИНИ ТЕПЛООВОГО ПОТОКУ В КАМЕРІ ЗГОРЯННЯ

¹Ветошніков В.С., ¹Добровольський Ю.Г., ²Пресняк І.С., ¹Шабашкевич Б.Г.,
²Шафран Л.М.

¹НВФ «Тензор», ²ДП «УкрНДІ МТ»

Вперше поступила в редакцію 12.09.2006 г. Рекомендована к печати на заседании ученого совета НИИ медицины транспорта протокол № 5 от 30.06.2006 г.

Введення

Різноманітність матеріалів, що використовуються сьогодні для оздоблення житлових та виробничих приміщень, окрім суто технічних та дизайнерських вимог до цих матеріалів, висуває також завдання забезпечення безпеки для людей, яка знаходиться в їх оточенні. Це стосується не лише їх безпечності у нормальних кліматичних умовах, але і в екстремальних, наприклад при їх загорянні, оскільки продукти згоряння різноманітних матеріалів, як правило, містять токсичні речовини, небезпечні для здоров'я та життя людей. Загоряння матеріалів відбувається внаслідок дії теплових потоків, спричиняючих підвищення їх температури. Тому вивчення умов, при яких відбувається загоряння, зокрема густина теплового потоку, при якій температура певного матеріалу піднімається до критичної межі його розпаду на певні складові, у тому числі газові, здатні викликати отруєння і навіть загибель людей, є актуальним завданням як сучасної токсикології так і технічної науки.

Метою роботи було створення пристрою для вимірювання густини теплового потоку у камері згоряння в межах 10 – 60 кВт/м² з похибкою вимірювання не більше ± 10 %.

Огляд аналогів

Здійснення вимірювання густини теплового потоку у камері згоряння в межах 10 – 60 кВт/м², важливо вірно обрати як спосіб вимірювання так і датчик, який для цих вимірювань використовується.

Серед відомих способів вимірювання густини теплового потоку можна відмітити

спосіб [1], який полягає у тому, що в якості датчика теплового потоку використовують термоелектричні чутливі елементи, а для забезпечення вимірювання великих теплових потоків, приймальну поверхню датчика вкривають відбиваючим шаром. Досить точні результати вимірювань дає спосіб порівняльної калориметрії [2], за яким відбувається порівняння теплових потоків, створюваної поглинутою променевою потужністю та точно відомою електричною потужністю. Загальним недоліком згаданих способів є та обставина, що при високих густинах потоку (10 – 100 кВт/м²) в камері згоряння, датчики потоку потрібно охолоджувати, що в умовах малого об'єму камери згоряння веде до охолодження не лише датчика, але і робочого об'єму камери, і, таким чином, порушує термодинамічну рівновагу в ній. Це, у свою чергу, приводить до спотворення результатів вимірювання.

Стандартизованим способом вимірювання густини теплового потоку в камері згоряння, якого сьогодні дотримуються дослідники, є спосіб, викладений у ГОСТ 12.1044-89 Система стандартів безпеки праці. Пожаровзриво-безпеку речовин і матеріалів. Номенклатура показателів і методи їх визначення [3], згідно якому потік теплового випромінювання повинен падати на датчик теплового потоку, змонтований в камері згоряння, а електричний сигнал з нього, виводиться на електронний блок металевими провідниками. Основним недоліком згаданого способу є те, що в ньому застосовано датчик Гордона, який потребує охолодження водою. Ця обставина, як і у попередніх аналогів, в умовах малого об'єму камери (3-4 дм³)

веде до спотворення результатів вимірювань.

Отже, відомі способи, хоча і дозволяють здійснювати контроль густини теплового потоку, мають суттєві недоліки, які спричиняють спотворення результатів вимірювань.

Дещо удосконалити відомі способи вимірювань можна за допомогою застосування спеціалізованих приладів та датчиків. Серед засобів для вимірювання густини теплового потоку та теплової радіації (енергетичної освітленості), відомі прилади, які за звичай побудовані на принципах вимірювання температури і перерахування отриманих значень температури у одиниці теплового потоку. Наприклад радіаційні пірометри типу РАПАП-1 та РАПАП-2 [4]. В цих виробках в якості датчика використовується піроелектричний приймач. Неселективний радіометр «Аргус-3» [5] забезпечує вимірювання енергетичної освітленості в діапазоні 0,5 – 20 мкм. Загальним недоліком зазначених приладів є непряме вимірювання теплового потоку, що веде до певного спотворення результатів вимірювань. Окрім того, конструкція згаданих приладів передбачає вимірювання обмежених значень енергетичної освітленості (відповідно густини теплового потоку).

Вимірювати густину теплового потоку можливо за допомогою перетворювача теплового потоку високої інтенсивності ПТП_{ВТ}, або радіометрів РАП-12, РАП-12М, виробництва Інституту технічної теплофізики НАН України. Згадані вимірювачі можна розміщати безпосередньо в камері згоряння, а в якості вимірювального блоку потрібно застосувати вимірювальні прилади, наприклад вольтметр з певними характеристиками. Як стверджує рекламна інформація, похибка вимірювань цих датчиків

складає $\pm 3\%$ у діапазоні температур від 20 до 95 °С (що мало ймовірно, оскільки в якості чутливого елемента тут використовуються термопари, які в залежності від температури відповідно мають різні значення похибки вимірювань). Основним їх недоліком є застосування для їх охолодження потоку води. Оскільки датчик повинен розташовуватись у камері згоряння безпосередньо біля кювети, теплове навантаження датчика охолоджуватиме кювету, оскільки менше неї лише у 2–3 рази (діаметр датчиків 80 та 55 мм). При цьому охолодження датчика охолоджує і кювету, що приводить до спотворення її теплових характеристик і охолодження зразка при дослідженні його запалення. Таким чином відбуватиметься спотворення результатів вимірювань. Слід зазначити, що похибка вимірювань згаданих охолоджуваних датчиків буде суттєво залежати від швидкості потоку охолоджуючої рідини, яку потрібно регулювати в залежності від температури в камері. Крім того, оскільки кабелі для передачі сигналу з датчика до вимірювального приладу також проходять через робочий об'єм камери згоряння, зміна температури не може не впливати на коректність вимірювань. Тому вимірювання густини теплового потоку за допомогою згаданих датчиків з похибкою не більше 10 % в умовах, визначених ТЗ неможливо без створення спеціальних систем контролю та регуляції вимірюваних значень потоку, швид-

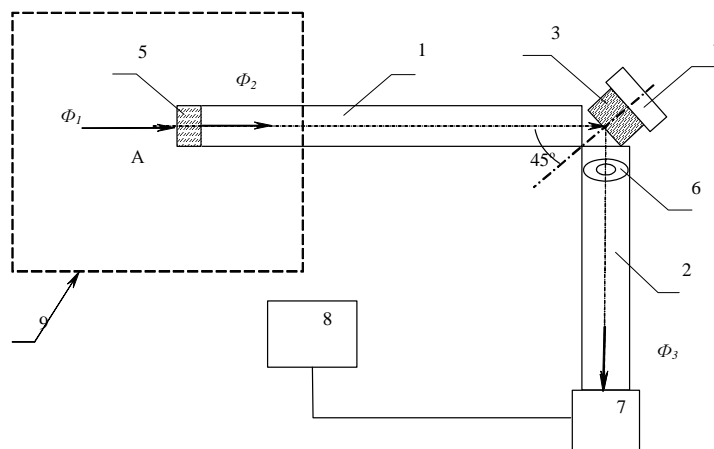


Рис. 1. Структурна схема пристрою для вимірювання густини теплового потоку на базі модифікованого радіометра енергетичної освітленості РАТ-2ПМ

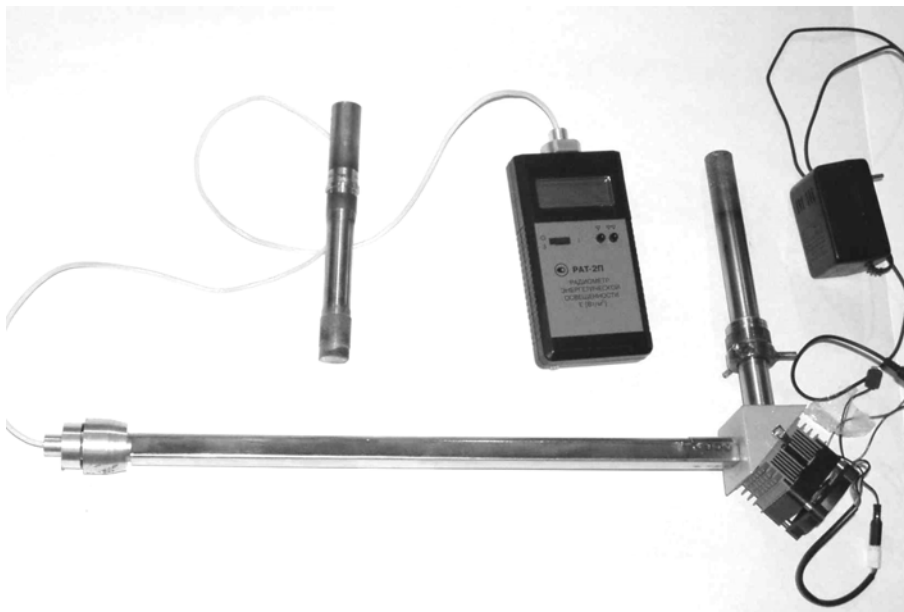


Рис. 2. Зовнішній вигляд пристрою для вимірювання густини теплового потоку: 1- заглушка, 2- хвильовід, що вводиться в камеру згоряння, 3- блок живлення кулера, 4- пристрій для кріплення хвильоводу у стінці камери згоряння.

кості потоку води в залежності від температури в камері.

Результати дослідження та їх обговорення

Найбільш близьким до забезпечення умов вимірювань на наш погляд, є радіометр енергетичної освітленості РАТ-2П [6, 7], який забезпечує вимірювання енергетичної освітленості у діапазоні $10 - 2 \cdot 10^4$ Вт/м². Його недоліками, як і інших приладів, є вузький діапазон вимірювання енергетичної освітленості та необхідність забезпечення кімнатної температури датчика.

Виходячи з аналізу відомого рівня техніки НВФ «Тензор» спільно з ДП «Українським Науково-дослідним інститутом медицини транспорту» МОЗ України розроблений пристрій для вимірювання густини теплового потоку на базі модифікованого радіометра енергетичної освітленості РАТ-2ПМ [8], структурна схема якого наведена на рисунку 1. Зовнішній вигляд пристрою наведений на рисунку 2. На ньому, окрім позицій, наведених на рисунку 1 представлена спеціальна заглушка (1), призначена для закривання отвору в корпусі камери, через який вводиться хвильовід (2). Також при представленні блок живлення кулера (3) та пристрій для фіксації хвильоводу в кор-

пусі камери (4).

Пристрій (рис. 1) складається з порожнинного хвильоводу, представлено двома порожнинними трубами (1) та (2), з'єднаних під кутом 90°. На стику труб міститься дзеркальний відбивач (3) з охолоджувачем (4). Вхідне вікно труби (1), через яку потік від джерела випромінювання Φ_1 входить в оптичний канал, захищено послаблюючим фільтром (5). На вхідному торці другої труби (2) встановлено діафрагму (6), а на

вихідному її торці розміщується датчик (7) для реєстрації відбитого від дзеркального відбивача потоку Φ_2 . Датчик (7) з'єднаний з вимірювальним блоком (8). Частина порожнинного хвильоводу, зокрема порожнинна труба (1) із послаблюючим вхідним вікном-фільтром (5) розташовується у камері (9), в якій відбувається генерація потоку Φ_1 і створюється висока температура.

Запропонований пристрій для вимірювання густини теплового потоку працює наступним чином. Потік випромінювання Φ_1 , який генерується певним джерелом у камері (9) і створює певний рівень енергетичної освітленості, через вхідне вікно-фільтр (5) потрапляє у порожнинну трубу (1) порожнинного хвильоводу. При цьому падаючий потік Φ_1 зменшується до величини Φ_2 , яка менше Φ_1 . Різниця між потоками визначається поглинаючими властивостями вхідного вікна-фільтра (5). Потік випромінювання, який проходить порожнинну трубу (1) відбивається від дзеркального відбивача (3) під кутом 90° і потрапляє до другої порожнинної труби (2) порожнинного хвильоводу, а пройшовши її потрапляє на датчик (7). При цьому величина потоку випромінювання Φ_2 зменшується до величини Φ_3 , яка визначається як загальною

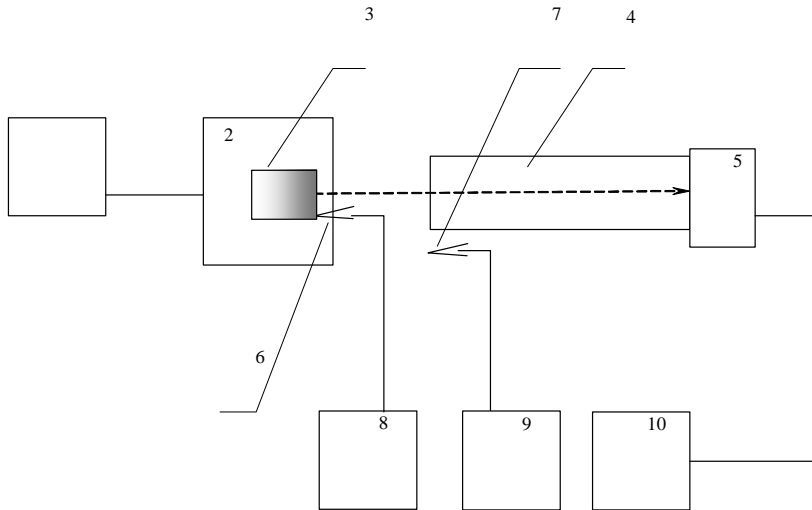


Рис. 3. Блок-схема установки для вимірювання залежності енергетичної освітленості від температури.

1-джерело живлення випромінювача, 2-піч, 3-випромінювач, 4-оптичний канал (хвильовід), 5-приймач випромінювання, 6,7-термопари хромель-алюмелеві, 8,9-вольтметри В7-35, 10-вимірювальний блок РАТ-2ПМ.

довжиною порожнинного хвильоводу, а саме довжиною порожнинних трубок (1) та (2), а також відбиваючими властивостями дзеркального відбивача (3). Для забезпечення температурної стабільності дзеркального відбивача він споряджений спеціальним охолоджувачем (4), який забезпечує температуру дзеркала не більше 20 °С. Електричний сигнал, генерований датчиком (7) внаслідок його опромінювання потоком випромінювання Φ_3 , потрапляє до вимірювального блоку (8), де здійснюється його підсилення та перерахування у одиниці енергетичної освітленості. При необхідності вимірювання більших потоків випромінювання, ніж ті, на які розрахована запропонована конструкція, на вході порожнинної труби (2) встановлюється діафрагма, діаметр якої визначається якою діапазоном енергетичної освітленості, яка вимірюється.

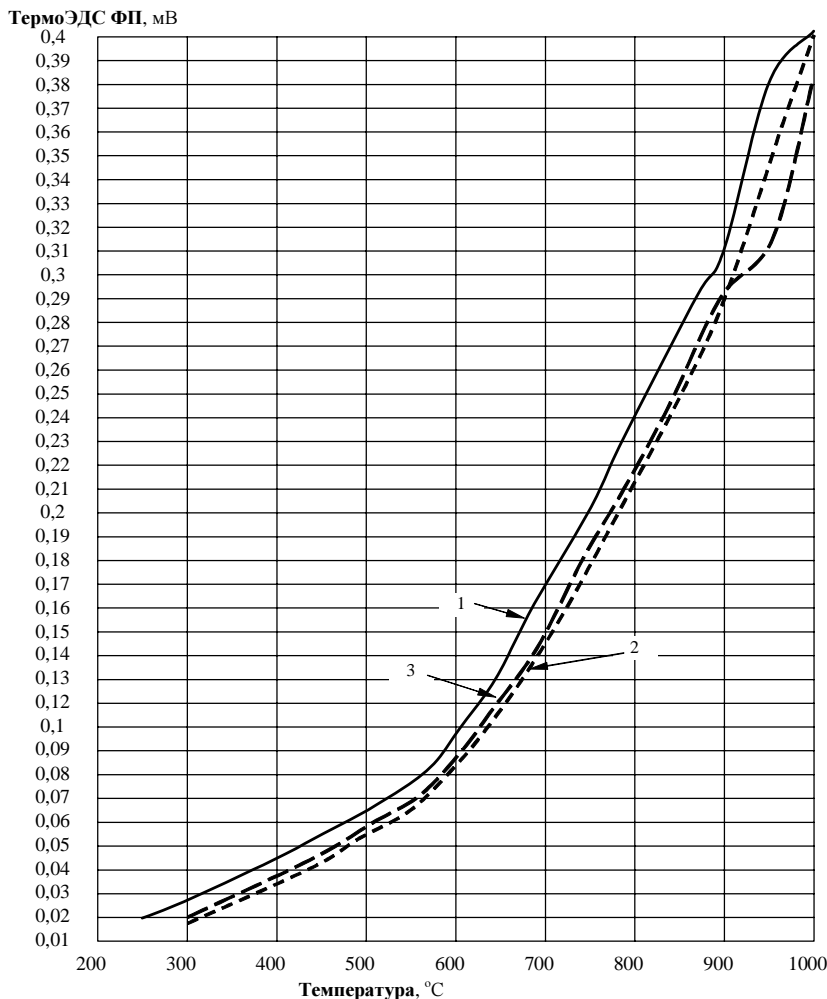


Рисунок 4. Залежність термоЕРС приймача від температури навколо нього

Дзеркало відбивача зроблено з нікелю, на-

пиленого на керамічну підкладку. Його охолодження здійснювалось за допомогою термоелектричного модуля Пельтьє та повітряного вентилятора. В якості датчика використаний неселективний термоелектричний приймач оптичного випромінювання на основі батареї анізотропних термоелектричних елементів на основі монокристалічного антимоніду кадмію. Вимірювальним блоком слугував модернізований радіометр енергетичної освітленості «РАТ-2ПМ» виробництва НВФ «Тензор».

Застосування порожнинного хвильоводу, послаблюючого фільтра, дзеркального відбивача та діафрагми дозволяє зменшувати величину потоку падаючого оптичного випромінювання Φ_1 у певну кількість разів до величини Φ_3 , яку здатен вимірювати серійний вимірювач енергетичної освітленості. Це дозволяє не тільки розширити діапазон вимірювання енергетичної освітленості, а і керувати величиною падаючого потоку. Стійкість запропонованої конструкції приладу забезпечує та обставина, що датчик для вимірювання потоку випромінювання винесений з об'єму високої температури.

Проведено дослідження створеного оптичного каналу (хвильоводу) в умовах, максимально наближе-

них до умов використання – вимірювання потоку, генерованого резистивним джерелом. Мета цього дослідження – виявити, наскільки лінійно оптичний канал (з урахуванням послаблення) передає сигнал на приймач вимірювального блоку в умовах підвищених температур.

Оскільки умови застосування радіометра РАТ-2ПМ, який входить до складу приладу, не передбачають його використання при температурах вище кімнатних, в якості датчика потоку застосовано фотоприймач (ФП), який використовується у цьому радіометрі, але був захищений від перегріву спеціальним екраном та лейкосапфіровим вікном. ФП являє собою батарею анізотропних термоелектричних елементів на основі монокристалічного антимоніду кадмію, з чорною приймальною площиною. Вольтова чутливість ФП складає 0,35 В/Вт. Діаметр вхідного вікна кришки приймача 3 мм. При вимірюваннях застосовувалась установка, блок схема якої наведена на рисунку 3. Для цих досліджень, як вказано вище, застосовано окремий ФП (поз. 5 на рис. 3). ТермоЕРС вимірювалось за допомогою комбінованого цифрового прибору Щ 300 (поз. 10 на рис. 3). Вимірювання термоЕРС проводились в три проходи: в діапазоні температур від 200 °С до

Таблиця 1

Результати вимірювань коефіцієнту послаблення оптичного каналу К

| T, °C | Вимір рис.4 | Термо ЕРС ФП, мВ | Термо ЕРС ФП + опт. канал, мВ | К-т послаб. К | Загал. К |
|-------|-------------|------------------|-------------------------------|---------------|----------|
| 300 | 1 | 0,025 | 4,4 · 10 ⁻⁴ | 56,6 | 56,8 |
| | 2 | 0,018 | 3,15 · 10 ⁻⁴ | 57 | |
| | 3 | 0,02 | 3,5 · 10 ⁻⁴ | 56,9 | |
| 400 | 1 | 0,045 | 7,9 · 10 ⁻⁴ | 56,5 | 56,16 |
| | 2 | 0,035 | 6,3 · 10 ⁻⁴ | 55,9 | |
| | 3 | 0,038 | 6,7 · 10 ⁻⁴ | 56,1 | |
| 500 | 1 | 0,065 | 11,5 · 10 ⁻⁴ | 56,4 | 56,36 |
| | 2 | 0,055 | 9,8 · 10 ⁻⁴ | 55,9 | |
| | 3 | 0,06 | 10,5 · 10 ⁻⁴ | 56,8 | |
| 600 | 1 | 0,097 | 17,1 · 10 ⁻⁴ | 56,5 | 56,7 |
| | 2 | 0,085 | 15,0 · 10 ⁻⁴ | 56,7 | |
| | 3 | 0,087 | 15,3 · 10 ⁻⁴ | 56,9 | |
| 700 | 1 | 0,17 | 29,7 · 10 ⁻⁴ | 57,1 | 56,8 |
| | 2 | 0,14 | 24,6 · 10 ⁻⁴ | 56,8 | |
| | 3 | 0,15 | 26,5 · 10 ⁻⁴ | 56,5 | |

Таблиця 2

Результати вимірювань енергетичної освітленості

| № вим. | Q РАТ-2ПМ, Вт/м ² | Q РАТ-2ПМ опт.канал, Вт/м ² | К | Загал. К | δ, % |
|--------|------------------------------|--|------|----------|------|
| 1 | 1705 | 30 | 56,8 | 57,42 | 1,5 |
| 2 | 1710 | 30 | 57 | | 1 |
| 3 | 1712 | 30 | 57 | | 1 |
| 4 | 1708 | 29 | 58,9 | | 3 |
| 5 | 1717 | 31 | 55,4 | | 4 |
| 6 | 1721 | 30 | 57,3 | | 1 |
| 7 | 1710 | 29 | 59 | | 3 |
| 8 | 1703 | 29 | 58,7 | | 2 |
| 9 | 1702 | 30 | 56,7 | | 1,5 |

1000 °С (перший прохід (1); від 1000 °С до 300 °С (другий прохід (2); від 300 °С до 1000 °С (третій прохід (3). Результати вимірювань наведено на рисунку 4. На ньому спостерігається дві лінійні ділянки – від 300 до 550 (600) °С та від 550 (600) до 900 °С. Кут нахилу першої близько 30°, другої близько 60°. Їх наявність пояснюється тим, що згідно закону Вина [9] максимум спектральної характеристики випромінювання чорного тіла, як ідеального випромінювача із суцільним спектром випромінювання, із зростанням температури зміщується в області більш коротких довжин хвиль, при цьому після температури 500 °С спостерігається більш крутий зсув ніж після.

Як видно на рисунку 4 три графіки дещо відрізняються. Перший (1) має більш високі значення термоЕРС у порівнянні з двома другими. Це пояснюється тим, що при першому проході (від 200 до 1000 °С) вхідна частина оптичного каналу (хвильово-

ду) прогрівався. Це підтверджують графіки (2) та (3), на яких відмінності мізерні і складають в середньому від 0,01 до 0,005 мВ в діапазоні температур 600 – 800 °С і ще менше при нижчих температурах, що, складає менше 5 %.

Було визначено також значення коефіцієнту послаблення оптичного каналу K (хвильоводу) за допомогою порівняння вимірюваних значень термоЕРС ФП, захищеним відповідним екраном та лейкосапфіровим фільтром від перегріву безпосередньо перед джерелом випромінювання, та значень термоЕРС, вимірюваних через оптичний канал (хвильовід). Оскільки для таких вимірювань важливо мати стабільні значення температури, вони проводились при фіксованих температурах. А саме: 300 °С, 500 °С, 600 °С, 800 °С. Результати вимірювань наведені у таблиці 1.

Як видно з таблиці 1 відхилення від середнього значення коефіцієнту послаблення K складає не більше ± 1 %. Коефіцієнт послаблення оптичного каналу складає від 56,8 до 56,16, т.т в середньому 56,56. Тобто тепловий потік густинною 80 кВт/м² може бути послаблений до 1408 та 1424 Вт/м². Різниця складає 24 Вт/м² що не перевищує 2 %.

Коефіцієнт послаблення оптичного каналу K та межі основної відносної похибки вимірювання d експериментального зразка приладу для вимірювання енергетичної освітленості на базі радіометра енергетичної освітленості РАТ-2ПМ (ИДНМ 3.004.000.00 зав. № 554) визначалися також при вимірюванні енергетичної освітленості на установці для перевірки засобів вимірювань енергетичної освітленості ИДНМ4.009.00.00 за допомогою еталонного порожнинного термостовпчика ПП-1 зав. № 24, свідоцтво № 91 (дійсне до 1.03.2007 р.). Результати вимірювань наведено в таблиці 2.

Межа основної відносної похибки вимірювань радіометра РАТ-2ПМ згідно пас-

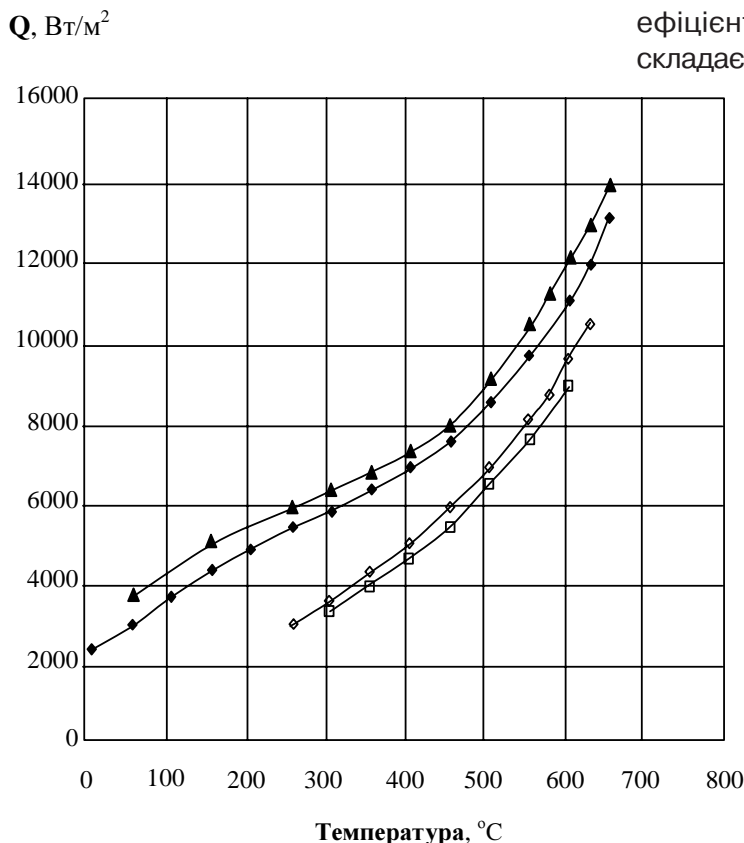


Рис. 5. Значення густини теплового потоку (Q) та температури, виміряні у камери згоряння.

- ◆ нагрівання № 1 □ охолодження № 1
- ▲ нагрівання № 2 ◊ охолодження № 2

порту ИНМЗ.004000.00ПС d_p складає $\pm 6\%$. Величина загальної похибки вимірювань експериментального зразка приладу для вимірювання енергетичної освітленості d складається з похибки оптичного каналу d_K ($\pm 6\%$) та похибки радіометра d_p ($\pm 4\%$):

$$\delta = \pm \sqrt{\delta_K^2 + \delta_p^2} = \pm \sqrt{16 + 36} = \pm 7,2\%$$

Таким чином, величина коефіцієнту послаблення оптичного каналу K за результатами цих досліджень складає 57,42, а коефіцієнт послаблення оптичного каналу визначений при вимірюваннях у діапазоні температур 400 – 700 °С складає 56,56. Очевидно, що результати, отримані на атестованій установці варто вважати за основні, хоча, обидва отриманих значення відрізняються лише на 2%.

Також проведено дослідження роботи розробленого приладу у складі камери згоряння, розробленої в ДП «Українським Науково-дослідним інститутом медицини транспорту» МОЗ України на основі рекомендацій, викладених у [3]. Результати досліджень наведено на рисунку 5.

Як показали дослідження, у діапазоні температур від 50 до 700 °С на зразку, розташованому на відстані 60 мм від резистивного джерела випромінювання, у камері вдалося досягнути густини теплового потоку (Q) лише 14000 Вт/м², що значно менше, ніж значення, наведені у згаданому стандарті (до 65 кВт/м²). При цьому за результатами дослідження було показано, що величина густини теплового потоку, виміряна при включеному та виключеному нагрівачеві (випромінювачі) в той же самий проміжок часу, відрізняються на три кіловати у всьому діапазоні температур, при яких проходили вимірювання. Це збільшення густини теплового потоку, зумовленого тепловим випромінюванням стінок та внутрішніх елементів камери згоряння, які розігріваються за рахунок променевого потоку.

Оскільки температура зразка контролювалась за допомогою окремої термопари, то величина теплового потоку мала би бути щонайменше 50000 Вт/м²

(згідно стандарту [3] при 700 °С. Але при цій температурі було досягнуто лише 14000 Вт/м².

Причина такого явища на наш погляд полягає у недосконалій конструкції внутрішнього об'єму камери згоряння, джерела випромінювання, відсутності дзеркального відбивача у джерела випромінювання та деякими іншими причинами. Великі втрати теплової потужності зумовлені значним розсіюванням енергії на стінки камери та різноманітні елементи, розташовані всередині її.

У зв'язку з цим, керуючись отриманими результатами, нами розроблена концепція конструкції нової камери згоряння, в якій втрати променевої потужності, генерованої джерелом випромінювання, повинні бути мінімізовані.

Висновки

1. В результаті дослідження особливостей вимірювання густини теплового потоку у камері згоряння, створено пристрій, який забезпечує вимірювання зазначеної величини у діапазоні від 10 до 60 кВт/м² з межею основної відносної похибки вимірювання $\pm 7,2\%$.
2. Досліджено особливості роботи пристрою в камері згоряння, в наслідок чого сформульовані шляхи удосконалення існуючої камери згоряння.

Література

1. О.А. Геращенко. Основы теплометрии. К.: Наукова думка, 1971. с.15.
2. А.А. Кмитов, Ю.А. Скляров. Пиргелиомерия. Л.: Гидрометеоздат, 1981. с.30-31.
3. ГОСТ 12.1044-89 Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывобезопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. М.: Издательство стандартов, 1990. с. 81-84.
4. Мухин Ю.Д., Подячев С.П., Цукерман В.Г., Чубаков П.А. Радиационные пирометры для измерения и контроля температуры РАПАП-1 и РАПАП-2// ПТЭ. -1997. -№ 5. -С.161-164.

5. <http://www.octava.ru>.
6. Пилат И.М., Шабашкевич Б.Г., Пироженко С.И. и др. Радиометры энергетической освещенности на анизотропных термоэлементах // Оптический журнал. –2000. -т.67. -№3. - с.83-85.
7. Б.Г. Шабашкевич, Ю.Г. Добровольський. Прецизійні засоби вимірювання характеристик теплового та оптичного випромінювання // Актуальные проблемы транспортной медицины. №2. –2005. –137-142.
8. Ветошніков В.С., Добровольський Ю.Г., Пресняк І.С., Селіваненко М.Г., Шабашкевич Б.Г., Шафран Л.М. Деклараційний патент України на корисну модель № 18078 Радіометр енергетичної освітленості. Заявка № u 2006 05456 від 01.06.06. Бюл. № 10, 16.10.2006 р.
9. Гессорг Ж. Инфракрасная термография. Основы, техника, применение: Пер. с франц. –М.: Мир, 1988. -416 с. (стр. 122).

Резюме

ИЗМЕРЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ТЕПЛООВОГО ПОТОКА В КАМЕРЕ СГОРАНИЯ

Ветошников В.С., Добровольський Ю.Г., Пресняк І.С., Шабашкевич Б.Г., Шафран Л.М.

Исследованы особенности измерения плотности теплового потока в камере сгорания. Создано устройство для измерения отмеченной величины в диапазоне от 10 до 60 кВт/м² с пределом основной относительной погрешности измерения $\pm 7,2$ %.

Summary

GAUGING OF DENSITY OF THE HEAT FLUX IN COMBUSTION CHAMBER

Vetoshnikov V.S., Dobrovolsky Yu.G., Presniak I.S., Shabashkevich B.G., Shafran L.M.

Features of gauging of density of a heat flux in combustion chamber are investigated. The device for gauging the this value in a range from 10 up to 60 kWt/m² with a limit of the main relative error of measuring $\pm 7,2$ % is built.

УДК 616.617-207.271+612.46: 612.017

**МОДУЛЯЦИЯ ВОСПАЛЕНИЯ В ПОЧКЕ ПРИ ОБСТРУКЦИИ
МОЧЕТОЧНИКА ПУТЕМ ИНГИБИРОВАНИЯ ЭФФЕКТОВ
АНГИОТЕНЗИНА-II****Баринов Э.Ф., Волошин В.В.***Донецкий государственный медицинский университет им. М.Горького**Впервые поступила в редакцию 14.11.2006 г. Рекомендована к печати на заседании ученого совета НИИ медицины транспорта (протокол № 7 от 18.11.2006 г.).*

Патогенез постобструктивной нефропатии постоянно уточняется и пополняется новыми фактами [4]. Заслуживает внимания роль ангиотензина II (AT_{II}) в прогрессировании нефросклероза. Установлено, что избыточная продукция NO запускает каскад причинно-следственных взаимосвязей, поддерживающих хроническое воспаление и апоптоз клеток нефронов [7]. На основе этой концепции стали разрабатывать методы фармакологической коррекции, направленной на ингибирование эффектов AT_{II} . Перспективным может оказаться использование селективных ингибиторов AT_{II} , позволяющих избежать накопления брадикинина [6]. Очевидно, что без разработки информативных методов морфологического анализа почки и критериев эффективности лечебного патоморфоза сложно оценить степень восстановления нефронов и, что более важно, проанализировать компенсаторные механизмы, развивающиеся внутри нефронов при изменении нагрузки на тот или иной каналец.

Целью исследования явилось изучение структуры нефронов на фоне введения Лозартана (селективный блокатор ангиотензиновых рецепторов I-типа) у животных с односторонней обструкцией мочеточника (ОМ).

Материал и методы.

Исследования выполнены на взрослых белых крысах-самцах линии Вистар весом 220 ± 25 г, которые находились в обменной клетке и имели свободный до-

ступ к воде и пище. Для изучения чувствительности AT -рецепторов I-типа использовали тест *in vitro* с индуцированной агрегацией тромбоцитов путем их инкубации с ангиотензином II (AT_{II}). На основании исследования $1C_{50}$ ангиотензина II (ингибирующая концентрация AT_{II} , повышающая агрегацию тромбоцитов *in vitro* на 50 %) в эксперимент были отобраны животные со сниженной чувствительностью (гипореактивные, $n = 20$), для которых $1C_{50}$ находилась в пределах $1,30 \pm 0,10$ мкМ. Анестезию выполняли путем внутрибрюшинного введения 1 % раствора гексенала. После срединной лапаротомии рассекали стенку мочевого пузыря и через устье левого мочеточника в его просвет проводили ангиокатетер. Катетер проводили под кожей, свободный конец выводили на шею и присоединяли к пластиковой пробирке для сбора мочи. Брюшную стенку послойно ушивали. Через 2-е суток после операции катетер закрывали на 48 ч, что воспроизводило острое нарушение пассажа мочи. По истечению указанного срока восстанавливали отток мочи из левой почки. Лозартан добавляли в питьевую воду из расчета 10 мг/кг массы в день в течении двух недель.

Морфологическое исследование проводили через 7 дней, 1 и 3 месяца после ОММ. Полученные срезы толщиной 5 ± 1 мкм окрашивали гематоксилином и эозином, по методу Ван Гизона, а также ставили PAS-реакцию. Морфометрический анализ почек проводили в 4-х зонах почки по [5].

Результаты и обсуждение.

Через 7 суток после введения Лозартана в строме почек встречались единичные инфильтраты, в составе которых преобладали моноциты-макрофаги. Уменьшалось количество почечных телец с пролиферацией мезангиальных клеток. Морфометрическое исследование подтверждает снижение альтерации нефронов. Если сравнить с контрольной группой животных (без введения Лозартана), то во всех исследованных зонах проявлялась тенденция к увеличению удельного объема канальцев с нормальной структурой; максимальный прирост выявлен в 3-й и 4-й зонах (соответственно на 16,7 % и 17,9 %; $p < 0,001$), тогда как в 1-й и 2-й зонах величина прироста данного показателя составила соответственно 4,2 % и 5,7 % ($p < 0,05$). Выявленная тенденция отражает перераспределение загрузки канальцев внутри нефрона при котором восстановление функции почечных канальцев сопровождается снижением загрузки и, следовательно, увеличением биосинтетических процессов в ТВЧПГ [3].

Удельный объем канальцев с нор-

мальным строением в 1-й (суперфициальные-кортикальные нефроны) и 2-й зонах (ЮМН) статистически значимо не отличался. Поскольку аналогичный результат имел место и в контрольной группе (в 1-й и 2-й зонах соответственно $79,3 \pm 1,1$ % и $78,4 \pm 0,9$ %; $p > 0,1$), то можно констатировать синхронность процессов восстановления функции ПК и ДК в разных группах нефронов. Что касается динамики внутринефронных изменений канальцев, то таковая различалась в суперфициальных-кортикальных и ЮМН. Удельный объем канальцев с нормальным строением в 1-й и 3-й зонах почки был примерно одинаковым на 7 сутки после устранения ООМ, тогда как в контрольной группе в этот срок наблюдения повреждение ТВЧПГ преобладало над таковым ПК и ДК. Для ЮМН крыс контрольной группы также было характерно преимущественное повреждение ТВЧПГ. При назначении Лозартана удельный объем канальцев с нормальным строением в 4-й зоне был выше, чем во 2-й зоне. Необходимо подчеркнуть, что в контрольной группе и у крыс с введением Ло-

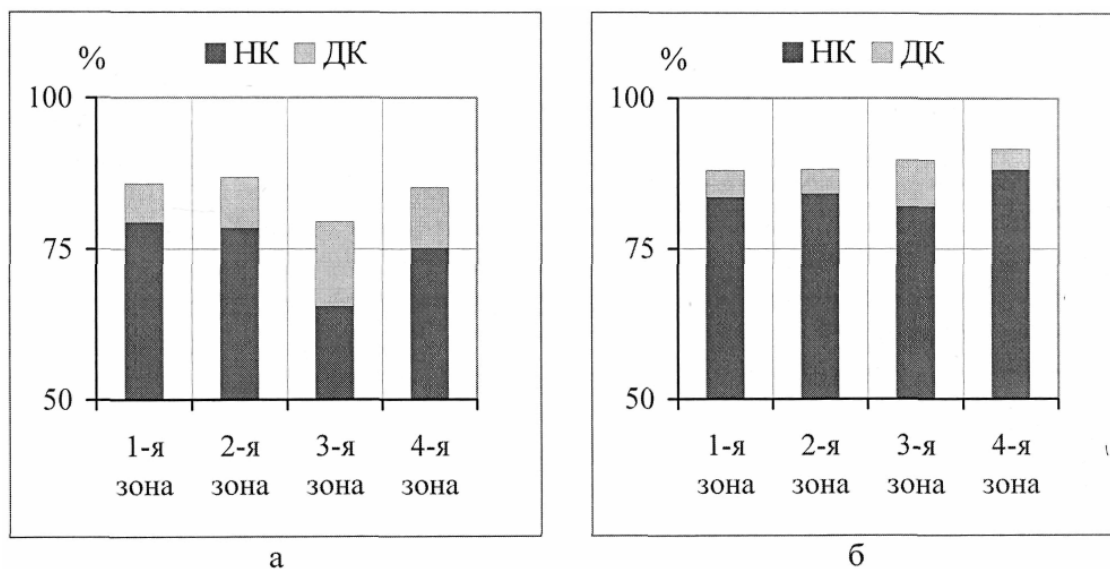


Рис. Количественные изменения почечных канальцев с нормальным строением (НК) и деструктивными изменениями (ДК) на 7 сутки после устранения ООМ у крыс без коррекции (а) и с введением Лозартана (б).

Примечание. По оси абсцисс — зоны органа, по оси ординат — удельный зональный объем канальцев в %.

зартана распространенность альтерации ТВЧПГ в суперфициальных-кортикальных нефронах была более выраженной, чем в ЮМН (рис.). В этом контексте целесообразно сопоставить степень прироста удельного объема канальцев с нормальным строением в суперфициальных-кортикальных нефронах и ЮМН на 7 сутки после устранения ООМ (в 1-й зоне — на 4,2 %, в 3-й — на 16,7 %; во 2-й — на 5,7 % и в 4-й — на 17,9 %). Приведенный фактический материал свидетельствует об опережающем восстановлении ТВЧПГ по сравнению с ПИК и ДИК, причем в большей степени это характерно для ЮМН, которые принимают меньшее участие в поддержании водно-электролитного гомеостаза, чем суперфициальные-кортикальные нефроны [1].

На 14 сутки после ООМ на фоне введения Лозартана в почке усиливалась позитивная динамика морфологических изменений. По сравнению с предыдущим сроком наблюдения прирост абсолютных значений удельного объема канальцев с нормальным строением, расположенных в корковом и мозговом веществе, был примерно одинаковым — 5-6 % ($p < 0,05$), исключением являлась 3-я зона, где величина прироста показателя достигала 12,2 % ($p < 0,01$). В канальцах суперфициальных-кортикальных нефронов в равной степени встречались некротические и гидропические процессы. Удельный объем канальцев с признаками альтерации (некротические + гидропические изменения) заметно уменьшился по сравнению со сроком наблюдения 7 суток. Для суперфициальных-кортикальных нефронов этот регресс составил в 1-й зоне 8,56 % и 3-й зоне 10,93 % ($p < 0,01$), а для ЮМН во 2-й и 4-й зонах соответственно — 7,75 % и 4,69 % ($p < 0,05$).

При исследовании ЮМН был выявлен ряд интересных факторов. Во первых, как и на предыдущем сроке наблюдения альтерация ПК-ДК доминировала над таковой в ТВЧПГ: во 2-й зоне удельный объем канальцев с признаками альтерации составил $5,13 \pm 0,15$ % и в 4-й зоне

$3,55 \pm 0,10$ % ($p < 0,01$). Для сравнения через 7 суток ООМ удельный объем канальцев с признаками альтерации составил во 2-й и 4-й зонах соответственно — $12,88 \pm 0,29$ % и $8,24 \pm 0,17$ % ($p < 0,01$). Следовательно, подтверждается факт большей резистентности ТВЧПГ относительно ПК-ДК юкстамедуллярных нефронов [2]. Во-вторых, если скорость репаративных процессов ПК-ДК суперфициальных-кортикальных и ЮМН совпадает (прирост удельного объема канальцев с нормальным строением за 7 суток составил 6 %), то в ТВЧПГ разных групп нефронов таковая различалась (прирост удельного объема канальцев с нормальным строением в ЮМН составил 5 %, тогда как в суперфициальных-кортикальных нефронах — 12,2 %). Более медленное восстановление ТВЧПГ юкстамедуллярных нефронов означает, что ПК имеют меньшую резервную компенсаторную мощность и даже при их восстановлении сохраняется высокая нагрузка на ТВЧПГ [1]. Необходимо подчеркнуть, что в поврежденных ЮМН выявлялась такая же картина (удельный объем канальцев с признаками альтерации уменьшился во 2-й зоне на 7,75 %, тогда как в 4-й -на 4,69 %). При сопоставлении ТВЧПГ, принадлежащих разным нефронам, установлено, что прирост удельного объема канальцев с нормальным строением за 7 суток составил в 3-й зоне 12,2 %, а в 4-й — 6,1 %. Сходная закономерность выявлялась и при анализе динамики альтерации: регресс в 3-й зоне по сравнению с предыдущим сроком наблюдения составил 10,93 % ($p < 0,01$), тогда как в 4-й -4,69 % ($p < 0,05$). Поскольку интенсивность репарации в 4-й зоне, судя по удельному объему канальцев с признаками, регенерации, значительно больше, чем в 3-й зоне (соответственно $3,35 \pm 0,15$ % и $1,84 \pm 0,09$ %), то приведенные факты укладываются в концепцию причинно-следственных взаимосвязей канальцев в нефроне.

Проведенные исследования подтверждают гипотезу о возможности сохранения у отдельных индивидуумов

структурных изменений в органах в отдаленные сроки после ООМ. Генетически обусловленная высокая резервная мощность ренин-ангиотензиновой системы (РАС), при которой происходит снижение хемосенситивности АТ-рецепторов в клетках-мишенях (гипореактивные крысы), в частности, клетках канальцев нефрона и моноцитах, регулирующих развитие и поддержание воспаления, может рассматриваться как фактор риска развития ренальных дисфункций после ООМ, что обосновывает применение с профилактической целью селективных блокаторов АТ-рецепторов I-типа [6]. Введение после ООМ Лозартана животным с высокой резервной мощностью РАС существенно ограничивало воспалительную реакцию в почке. Выявленная тенденция к восстановлению структурного гомеостаза в нефронах (уменьшение проявлений некроза и дистрофии), а также торможение активности воспалительного процесса в соединительной ткани органа (снижение степени выраженности нарушений микроциркуляции и миграции лейкоцитов) позволяют конкретизировать критерии эффективности лечения после ООМ.

Вывод.

На фоне введения Лозартана скорость репаративных процессов ПК-ДК суперфициальных-кортикальных нефронов и ЮМН совпадает, что свидетельствует об участии АТ_{II} в нарушении структуры корковых отделов всех групп нефронов. После устранения ООМ, вследствие восстановления функции ПК и разгрузки нижележащей ТВЧПГ, во всех нефронах проявляется опережающее восстановление ТВЧПГ по сравнению с ПК и ДК. Более медленная репарация ТВЧПГ ЮМН по сравнению с таковыми суперфициальных-кортикальных нефронов обусловлено низкой резервной компенсаторной мощностью ПК ЮМН, вследствие чего даже при их восстановлении сохраняется высокая нагрузка на ТВЧПГ.

Литература

1. Баринов Э.Ф., Карасев И.В. Адаптационные реакции почек при различной реактивности организма // Травма. — 2004. — № 4. — С. 234-236.
2. Баринов Э.Ф., Карасев И.В. Локализация повреждения в канальцах нефрона при термической травме кожи // Архив клин. и эксп. мед. — 2004. — Т. 13, № 1. — С. 111-114
3. Cochrane A.L., Kett M.M., Samuel C.S., et al. Renal structural and functional repair in a mouse model of reversal of ureteral obstruction // J. Am. Soc. Nephrol — 2005. — Vol. 16, № 12 — P. 3623-3630.
4. Docherty N.G., O'Sullivan O.E., Healy D.A., et al. Evidence that inhibition of tubular cell apoptosis protects against renal damage and development of fibrosis following ureteric obstruction // Am. J. Physiol. Renal Physiol. — 2006. — Vol. 290, № 1. — P. F4-13.
5. Pfaller W. Structure function correlation on rat kidney // Adv. Anat. Embryol. Cell Biol. — 1982. — Vol.70. — P. 176-194.
6. Schanstra J.P., Duchene J., Desmond L., et al. The protective effect of angiotensin converting enzyme inhibition in experimental renal fibrosis in mice is not mediated by bradykinin B2 receptor activation // Thromb. Haemost. — 2003. — Vol. 89, №4. — P. 735-740.
7. Valles P.O., Pascual L., Manucha W., et al. Role of endogenous nitric oxide in unilateral ureteropelvic junction obstruction in children // Kidney Int. — 2003. — Vol. 63, №3. -p. 1104-1115.

Резюме

МОДУЛЯЦІЯ ЗАПАЛЕННЯ В НИРЦІ ПРИ ОБСТРУКЦІЇ СЕЧОВОДУ ШЛЯХОМ ІНГІБІРУВАННЯ ЕФЕКТИВ АНГІОТЕНЗИНУ-II

Баринов Е.Ф., Волошин В.В.

Метою дослідження з'явилось вивчення структури нефронів при односто-

ронній 48 год. обструкції сечоводу на фоні введення Лозартану (10 мг/кг маси) у 20 дорослих білих щурів-самців з пониженою чутливістю рецепторів I-типу до ангіотензину II. Встановлено синхронне посилення репаративних процесів кіркових відділів всіх груп нефронів через 7 діб після усунення обструкції сечоводу. Інтенсифікація функції ниркових каналців виявляється випереджаючим відновленням ТВЧПГ; сповільнене відновлення ТВЧПГ (товстої висхідної частини петлі Генле) юкстамедулярних нефронів в порівнянні з поверхнічними-кортикальними нефронами обумовлено низькою резервною компенсаційною потужністю ниркових каналців юкстамедулярних нефронів.

Summary

MODULATION OF INFLAMMATION IN A KIDNEY AT OBSTRUCTION OF URETER BY INHIBITION OF ANGIOTENSIN-II EFFECTS

Barinov E.F, Voloshin V.V.

The aim of the work presented is to study nephron's structure at unilateral 48-hour obstruction of ureter on the background of Losartan (10 mg/kg of mass) injections at 20 adult white male-rats with lower sensitivity of receptors of I type to angiotensin II. Synchronous strengthening of reparative processes of crust areas of all groups of nephrons in 7 days after the removal of ureter obstruction has been revealed.

Intensification of The renal canal functions shows up by passing ahead renewal of Thick ascending part of a Henle's loop; slow renewal of Thick ascending part of a Henle's loop juxtamedular nephrons on comparison with superficinal-cortical nephrons is conditioned by low reserve compensate power of The renal canal of juxtamedular nephrons

УДК 612.014.462.1

ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ НИРКОВИЙ РЕЗЕРВ ПРИ ХРОНІЧНИХ ТОКСИЧНИХ НЕФРОПАТІЯХ

Гоженко А.І., Котюжинська С.Г., Бурлака Н.І., Слученко О.М.

Одеський державний медичний університет

Впервые поступила в редакцию 10.10.2006 г. Рекомендована к печати на заседании ученого совета НИИ медицины транспорта (протокол № 7 от 18.11.2006 г.).

Вступ

Відомо, що дихлорид ртуті (сулема) є важливим чинником, який викликає розвиток токсичної нефропатії. Давно встановлено, що тяжкість захворювання, або важкість пошкодження нирок пропорційна дозі – збільшення її величин до 0,4-0,5 мг/100 г маси тіла призводить до розвитку гострої ниркової недостатності, при якій основні порушення нирок зовні виявляються в класичній періодизації хвороби: олігурії, анурії та поліурії, які розвиваються протягом 5-7 днів [1, 2]. Між тим, не дивлячись на суттєві пошкодження нирок,

особливо проксимального відділу нефрону, що спостерігаються у гострому періоді захворювання, подальший розвиток ниркової патології не відслідковано [3, 4]. Метою нашої роботи було дослідити дійсний функціональний стан нирок з урахуванням їх резервних можливостей при сулемовій нефропатії, тобто в цілому дати більш точнішу картину наявного функціонально стану нирок.

Об'єкти та методи досліджень

Токсичну нефропатію у білих щурів-самців моделювали введенням внутрішньочеревно дихлориду ртуті у дозі 0,4

мг/100 г маси тіла [5] на 7 та 20 добу в умовах водного (5 % від маси тіла водогінної води) та сольового (введення у шлунок 3 % розчину хлориду натрію у дозі 5 % від маси тіла) навантаження. Протягом перших двох годин збирали сечу. Концентрацію креатиніну визначали фотометричним методом на спектрофотометрі СФ-46. Показники функції нирок розраховували з використанням формул [6]. Статистичний аналіз отриманих даних проводили за допомогою програми "Microsoft Excel" за критерієм Стьюдента.

Результати та їх обговорення

Екскреторна діяльність нирок у щурів після введення сулеми через 7 діб і через 20 діб при водному навантаженні ($M \pm m$).

| Досліджувані показники | Здорові щурі, n = 10 | Після введення сулеми через 7 діб, n = 10 | Після введення сулеми через 20 діб, n = 10 |
|-----------------------------------|----------------------|---|--|
| Діурез, мл | 1,81 ± 0,09 | 1,95 ± 0,16 | 2,07 ± 0,04 $p < 0,05$ |
| Концентрація білку сечі, мг/л | 26,3 ± 1,19 | 41,8 ± 8,22 | 42,3 ± 3 $p < 0,05$ |
| Екскреція білку, мг/год. | 0,037 ± 0,001 | 0,079 ± 0,006 $p < 0,05$ | 0,087 ± 0,005 $p < 0,001$ |
| Концентрація креатиніну, мкмоль/л | 1179 ± 14 | 1286 ± 83 | 1295 ± 37 |
| Екскреція креатиніну, мкмоль/год. | 2,09 ± 0,12 | 2,4 ± 0,13 $p < 0,05$ | 2,58 ± 0,11 $p < 0,05$ |

Примітка: p – показник вірогідності відмінностей по відношенню до здорових щурів, n – число спостережень.

Таблиця 2.

Екскреторна діяльність нирок у щурів після введення сулеми через 7 діб і через 20 діб при сольовому навантаженні ($M \pm m$).

| Досліджувані показники | Здорові щурі, n = 10 | Після введення сулеми через 7 діб, n = 10 | Після введення сулеми через 20 діб, n = 10 |
|-----------------------------------|----------------------|---|--|
| Діурез, мл | 2,29 ± 0,03 | 2,09 ± 0,21 | 1,84 ± 0,10 $p < 0,01$ |
| Концентрація білку сечі, мг/л | 28,3 ± 1,19 | 45,3 ± 8,72 | 54 ± 6 $p < 0,05$ |
| Екскреція білку, мг/год. | 0,059 ± 0,003 | 0,082 ± 0,009 $p < 0,05$ | 0,097 ± 0,012 $p < 0,05$ |
| Концентрація креатиніну, мкмоль/л | 1403 ± 10 | 1428 ± 125 | 1432 ± 95 |
| Екскреція креатиніну, мкмоль/год. | 3,21 ± 0,06 | 2,77 ± 0,07 $p < 0,01$ | 2,56 ± 0,11 $p < 0,001$ |

Примітка: p – показник вірогідності відмінностей по відношенню до здорових щурів, n – число спостережень.

За нашими даними (табл. 1) здатність нирок до виведення з організму води після водного навантаження практично не змінюються ні через тиждень, ні через 20 діб. Судячи з величини діурезу, можна виказати припущення, що функціональний стан нирок у більш віддалені строки введення сулеми практично нормалізується. Але при вивченні інших показників таке припущення не знаходить свого підтвердження. Так, концентрація білку у сечі вірогідно збільшена на 7 добу на 40 % і залишається на цьому ж рівні через 20 діб. Ще більше зростає екскреція білку. Тобто, наявність протеї-

Таблиця 1.

нурії свідчить про суттєві порушення з боку нирок протягом практично трьох тижнів після введення сулеми. Нами встановлено відсутність змін концентрації креатиніну з деяким вірогідним зростанням екскреції креатиніну.

При вивченні екскреторної діяльності нирок у щурів після сольового навантаження показано, що введення хлориду натрію призводить до зростання діурезу порівняно з водним навантаженням (табл. 2). Між тим, виведення сечі через 7, а ще більш через 20 діб дещо зменшується. Концентрація білку є вірогідно більшою через 7 та 20 діб, але ще більш підвищується екскреція білку. Концентрація креатиніну достеменно зменшується, і це падіння досягає найбільшого

ступеня через 20 діб.

Тобто, вивчення екскреторної функції нирок з використанням функціональних навантажень свідчить про те, що через 7 та особливо через 20 діб після моделювання токсичної сулемової нефропатії продовжують виявлятися ознаки пошкодження нирок, які більше виражені через тиждень та дещо зменшуються через три тижні при водному навантаженні, і, навпаки, зростають при сольовому. Головним критерієм у порушенні функціонального стану нирок у віддалені строки слід вважати протеїну-рцію та зменшення екскреції креатиніну.

Клубочкова фільтрація удвічі зменшувалась при водному навантаженні з 521 ± 4 до 269 ± 14 мкл/хв ($p < 0,001$) на 7 добу, і хоча дещо збільшувалась при сольовому – 352 ± 12 мкл/хв ($p < 0,001$), хоча величина швидкості клубочкової фільтрації була меншою, ніж у здорових щурів. Тобто, через 7 діб клубочкова фільтрація суттєво зменшена, а можливості ниркового резерву також мінімальні. На 20 добу, якщо величина клубочкової фільтрації була в межах нормальних величин при водному навантаженні 647 ± 77 мкл/хв, то введення сольового розчину не призводило до її подальшого підвищення, навпаки, вона зменшувалась, хоча і не достеменно (544 ± 67 мкл/хв).

Отримані дані свідчать, що через 20 діб з боку нирок виявляються значно менші порушення, але головним є те, що клубочкова фільтрація при водному навантаженні сягає рівня нормальних величин, який начебто є показником одужання щурів. Але судячи з даних при сольовому навантаженні, які вказують на те, що фізіологічно достатній рівень швидкості клубочкової фільтрації у щурів при водному навантаженні підтримується за рахунок включення компенсаторного функціонального резерву. Тобто на цей час має місце реалізація компенсаторних можливостей, що в значній мірі зменшує ступінь порушення функції нирок, і при вивчені в умовах функціональ-

ного спокою, що частіше використовується в клінічній та експериментальній практиці, не виявляють ознак порушення з боку нирок.

Висновки

Виходячи з вищенаведеного, можна дійти до висновку, що одним з основних способів активізації функціональних можливостей нирок при токсичних нефропатіях є зростання швидкості клубочкової фільтрації за рахунок включення функціонального ниркового резерву, що є основою фази компенсації і маскує зменшення маси функціональних нефронів та порушення ниркових функцій.

Література

1. Авцын А.П., Жаваронков А.А., Риш М.А., Строчкова Л.С. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология. – М.: Медицина, 1991. – 124 с.
2. Гоженко А.И. Энергетическое обеспечение основных почечных функций и процессов в норме и при повреждении почек: Дис...д-ра мед.-наук. – Черновцы, 1987. – 368 с.
3. Гоженко А.И., Долوماتов С.И., Романив Л.В., Долوماتова Е.А., Карчускас В.Ю. Значение возрастных особенностей в реакции почек крыс на однократное введение дихлорида кадмия //Буковинський медичний вісник. – 2003. - №1-2. – С. 27-31.
4. Гоженко А.И., Войтенко А.М., Кухарчук А.Л. Методы изучения почек при токсико-гигиенических исследованиях /Методические рекомендации. – Одесса, 1991. – 23 с.
5. Берхин Е.Б., Иванов Ю.И. Методы экспериментального исследования почек и водно-солевого обмена. – Барнаул.: Алтайское кн.изд., 1972. – 199с.
6. Наточин Ю.В. Физиология почки. Формулы и расчеты. – Ленинград: Наука, 1974. – 68 с.

Резюме

**ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ НИРКОВИЙ РЕЗЕРВ
ПРИ ХРОНИЧНИХ ТОКСИЧНИХ
НЕФРОПАТИЯХ**

*Гоженко А.І., Котюжинська С.Г., Бурлака
Н.І., Слущенко О.М.*

В условиях водной и солевой нагрузки были проведены исследования действительного функционального состояния почек крыс с учетом их резервных возможностей при нефропатии сулемы через 7 дб и через 20 суток. Установлено, что рост скорости клубочковой фильтрации за счет включения функционального почечного резерва является одним из основных способов активизации функциональных возможностей почек при токсичных нефропатиях, которые являются основой фазы компенсации и маскирует уменьшение массы функциональных нефронов и нарушение почечных функций.

Summary

**FUNCTIONAL KIDNEY RESERVE AGAINST
A BACKGROUND OF TOXIC
NEPHROPATHIES**

*Gozhenko A.I., Kotiuzhinskaya S.G.,
Burlaka N.I., Sluchenko O.M.*

The research of real functional condition of rat's kidneys were carried out in the conditions of water and saline loads, taking their reserve possibilities into consideration, against a background of toxic nephropathy on 7 and 20 days. It has been established, that increase of glomerular velocity filtrations through inclusion of functional kidney reserve is one of basic methods of increase of activity of functional possibilities of kidneys against a background of toxic nephropathy that is a basis of phase of compensation and camouflage a decrease of number of functional nephrons and an injury of renal functions.

Гигиена и профилактика

The Hygiene and Prophylaxis

УДК 614.31:615.917.2/9(083.74)

**НЕОБХОДИМОСТЬ ПЕРЕСМОТРА ПОДХОДА К ПОРЯДКУ
ПРОВЕДЕНИЯ САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО
КОНТРОЛЯ ОСТАТОЧНОГО СОДЕРЖАНИЯ ПЕСТИЦИДОВ В
ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ В СОВРЕМЕННОЙ ПОЛИТИЧЕСКОЙ И
ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКЕ**

*Тоня В.А., Севостьянова Т.А., Просенюк С.М., Тихонова Т.В., Дерикот И.В.
Украинский НИИ медицины транспорта, г. Одесса*

Впервые поступила в редакцию 7.11.2006 г. Рекомендована к печати на заседании ученого совета НИИ медицины транспорта (протокол № 7 от 18.11.2006 г.).

Здоровье человека непосредственно зависит от качества, питательной ценности, полезных свойств и безопасности продуктов питания, которые он употребляет. Антропогенное загрязнение окружающей среды и применение новых технологий в сельскохозяйственной и пищевой индустрии привело к тому, что помимо питательных веществ, необходимых для жизни, в состав пищи входят и вредные компоненты, не выполняющие ни одной из функций питания и оказывающие неблагоприятное влияние на

здоровье. Вероятность их попадания и нахождения в продуктах питания и вредного воздействия на организм возрастает по мере развития химических технологий. Таким образом, именно вопрос безопасности продуктов питания в настоящее время выходит на первый план.

Для того, чтобы определить насколько безопасен для здоровья тот или иной продукт, при проведении санитарно-эпидемиологической экспертизы устанавливаются качественные и количественные критерии

рии этой оценки и соответствие продукта этим критериям. Одним из них является показатель остаточного содержания пестицидов в пищевых продуктах и предельно допустимые уровни этого содержания.

Количество пестицидов, по которым медико-биологические требования устанавливают регламент для разных групп пищевой продукции и сырья составляет от 50 до 191 наименования (1). Всего же в настоящее время в Украине установлены предельно допустимые уровни остаточного содержания для 424 наименований пестицидов, которые разрешены к использованию в сельском хозяйстве, и для 87 наименований, запрещенных к использованию (2).

Практика проведения работ санитарно-эпидемиологической экспертизы пищевых продуктов контролирующими лабораториями показывает, что осуществление контроля по всему перечню пестицидов не только не возможно, но и не целесообразно. Это вызвано целым рядом объективных причин: методическое обеспечение, временной фактор, расход реактивов, высокие экономические затраты на проведение исследований. Из всего перечня пестицидов, нормируемых в данном виде пищевой продукции, необходимо выделить группу пестицидов, контроль по которым максимально позволил бы решить задачу быстрого, качественного, достоверного проведения анализа продукции по показателям безопасности.

Становится актуальным вопрос о пересмотре подхода к проведению обязательного санитарно-

эпидемиологического контроля продукции по остаточному содержанию пестицидов с целью выбора и установки оптимальных и единых критериев безопасности. Одним из примеров такого подхода является российский документ, который устанавливает обязательный перечень особо опасных пестицидов. Контроль же по остальным пестицидам предлагается осуществлять, основываясь на информации, предоставляемой изготовителем или поставщиком продукции об использованных при её производстве и хранении пестицидах и агрохимикатах (3).

Масштабы использования пестицидов в странах, вступающих в Европейский Союз, бывшие сравнительно небольшими в течение последнего десятилетия, в настоящее время вновь увеличиваются. Вступление страны в ЕС, скорее всего, приведёт к интенсификации сельского хозяйства с внедрением индустриальных технологий с высокой зависимостью от использования агрохимикатов. Кроме того, чтобы гарантировать свободную торговлю между Государствами – членами ЕС и Членами Европейской ассоциации свободной торговли необ-

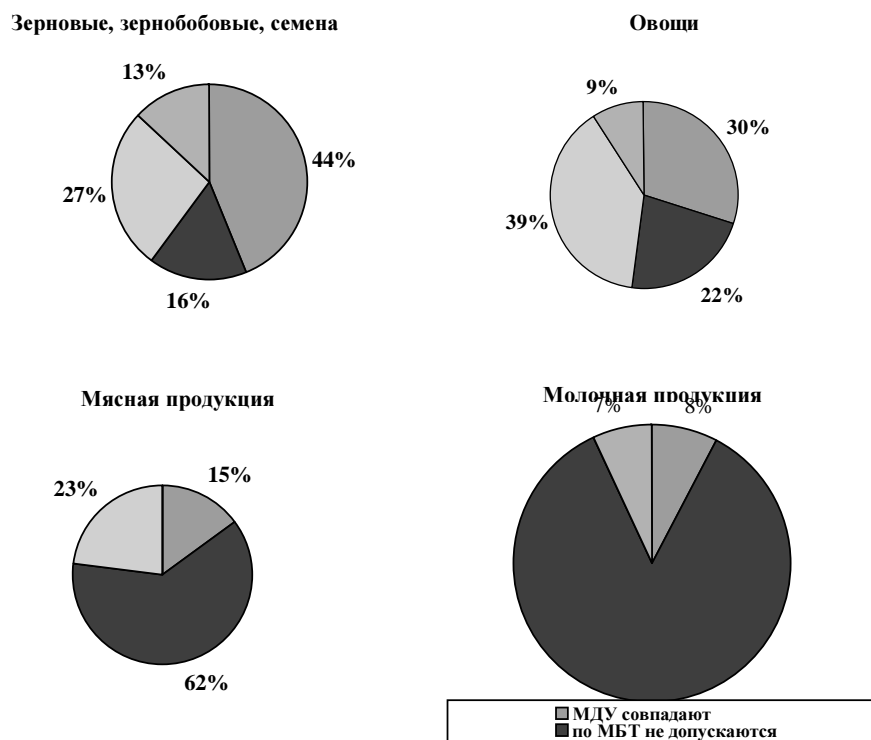


Рис. 1. Сравнение МДУ пестицидов в разных группах продукции по МБТ и Codex Alimentarius

ходимо уменьшать торговые барьеры, одним из которых потенциально являются максимальные уровни остатков пестицидов, установленные различными государствами. Для того, чтобы избежать спорных ситуаций, ЕС тесно сотрудничает с Государствами-членами по согласованию максимальных уровней остатков (4).

В тексте Соглашения Всемирной организации торговли по санитарным и фитосанитарным мерам указано, что Кодекс Алиментариус – основной международный орган в области безопасности пищевых продуктов. Данное соглашение приглашает страны участницы базировать своё законодательство в области качества и безопасности продукции на стандартах, принятых Комиссией Кодекс Алиментариус. Однако необходимо отметить, что этот документ не имеет обязывающий характер, но используется в соответствии с требованиями Соглашения (5).

Анализ регламентации пестицидов по Codex Alimentarius установил от 53 до 84 пестицидов в разных группах продукции, при общем их количестве 218. Совпадение по наименованиям пестицидов, которые нормируются и по МБТ и по Codex Alimentarius в аналогичных группах продукции составляет лишь небольшую часть (9 - 14%) от общего количества.

Одинаковые МДУ по отечественному и международному документу для продукции растительного происхождения имеют 30-44% от общего количества пестицидов, наименования которых совпадают, для продукции животноводства – 8-15%. Для остальных пестицидов выявлено несоответствие в нормах. Кодекс устанавливает более высокие МДУ для 23-39% пестицидов для разных групп продукции. Кратность превышения уровней по сравнению с отечественными нормативами составляет от 1,5 до 1000 раз (сумицидин в капусте огородной по МБТ 0,01 мг/кг, по Кодексу – 10 мг/кг). 16-22% пестицидов в группе продукции растительного происхождения и 62-85% в группе животного происхождения МБТ не допускает, в то время, как Кодекс устанавливает для них МДУ.

Очевидно, что такое расхождение в подходах к нормированию может послужить серьёзным препятствием при выработке единых требований к безопасности пищевой продукции и осуществлению свободной торговли. В первую очередь, необходимо выбрать группу особо опасных пестицидов и выработать единые критерии при проведении контроля за их остаточным содержанием. Прежде всего это 9 пестицидов, входящих в список Стойких органических загрязнителей Стокгольмской Конвенции, т.к. они являются ядовитыми и одновременно долговечными органическими веществами и представляют глобальную угрозу. Кроме того, заслуживают внимания остальные пестициды с ярко выраженными токсическими свойствами и способностью накапливаться в организме и окружающей среде.

Строгие требования к максимально допустимым уровням остаточного содержания пестицидов, безусловно, способствуют более эффективному осуществлению одной из главных задач деятельности санитарно-эпидемиологической службы – проведение мероприятий по защите здоровья населения от негативного влияния вредных факторов окружающей среды, одним из которых является остаточное содержание пестицидов в пищевых продуктах. Это также необходимо учитывать при пересмотре подхода к нормированию пестицидов и внедрению принципа гармонизации в санитарном законодательстве Украины с международными требованиями.

В будущем условия осуществления Комплексной стратегии борьбы с вредителями в странах Центральной и Восточной Европы будут существенно зависеть от политики Европейского Союза в отношении пестицидов. Активное действие заинтересованных общественных групп и неправительственных организаций могут оказать положительное влияние на юридические и политические процессы в этом вопросе. Деятельность Национальной комиссии Украины по Кодексу Алиментариусу как одной из таких организаций, направленная на координацию деятельности учреждений относительно гармонизации международного и

отечественного законодательства, несомненно будет способствовать принятию оптимальных и обоснованных решений в вопросах нормирования пестицидов и выработке единого подхода к проведению контроля, что в свою очередь позволит осуществлять процесс взаимовыгодной торговли, более четкого регулирования применения пестицидов, сокращения использования опасных пестицидов с заменой их экологически благоприятными альтернативами, уменьшения пагубного воздействия пестицидов на здоровье и окружающую среду.

Литература

1. Медико-биологические требования и санитарные нормы качества продовольственного сырья и пищевых продуктов. Минздрав СССР. Издание официальное. – Москва, 1990.
2. Допустимі дози, концентрації, кількості та рівні вмісту пестицидів у сільськогосподарській сировині, харчових продуктах, повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, воді водоймищ, ґрунті. ДСанПіН 8.8.1.2.3.4-000-2001. Минздрав України. Видання офіційне – Київ, 2001.
3. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. СанПиН 2.3.2.1078-01. Минздрав России. Издание официальное. – Москва, 2002.
4. Руководство к действию в области пестицидов. Публикация ПАН Германии – Гамбург, 2003
5. Ричард Муді, Олександр Поливодський. Створення механізму сертифікації та контролю стандартів сільськогосподарської продукції відповідно до вимог СОТ-СФС. EuropeAid/114025/C/SV/UA. Програма Європейського Союзу «Тасіс» в Україні.
6. Тоня В.А., Севостьянова Т.А. Сравнительный анализ отечественных и международных требований к содержанию пестицидов в продуктах питания и продовольственном сырье // Актуальные проблемы транспортной медицины. – 2006. - №1 (3).

Резюме

НЕОБХІДНІСТЬ ПЕРЕГЛЯДУ ПІДХОДУ ДО ПОРЯДКУ ПРОВЕДЕННЯ САНІТАРНО-ЕПІДЕМІОЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЮ ЗАЛИШКОВОГО ВМІСТУ ПЕСТИЦИДІВ В ХАРЧОВИХ ПРОДУКТАХ В СУЧАСНІЙ ПОЛІТИЧНІЙ ТА ЕКОНОМІЧНІЙ ОБСТАНОВЦІ

Тоня В.А., Севостьянова Т.А., Просенюк С.М., Тихонова Т.В., Дерикот І.В.

Робота стосується питань якісних і кількісних критеріїв оцінки безпеки продуктів харчування при проведенні санітарно-епідеміологічного контролю, одним з яких є показник залишкового вмісту пестицидів і гранично допустимі рівні цього вмісту.

По цілому ряду об'єктивних причин здійснення контролю по всьому переліку пестицидів, що регламентується в конкретному виді харчової продукції по вітчизняному документу, не тільки не можливо, але й не доцільно. Необхідно виділити групу пестицидів, контроль по яких максимально дозволив би вирішити завдання швидкого, якісного, достовірного проведення аналізу даного виду харчової продукції по показникам безпеки. Стає актуальним питання про перегляд підходу до проведення контролю продукції по залишковому вмісту пестицидів з метою вибору й установки оптимальних і єдиних критеріїв безпеки при проведенні обов'язкового санітарно-епідеміологічного контролю.

Такий підхід повинен враховувати розвиток політичного процесу, економічних і торговельних зв'язків зі світовим співтовариством і відповідати міжнародним вимогам. Основний міжнародний орган в області безпеки харчових продуктів - Кодекс Алиментариус. Аналіз МДУ пестицидів, по вітчизняному й міжнародному документах показав розбіжність у підходах до нормування для значної частини пестицидів. Для подолання цих розбіжностей необхідно активна участь суспільних груп і неурядових організацій, координація їхньої діяльності з метою вироблення такого підходу до питання контролю за залишковим вмістом пестицидів, що дозволив би здійснювати процес взаємовигідної торгівлі, більш чіткого регулювання застосування пестицидів, скорочення використання небезпечних пестицидів із заміною їх екологічно сприятливими альтерна-

тивами, зменшення пагубного впливу пестицидів на здоров'я й навколишнє середовище.

Summary

NECESSITY OF REVISION OF THE APPROACH TO ORDER OF CARRYING OUT OF THE SANITARY-AND-EPIDEMIOLOGIC CONTROL OF THE RESIDUAL CONTENTS OF PESTICIDES IN FOODSTUFF IN THE MODERN POLITICAL AND ECONOMIC SITUATION

Tonia V.A., Sevostianova T.A., Proseniuk S.M., Tikhonova T.V., Derikot I.V.

The work is about qualitative and quantitative criteria of food safety when undertaking sanitary-epidemiological checking, one which is a factor of pesticides residue and maximum residue levels.

Because of some objective reasons realization checking on the whole list of pesticides, which is specified in concrete type of food on domestic document, is not only impossible, but also is not expedient. It is necessary to select the group of pesticides to solve as much as possible the problem of quick, qualitative, reliable undertaking the analysis of the product. It is actual to

revise the approach to product control on residual pesticides contents to choice and installation the optimum and united criteria of safety when undertaking obligatory sanitary-epidemiological checking.

Such approach must allow for the development of the political process, trade and business relations with world community and correspond to international requirements. Codex Alimentarius is the main international organ in the field of food-stuffs safety. The analysis of MRL pesticides on domestics and international document has shown the divergence in approach to standertization for much pesticides. For overcoming these discrepancy it is necessary an active participation of the public groups and non-governmental organization, coordination to their activity to make a such approach to question of checking for residual contents pesticides which has allowed realize the process to mutually beneficial trade, more clear regulation of the using pesticides, reductions of the use dangerous pesticides with change their ecological favourable alternative, reduction of the harmful influence pesticides on health and environment.

УДК 614:546.134-628.162

АНАЛИЗ РИСКОВ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ, ОБЕЗЗАРАЖЕННОЙ ДИОКСИДОМ ХЛОРА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ И СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ)

Мокиенко А.В., Петренко Н.Ф., Гоженко А.И.
Украинский НИИ медицины транспорта, Одесса

Впервые поступила в редакцию 15.11.2006 г. Рекомендована к печати на заседании ученого совета НИИ медицины транспорта (протокол № 7 от 18.11.2006 г.).

Введение

Анализируя данные литературы и собственных исследований о безопасности питьевой воды, обеззараженной диоксидом хлора (ДОХ), считаем необходимым процитировать мнение известного специалиста в области токсикологии дезинфектантов R.J.Bull [1]: "... форма замены дезинфектанта - фундаментальная задача, которая должна рассматриваться с учетом доступных данных относительно токсичности дезинфицирующего средства, с учетом того, что его побочные продукты не более токсичны, чем при хлорировании. Делать иначе - значит увеличить риск для здоровья...».

Повышенный интерес к ДОХ как обеззараживающему средству питьевой воды, по сравнению с озоном и хлором, возник относительно недавно. Так, если первые сообщения об использовании хлора [2] и озона [3] для обеззараживания воды в российской литературе дати-

руются концом XIX - началом XX века, то начало исследований по обоснованию применения ДОХ для этой цели следует отнести к 1940-50-м годам. В период 1970-80-х годов после установления взаимосвязи хлорирования воды с образованием хлорорганических соединений, обладающих рядом отдаленных последствий для здоровья человека, количество работ по этой теме неуклонно нарастало.

В 1940 году Taylor с соавт. [цит. по 4] сообщили о высокой эффективности хлорита натрия как отбеливающего средства. Авторы также обсуждали вопрос производства газа ДОХ в результате реакции окисления хлорита натрия хлором.

Применение ДОХ для обработки питьевой воды получило развитие только с появлением коммерческой готовности промышленного производства хлорита натрия, который является до настоящего времени основным исходным реагентом при производстве ДОХ. Первое сообщение о промышленном применении ДОХ для обработки питьевой воды на водоочистой станции Ниагарского водопада датируется 1944г. [цит. по 4].

В 1977 г. 103 водоочистные станции в США и 10 в Канаде использовали ДОХ для подготовки воды; в Европе несколько тысяч предприятий водоподготовки применяли ДОХ, главным образом, перед подачей воды в системы водораспределения. Согласно [5], в США по состоянию на 1986 г. число оборудования для обработки воды ДОХ составляло порядка 400 единиц с тенденцией к росту. Следует отметить, что в СССР первое диссертационное исследование по гигиенической оценке как средства для обеззараживания питьевой воды было выполнено в 1943 г. Н.Н.Трахтман на кафедре коммунальной гигиены I Московского медицинского института [6, 7]. Впоследствии изучение ДОХ было продолжено коллективом авторов в составе Т.С.Бедулевич, М.Н.Светлаковой, Н.Н.Трахтман [8]. Апробация промыш-

ленного использования ДОХ в СССР впервые была проведена на Томском водопроводе в 1954 г. [9]. В нормативном документе [10] использование ДОХ рекомендовано «...для повышения эффективности обеззараживания и предупреждения специфических запахов в воде».

В странах СНГ ДОХ для обеззараживания питьевой воды применяется пока в некоторых городах: Украина - гг. Ильичевск (1996 г.) и Южный (1998 г.) Одесская обл., г.Желтые Воды Днепропетровская обл. (2005 г.); Республика Беларусь - г. Новополоцк, (2000 г.); Российская Федерация - гг. Екатеринбург и Нижний Тагил (2004 г.) [11].

Исследования токсичности и его побочных неорганических продуктов (хлорит- и хлорат-анионов), если их сравнивать с аналогичными для хлора и озона, немногочисленны. Их можно условно разделить на 3 группы:

1. Исследование токсикологических порогов воздействия на организм лабораторных животных как обоснование возможной экстраполяции на человека, потребляющего питьевую воду, обработанную ДОХ.
2. Изучение токсичности на добровольцах (клиническая оценка) и эпидемиологические исследования популяций лиц, потребляющих обработанную ДОХ воду, как попытка максимально приближенно оценить влияния данных веществ на организм человека.
3. Токсикологические исследования на бактериальных тест-культурах и культурах клеток.

Токсикологическая оценка влияния ДОХ на живой организм. В первой из известных нам работ [12] (1949 г.) по изучению токсикологической значимости ДОХ сообщается о результатах хронического эксперимента на крысах: употребление питьевой воды, содержащей 100 мг/л ДОХ (эквивалент 12,5 и 13,4 мг/кг/день для мужчин и женщин соответ-

ственно) сократило среднюю продолжительность жизни крыс от 85 до 58 недель. Следует отметить, что в органах экспериментальных животных отсутствовали какие-либо отчетливые гистопатологические изменения.

Согласно [13] в результате хронического эксперимента на животных, получавших в течение 2 лет воду, содержащую 10 мг/л ДОХ, не отмечены изменения в их состоянии по сравнению с контролем, за исключением несколько большей смертности первых, причина которой не установлена. Токсикологические исследования, проведенные сотрудниками Института гигиены в Праге [14] показали, что в острых опытах на крысах DL_{50} для ДОХ составила 140 мг/кг. В опытах с применением летальных и сублетальных доз хлорита натрия ($NaClO_2$), растворы которого вводили животным внутривентриально, зарегистрировано значительное содержание в крови метгемоглобина (при дозе 300 мг/кг - 53%). В подостром эксперименте, продолжавшемся 40 дней, животным давали воду, содержащую фенол в различных концентрациях и обработанную ДОХ (1,75 - 5 мг/л) и хлором (1,75 - 10-15 мг/л). Остаточные концентрации хлора и ДОХ не превышали при этом 0,2 мг/л. Ни в одном из этих тестов не удалось обнаружить различий между опытными и контрольными животными. Однако, по результатам острого опыта, авторами был сделан вывод, что ДОХ не может быть рекомендован в обычных условиях для обеззараживания воды и использовать его можно лишь как аварийное средство в тех случаях, когда нельзя обеспечить достаточной очистки воды от фенола. На основе расчетных данных авторами были рекомендованы остаточные концентрации ДОХ в питьевой воде на уровне 0,01-0,03 мг/л. Условность использованного авторами приема вызывает вполне обоснованные сомнения в столь жестком уровне предложенного норматива и, как показывает анализ результатов более поздних исследований, эти сомнения

необоснованны.

В 1970-80-х годах проведено значительное число исследований токсичности ДОХ, хлоритов и хлоратов, результаты которых в определенной степени сформировали точку зрения на потенциальную опасность этих химических соединений. Несмотря на то, что эти исследования действительно показали токсические последствия этих химических соединений, многие из них не были проведены согласно требованиям Good Laboratory Practice (GLP). Это значительно ограничивает их использование для оценки риска и разработки праворегилирующих документов. Акцентирование на действии ДОХ, хлорита и хлората связано с окисляющим воздействием на эритроциты у лабораторных животных: при высоких дозах возможна инициация гемолитической анемии и метгемоглобинемии, что объясняет снижение способности эритроцитов к переносу кислорода. Известно также о других последствиях, например, воздействии ДОХ на щитовидную железу, а ДОХ и хлорита на генеративную функцию.

Хрестоматийной отечественной работой по изучению токсичности ДОХ является исследование Фридлянда С.А. и Кагана Г.З. [15]. Авторы начали свои исследования с установления пороговых концентраций ДОХ по влиянию на органолептические свойства воды. В качестве пороговой была принята концентрация ДОХ, придающая воде запах интенсивностью 1-2 балла и обнаруживаемая в 50 % случаев - на уровне 0,45-0,40 мг/л. По аналогии с изучением действия хлора устанавливали степень поглощения ДОХ в ротовой полости и желудочном содержимом, кроме того, выясняли возможность его раздражающего действия на слизистые оболочки пищеварительного тракта. Было установлено, что в среднем в ротовой полости связывается не более 30 % первоначальной концентрации ДОХ в воде. Таким образом, выявлена возможность поступления в желудок ДОХ с питьевой водой. Для оп-

ределения степени поглощения ДОХ в желудочном содержимом использовали имеющиеся в продаже натуральный желудочный сок и профильтрованный, полученный от больных, находящихся на излечении в лечебном учреждении. Оказалось, что процесс инактивации ДОХ в желудочном соке был весьма значительным. Практически за первые 5 мин. связывалось до 93 % введенной дозы. В последующие интервалы времени интенсивность процесса поглощения ДОХ снижалась, однако после 30 минут при всех испытанных концентрациях оставались следы этого соединения, находящиеся на грани аналитического нуля. Высокая потенциальная способность связывания ДОХ в пищеварительном тракте косвенным образом свидетельствует об отсутствии возможности резорбтивного действия этого соединения на организм.

При изучении местного действия ДОХ на слизистую оболочку полости рта в результате проведенных 50 опытов было показано, что существенное повышение содержания лейкоцитов в смывах из полости рта по сравнению с фоновыми данными имело место при применении в опытах воды, содержащей ДОХ в концентрациях 10 мг/л; при 1 мг/л отмечалась та же тенденция. Дальнейшее снижение концентрации ДОХ до 0,5 мг/л количество лейкоцитов в смывах из полости рта колебалось в пределах физиологического фона.

Функциональное состояние слизистой оболочки желудка устанавливали по переваривающей способности желудка к свертыванию молока. В норме ферментативная активность пепсина сохраняется при разведении в 160 раз. В используемом авторами желудочном соке свертывание молока наблюдалось при разведении в 80 раз. Ферментативная активность пепсина снижалась в соответствии с использованной дозой ДОХ. Только при дозах 0,1 и 0,05 мг на 10 мл желудочного сока свертывание молока определялось при тех же разведениях,

что и в контроле. Авторы отмечают, что результаты опытов *in vitro* нельзя безоговорочно переносить на условия обычного питьевого режима человека с использованием воды, содержащей небольшие концентрации ДОХ, при которых трудно ожидать сколько-нибудь выраженного его влияния на переваривающую функцию желудка. Необходим был прямой опыт. В связи с этим был проведен хронический токсикологический эксперимент на 30 белых крысах. Животные 2-х опытных групп получали в течение 6 месяцев ДОХ в дозах 0,5 и 5 мг/кг веса, влияние которого на организм животных устанавливали по динамическому наблюдению за приростом веса тела, картине периферической крови, активности каталазы и церулоплазмينا, фагоцитарной активности лейкоцитов. Были определены весовые коэффициенты внутренних органов и содержание в них витамина С. Не обнаружено изменений ни по одному из тестов, которые можно было объяснить воздействием ДОХ. Колебания в составе форменных элементов периферической крови, понижение или повышение фагоцитарной активности лейкоцитов в отдельные месяцы наблюдений имели место как в опытных, так и контрольных группах животных. Отмечена лишь тенденция в уменьшении прироста массы тела у животных, получавших наибольшую из испытанных доз ДОХ - 5 мг/кг.

При патогистологическом исследовании внутренних органов у отдельных животных опытных и контрольной групп обнаружено умеренное расширение сосудов слизистой оболочки пищевода и желудка. Структура печени была сохранена, гепатоциты обычного вида, в отдельных случаях отмечалось умеренное полнокровие центральных и междолевых вен. Таким образом, и патогистологические исследования не дали оснований для суждения о воздействии ДОХ на организм подопытных животных. Обобщая результаты хронического опыта, авторы заключают, что ДОХ, даже в боль-

ших концентрациях - 0,5 и 5 мг/кг (или 10 и 100 мг/л) не обладает резорбтивным действием на организм. Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы:

Для сохранения органолептических свойств воды при обеззараживании ДОХ остаточные концентрации реагента не должны превышать 0,4-0,5 мг/л.

Концентрация ДОХ в питьевой воде, допустимая по органолептическому показателю, меньше в 10 и более раз безвредных концентраций, установленных в токсикологических исследованиях. Существующие в литературе указания о необходимости ограничения использования ДОХ для обработки питьевой воды в силу опасности для здоровья населения не имеют основания.

Изучение токсичности продуктов трансформации ядохимикатов в процессе обработки воды ДОХ, газообразным хлором и хлорамином дозами по остаточному хлору 0,3 - 1,2 мг/л в остром и подостром экспериментах показало образование более токсичных, чем исходные вещества, продуктов [16]. Например, трансформация хлорорганических пестицидов (ХОП) после обработки газообразным хлором и ДОХ повышала их токсичность. DL50 для продуктов трансформации гептахлора снизилась со 130-160 до 115-135 мг/кг. Препараты, отличающиеся низкой окислительной способностью (хлорамином), не вызывали деструкцию ХОП и образование токсичных продуктов.

Первыми установленными токсикологическими эффектами ДОХ были изменения системы гемопозза [17, 18]. Установлено формирование гемолитической анемии как результат окислительного повреждения мембраны эритроцитов [19]. Способность ДОХ окислять гемоглобин

до метгемоглобина с индукцией гемолитической анемии изучена в ряде работ [17-21]. В этих исследованиях мышей и крыс поили питьевой водой, содержащей 1-1000 мг/л ДОХ в течение длительного времени (до одного года). Эти эксперименты закончились дозами приблизительно 0,1-10 мг/кг/день для крыс и 0,18-18 мг/кг/день для мышей (1-100 мг/л), что сопоставимо с дозами, используемыми в более поздней работе [22]. Самый стойкий токсикологический эффект был связан с увеличением активности каталазы эритроцитов крыс, потреблявших воду с концентрацией ДОХ 100 мг/л, и у мышей - 10 и 100 мг/л. Такие же изменения эритроцитов наблюдали у крыс после четырех месяцев воздействия, но изменения осмотической резистентности развивались у крыс после воздействия ДОХ в концентрации 1-10 мг/л в течение девяти месяцев.

Напротив, в работе [23] констатировано, что у мышей, получавших питьевую воду с ДОХ в дозе 18 мг/кг/день в течение 30 дней, отсутствовали какие-либо сдвиги в гематологических параметрах, включая активность глюкозо-6-фосфат-дегидрогеназы, число эритроцитов, ретикулоцитов, величины гематокрита, гемоглобина и осмотической резистентности эритроцитов. ДОХ не приводил к существенным изменениям в приеме воды и пищи.

Результаты исследования влияния ДОХ на функцию щитовидной железы обезьян (зеленых африканских мартышек), проведенные в секторе токсикологии и микробиологии исследовательской

Таблица 1

Влияние ДОХ, его производных и монохлорамина на уровень тироксина у приматов [24]

| Дезинфектант или производное | Концентрация в питьевой воде мг/л (недели обработки) | | | | | |
|-------------------------------|--|--------|---------|---------|---------|---------|
| | 0 | 30 (4) | 100 (1) | 100 (4) | 400 (6) | 0 (8) ‡ |
| ClO ₂ | 4,7† | 4,9 | 4,4 | 3,5 | | 5,3 |
| ClO ₂ ⁻ | 5,0 | | | | 4,4 | 5,3 |
| ClO ₃ ⁻ | 5,3 | | | | 5,7 | |
| NH ₂ Cl | 5,3 | | | 5,8 | | |

† — уровень тироксина сыворотки (Т4) в мкг/мл

‡ — 8-я неделя восстановления.

лаборатории оценки здоровья EPA США (Цинцинатти) [24], приведены в табл. 1.

В этих экспериментах доза ДОХ была увеличена пошаговым способом, что позволило рассматривать каждое животное как собственный контроль в начале опыта и в конце 8-недельного периода восстановления после окончания эксперимента. Установлено, что 4-недельное воздействие ДОХ в дозе 30 мг/л (эквивалент 3,5 мг/кг/день) не оказывало существенного влияния на уровень тироксина сыворотки крови. После увеличения дозы до 100 мг/л в течение 1 нед (эквивалент 9,5 мг/кг/день), уровни тироксина сыворотки упали. После 4-х нед воздействия уровни тироксина снижались, составляя менее 75 % начальных величин. Спустя 9 недель после окончания эксперимента уровни тироксина сыворотки восстановились до первоначальных значений. Доза ДОХ 400 мг/л (эквивалент 25,6 мг/кг/день) в течение 6 недель воздействия приводила к снижению уровней тироксина сыворотки только на 12 %, а эквивалентные уровни воздействия хлорит-аниона фактически незначительно увеличили уровни тироксина сыворотки крови.

Действие ДОХ на щитовидную железу изучалось также в некоторых других исследованиях. Имело место значительное снижение уровня гормонов щитовидной железы у крыс и обезьян, потреблявших питьевую воду, которая содержала ДОХ в различных концентрациях [25,26]. Исходя из снижения содержания тироксина в организме лабораторных животных, установлены минимальный уровень наблюдаемого отрицательного воздействия (LOAEL) - 10 мг/кг/день и отсутствие наблюдаемого отрицательного воздействия (NOAEL) - 3 мг/кг/день.

Однако, существуют определенные трудности в интерпретации таких данных. Например, в исследовании на крысах [26], несмотря на незначительное снижение содержания тироксина, отмечен рост содержания трийодтиронина.

Это указывает на то, что обнаруженное снижение уровня тироксина не имеет существенного физиологического и токсикологического значения. Учитывая, что в аналогичных исследованиях [24, 25] не определяли уровни трийодтиронина, это затрудняет истинную оценку снижения содержания тироксина [27].

Сообщается [28], что ДОХ, возможно, изменяет метаболизм иода, что вызывает формирование йодированных органических соединений в организме. Токсикологическое значение этого явления нуждается в изучении, результаты которого могут объяснить отмеченный выше антитиреоидный эффект ДОХ. R.J.Bull [29] обобщил материалы исследований по токсикологии хлора и его заменителей (ДОХ, хлораминов, иода и др.) и их побочных продуктов, образующихся при обеззараживании питьевой воды. Результаты опытов на животных в лаборатории г. Цинциннати (США) при хлорировании большими дозами воды из поверхностных водоисточников, а также обеззараживание ее заменителями хлора, свидетельствуют об очевидности токсического воздействия хлорпроизводных на животных и возможном влиянии на здоровье человека при хлорировании питьевой воды. Однако, как утверждается в цитируемой работе, степень этого воздействия и связанного с ним риска в настоящее время не поддается оценке. Также, нет пока оснований считать, что заменители хлора менее опасны в санитарно-гигиеническом отношении. Указано, что наследственные генетические изменения (мутагенез) от воздействия обеззараживающих веществ существенно зависят от рН воды. В другой работе этого же автора [30] показано, что:

1. ДОХ или некоторые продукты его реакций, продуцируемые *in vivo*, обладают антитиреоидной активностью. Этот эффект констатирован у обезьян при концентрации диоксида хлора 100 мг/л и может представлять существенную проблему по отноше-

нию к- развивающемуся животному при более низких концентрациях.

2. Побочный продукт ДОХ – хлорит-анион инициирует гемолитическую анемию. Хотя, вероятно, для здоровых людей уровни хлорита до 5 мг/л в питьевой воде не являются критическими, некоторый риск правомерен для тех категорий населения, которые включают лиц с исключительной чувствительностью к гемолитическим агентам. Это же касается лиц, которые находятся на лечении или подвергнуты воздействию других химических соединений, которые оказывают гемолитическое воздействие.

Так как обеззараживание питьевой воды - обязательная стадия, то следует акцентировать внимание на минимизации опасности для здоровья, связанной с использованием обеззараживающих средств. В этом отношении первый шаг должен состоять в оценке потенциальной опасности, связанной с каждой альтернативой уже применяемому методу. Второй шаг рассматривается как попытка количественной оценки этих опасностей. Наконец, третий шаг должен представлять собой принятие решений, основанных на сравнении гигиенических и экономических критериев.

Токсиколого-гигиеническая оценка воздействия остаточных количеств окислителей в питьевой воде (хлора и ДОХ) и их побочных продуктов на организм теплокровных подопытных животных показала [28], что помимо тригалогенметанов обнаружено большое число побочных продуктов хлорирования, токсикологическая значимость которых не установлена. Многие из идентифицированных побочных продуктов обеззараживания воды хлором обладают мутагенными и канцерогенными свойствами. Хлорорганические соединения обнаружены в пищевом тракте подопытных животных. Однако позиция, что именно хлор является источником образования канцерогенов в питьевой воде недостаточно обо-

снована.

При обеззараживании воды ДОХ дозой 15 мг/л при дефиците кальция отмечены отрицательные воздействия на сердечно-сосудистую систему, а также нарушение обмена веществ в щитовидной железе с образованием иодоорганических соединений в тканях.

Начиная с 1990 г. в США проведена серия токсикологических исследований с целью получения данных для праворегулирующих учреждений (ВОЗ, Агентства охраны окружающей среды США /EPA USA/) относительно влияния ДОХ, хлорита и хлората на организм человека [31-33]. Акцентировано внимание на незначительные гематологические последствия, вызываемые ДОХ. Однако, большое количество других исследований не представили никаких значительных доводов о гематологических последствиях у крыс, мышей и обезьян [22, 24, 34].

В субхронических экспериментах по изучению токсичности окислителей крысы обоего пола получали различные дозы (25, 50, 100, 200, 250 мг/л) хлора, монохлорамина и ДОХ в потребляемой питьевой воде в течение 90 последовательных дней [22]. Ни одно из дезинфицирующих средств не являлось причиной преждевременной смерти при любой из используемых концентраций. Самая высокая доза хлора (250 мг/л), как установлено, не обладала никаким заметным неблагоприятным уровнем эффекта. При 200 мг/л монохлорамина (самый низкий зарегистрированный неблагоприятный уровень эффекта) установлено уменьшение веса тела и органов у крыс обоих полов, незначительное уменьшение числа эритроцитов и кальция сыворотки у самцов. ДОХ инициировал связанное с дозировкой уменьшение массы тела и органов при концентрациях 25 мг/л, но его самым существенным токсичным эффектом была индукция воспаления слизистой носовой полости при всех концентрациях.

Три самых высоких дозы ДОХ (100,

200, 250 мг/л) в 90-дневном эксперименте, вызывали дозозависимое снижение потребления воды (для обоих полов) и пищи в самой высокой дозе для самцов. Сниженное потребление воды, по мнению авторов, наиболее вероятно вызвано повышенной вкусовой толерантностью. Однако, уменьшенное потребление пищи может быть показательно из-за вызванной дезинфицирующим средством системной токсичности. При этом, констатировано уменьшение массы тела у самцов и самок (10 и 26 %, соответственно) при потреблении воды, содержащей ДОХ в концентрации 200 мг/л. Показано связанное с дозировкой сокращение абсолютных и относительных веса печени обоих полов и веса селезенки у самок. Хотя гематологические и клинические параметры не показали никаких связанных с дозировкой эффектов, изменения некоторых ферментов (АСТ, ЛДГ) у самцов позволяют предположить токсическое действие на печень.

Гистопатологические исследования позволили идентифицировать изменения назальной слизистой у животных обоего пола. Отмечена гиперплазия клеток при дозах 100 и 200 мг/л у самок и при всех дозах ДОХ у самцов. Подострое воспаление слизистой носа было значительным у самцов при 25 мг/л и у животных обоего пола при более высоких концентрациях ДОХ. Взаимосвязь этих результатов с пероральным поступлением ДОХ не установлена. По мнению авторов, носовые повреждения происходили, по-видимому, из-за ингаляции паров ДОХ или от отравления парами после питья. Вероятность такого предположения низкая, так как из питьевой воды в воздух не выделяется такое количество ДОХ [27]. За отсутствием минимального количественного уровня воздействия ингаляции ДОХ, связанного с питьевой водой, интерпретация этого изучения позволила установить LOAEL при пероральном поступлении - 25 мг/л (1,9 мг/кг/день) [22]. Авторы делают три важных вывода:

1. Концентрация окислителя, необходимого для обеззараживания потребляемой воды, зависит от его эффективности как биоцида. Таким образом, ДОХ как более сильный дезинфектант можно использовать в более низких концентрациях, чем некоторые менее эффективные агенты (хлор, хлорамин).
2. Исследование токсичности обеззараживающего средства должно учитывать токсичность побочных продуктов, образующихся в результате реакции с экзогенными природными соединениями (например, гуминовыми кислотами).
3. Относительная токсичность - не единственный фактор, который может влиять на выбор обеззараживающего средства питьевой воды.

Исследования, оценивающие последствия для развития и рождаемости, свидетельствуют о снижении числа зачатий и живых плодов у самок крыс под воздействием ДОХ в питьевой воде в количестве 10 мг/кг/день перед овуляцией и во время беременности [35]. Показана задержка в развитии нервной системы и активности движения у молодых крыс, матери которых были подвергнуты в поздних стадиях беременности воздействию воды, обеззараженной ДОХ [26, 36, 37]. Основываясь на исследованиях на крысах [26], US EPA интерпретировало оценку риска для ДОХ следующим образом: LOAEL - 14 мг/кг/день и NOAEL - 3 мг/кг/день. Однако, очевидными являются трудности оценки качества этих исследований. Во-первых, активность движения молодых крыс несоизмеримо индивидуальна, как того требует современная процедура исследований; во-вторых, результаты фиксировались только в определённые дни, что снижало их значение; в-третьих, не были проведены исследования других параметров внутриутробного развития, которые обычно исследуются при идентификации нейротоксичности.

Сообщается о сперматоцидном эффекте ДОХ у мышей, подвергнутых воздействию в дозе 16 мг/кг/день [38]. Отдельные экспериментальные работы показывают, что потребление белыми голубями - самцами питьевой воды, содержащей ДОХ в концентрации 15 мг/л

в сочетании с диетой, высоко насыщенной липидами и кальцием, сопровождалось расширением аортальных клапанов, повышением уровня холестерина и увеличением размера тромбоцитов. Это, по мнению авторов, может повышать риск сердечно-сосудистых заболеваний

Таблица 2

Результаты изучения влияния диоксида хлора (ClO_2), хлорита натрия (NaClO_2) и хлората натрия (NaClO_3) на организм животных и человека

| № п/п | Соединение | Объект | Экспозиция | Эффект | NOAEL, мг/л или мг/кг/день | LOAEL, мг/л или мг/кг/день | Источник |
|-------|------------------|--------------------|-------------------------------|---|----------------------------|----------------------------|----------|
| 1. | NaClO_2 | Крысы | Острые | Метгемоглобинемия | - | 20 | [19] |
| | | | 70 дней | Эритремия, гипоглобулинемия, уменьшение гематокрита | 10 | 100; 500 | |
| | | | До 90 дней | Эритроцитопения, гипоглобулинемия, снижение уровня глутатиона в эритроцитах | 10 | 50; 100 | |
| 2. | ClO_2 | Мыши | 30 дней | Гематологические изменения | 100 | - | [23] |
| | NaClO_2 | Мыши | 30 дней | Эритремия, гипоглобулинемия, изменение осмотической резистентности эритроцитов | 10 | 100 | |
| | NaClO_2 | Мыши новорожденные | 5-20 день через молоко матери | Уменьшение скорости роста, снижение массы тела и внутренних органов | - | 100 | |
| 3. | ClO_2 | Крысы | 12 мес. | Увеличение активности пероксидазы глутатиона | 10 | 100 | [18] |
| | | Мыши | 12 мес. | Рост активности каталазы | 1 | 10 | |
| | NaClO_2 | Крысы | 12 мес. | Гипоглобулинемия | 10 | 100 | |
| | NaClO_3 | Крысы | 12 мес. | Противоречивые гематологические изменения | - | - | |
| 4. | ClO_2 | Обезьяны | 42 дня | Уменьшение уровня тироксина | 30 | 100 | [24] |
| | NaClO_2 | Обезьяны | 42 дня | Эритропения | 100 | 100 | |
| | NaClO_3 | Обезьяны | 42 дня | Эритропения, гипоглобулинемия | 50 | 25 | |
| 5. | ClO_2 | Крысы | 14 дн. до питания молоком | Уменьшение уровня тироксина, замедленное развитие | 20 | 100 | [26] |
| | | | 5-20 дн. питания молоком | Уменьшение уровня тироксина, замедленное развитие | - | 14 мг/кг/день | |
| 6. | ClO_2 | Мыши | 5 дней | Спермицидность, мутагенность | 16 мг/кг/день | - | [38] |
| | NaClO_2 | Мыши | 5 дней | Спермицидность, мутагенность | 40 мг/кг/день | - | |
| | NaClO_3 | Мыши | 5 дней | Спермицидность, мутагенность | 40 мг/кг/день | - | |
| 7. | ClO_2 | Голубь | 90 дней | Уменьшение уровня тироксина, увеличение холестерина плазмы, размера тромбоцитов | 2 | 15 | [39] |
| | NaClO_2 | Голубь | 90 дней | Уменьшение уровня тироксина, увеличение холестерина плазмы, размера тромбоцитов | 15 | - | |
| 8. | NaClO_2 | Крысы | 8-15 дн. беременности | Меньший размер плода, увеличение числа мертворождений | 5 000 | 20 000 | [41] |

[39]. Здесь следует отметить, что риск ошибочной экстраполяции таких данных на человека достаточно высок.

Результаты экспериментальных исследований биохимических превращений ДОХ и его метаболитов [40] в контексте изучения их влияния на образование хлороформа и его влияние на организм крыс показывают следующее. Разные группы крыс поили водой, содержащей ДОХ в концентрациях 0; 10; 100 мг/л; хлорит- и хлорат-анионы в концентрациях 1 и 10 мг/л. Результаты определений содержания хлороформа в крови крыс, проведенные через 2, 10 и 12 месяцев показали, что уровень этого соединения снизился во всех группах подопытных животных. Вместе с тем, значимого снижения содержания хлороформа в печени, почках, селезенке обнаружено не было.

Мутагенный потенциал ДОХ, хлорита и хлората был оценен в экспериментах на мышах [38] в течение пяти последовательных дней. Констатировано отсутствие мутагенной активности всех соединений. Исследования мутагенности показали отрицательный результат для ДОХ, а исследования длительного употребления такой воды не констатировали канцерогенности у лабораторных животных [32]. US EPA отнесло ДОХ к категории веществ, которые «не классифицируются с точки зрения канцерогенности у человека».

Сводные данные по результатам изучения влияния диоксида хлора (ClO₂), хлорита натрия и хлората натрия на организм животных и человека представлены в табл. 2.

Выводы:

1. Результаты хронических экспериментов на лабораторных животных показали, что ДОХ, даже в больших концентрациях - 0,5 и 5 мг/кг (или 10 и 100 мг/л) не обладает выраженным токсическим резорбтивным действием на организм. Более поздние данные о влиянии ДОХ на систему

гемопоеза противоречивы и существенно отличаются у разных авторов.

2. Установлено, что ДОХ в потребляемой воде инициирует снижение содержания тироксина в организме лабораторных животных (LOAEL - 10 мг/кг/день и NOAEL - 3 мг/кг/день). Однако, в связи с незначительным уровнем снижения содержания тироксина, ростом уровня либо отсутствием данных о содержании трийодтиронина, истинная оценка снижения содержания тироксина затруднена.
3. Существующие данные острых, подострых и хронических экспериментов на лабораторных животных (мыши, крысы, обезьяны, др.) свидетельствуют об определенных сдвигах в функциональном состоянии животных (гемолиз, метгемоглобинемия) при потреблении питьевой воды, содержащей хлориты в концентрациях, которые реально в практике водоподготовки не встречаются (10, 50, 100 и даже 5000 мг/л). При этом НОАЭЛЬ хлорита натрия по данным разных авторов колеблется от 10 мг/л до 300 мг/л.
4. Следует констатировать отсутствие самостоятельных исследований влияния ДОХ и хлорита на биохимические константы сыворотки крови и уровни активности ферментов, в частности, содержащих сульфгидрильные группы. С нашей точки зрения, эти показатели являются в большей степени информативными, нежели традиционные (число эритроцитов, уровень гемоглобина), как тест-реакции на возможную окислительную деструкцию под влиянием ДОХ и хлорит-аниона.

Литература

1. Bull R.J. Key Health Issues With Alternate Disinfectants // Proc. Intern. Symp. "Chlorine Dioxide: Drinking Water Issues".- 1998.-P. 27-44.

2. Зембицкий Ф.К. Очистка химическим способом воды для питья. - Дис. на степень доктора медицины. - СПб.-1886.-86 с.
3. Хлопинь В.Ф., Добровольский К.Э. Обеззараживание питьевой воды посредством озона въ примененіи къ улучшенію водоснабженія С-Петербурга.-СПб: Тип. М-ва внутренних дел.-1907.- 44 с.
4. Aieta E., Berg J.D. A Review of Chlorine Dioxide in Drinking Water Treatment. / J.AWWA. - 1986. - V. 78, №.6. - P.62-72.
5. Lykins B.W., Goodrich J.A., Hoff J.C. Concerns with using chlorine dioxide disinfection in the USA // Aqua.-1990.- V. 39, № 6.- P. 376-386.
6. Трахтман Н.Н. Двуокись хлора в дезинфекции воды // Гигиена и санитария. - 1946. - № 10. - С.10-13.
7. Трахтман Н.Н. Окислительно-восстановительные потенциалы и бактерицидное действие хлора и хлорсодержащих соединений // Гигиена и санитария.-1949. - № 2.-С.13-19.
8. Бедулевич Т.С., Светлакова М.Н., Трахтман Н.Н. Новые данные относительно применения двуокиси хлора для обеззараживания воды // Гигиена и санитария.-1953.-№ 10.-С. 14-17.
9. Сегельман А.Л. Использование двуокиси хлора на Томском водопроводе с целью устранения хлорфенольного запаха // Гигиена и санитария .-1954.- № 10.-С.46-47.
10. Инструкция по контролю за обеззараживанием хозяйственно-питьевой воды и за дезинфекцией водопроводных сооружений хлором при централизованном и местном водоснабжении: № 723а-67: Утв. зам. Главного санитарного врача 25.11.1967/ МЗ СССР. - М., 1969.- 17 с.
11. Петренко Н.Ф., Мокиенко А.В. Диоксид хлора: применение в технологиях водоподготовки: Монография. Одесса: Изд-во "Optimum", 2005.- 486 с.
12. Haag H.B. The Effect on Rats of Chronic Administration of Sodium Chlorite and Chlorine Dioxide in the Drinking Water//Rept. to Mathieson Alkali Works.-1949.-12 p.
13. Haller J.F., Northgraves W.W. Chlorine Dioxide and Safety // TAPPI.-1955.-№ 38.-P.199.
14. Musil J. et al. Toxicological Aspects of Chlorine Dioxide Application for the Treatment of Water Containing Phenols / Scientific Papers from Institute of Chemical Technology, Prague, Czechoslovakia // Technol. of Water.-1963.-№ 8.-P.327.
15. Фридлянд С.А., Каган Г.З. Экспериментальные данные к обоснованию остаточных концентраций диоксида хлора в воде // Гигиена и санитария.- 1971.- № 11.-С.18-21.
16. Штанников Е.В., Подземельников Е.В., Степанова Н.Ю. Гигиеническое изучение трансформации ядохимикатов в процессе хлорирования воды // Гигиена и санитария.-1978.-№ 7.- С.18-21.
17. Abdel-Rahman M.S., Couri D.H., Bull R.J. Kinetics of ClO₂ and Effects of ClO₂- and ClO₃- in Drinking Water on Blood Glutathione and Hemolysis in Rat and Chicken // Jour. Envir. Pathol. Toxicol.- 1980.-№ 3.- P. 431-440.
18. Couri D.H., Abdel-Rahman M.S. Effect of Chlorine Dioxide and Metabolites on Glutathione-Dependent System in Rat, Mouse, and Chicken Blood // Jour. Envir. Pathol. Toxicol.- 1980.- № 3.-P. 451-460.
19. Heffernan W.P, Guion C., Bull R.J. Oxidative Damage to the Erythrocyte Induced by Sodium Chlorite In Vivo // Jour. Envir. Pathol. Toxicol.- 1979.- № 2.- P.1487-1493.
20. Abdel-Rahman M.S., Couri D. H., Bull R.J. Toxicity of Chlorine Dioxide .in Drinking Water // Jour. Amer. College

- of Toxicol.- 1984.- № 3.-P.-277-290.
21. Couri D., Abdel-Rahman M.S., Bull R.J. Toxicological Effects of Chlorin Dioxide, Chlorite and Chlorate // *Envir. Health Perspectives*.- 1982 .- № 46.-P.13-21.
 22. Comparative Subchronic Toxicity Studies of Three Disinfectants / Daniel F.B., Condie L.W., Robinson M. et al. / *J.AWWA*. - 1990. – V. 82, №.10. - P. 61-69.
 23. Moore G.S., Calabrese E.J. The Effects of Chlorine Dioxide and Sodium Chlorite on Erythrocytes of A/J and C57BL/J Mice // *Jour. Envir. Pathol. Toxicol.*-1980.-№ 4.- P.513-520.
 24. Subchronic toxicity of chlorine dioxide and related compounds in drinking water in the nonhuman primate / Bercz J.P., Jones L., Garner L. et al. // *Environ. Health Perspect.*- 1982.- № 46.- 47-55.
 25. Harrington R.M., Schertzer H.G., Bercz J.P. Effects of chlorine dioxide on thyroid function in the African green monkey and the rat // *Jour. Toxicol. Envir. Health.*- 1986.-№ 19.-P.23-30.
 26. Effects of Chlorine Dioxide on Thyroid Function in Neonatal Rats / Orme j., Taylor D.H., Laurie, R.D.et al. // *Jour. Toxicol. Envir. Health.*- 1985.- № 15.- P.304-310.
 27. Lipiak D., Drouot N. Skutki zdrowotne zastosowania ClO2 do dezynfekcji wody pitnej // IV Międzynarodowa Konferencja “Zaopatrzenie w wodę, jakość i ochrona wod”. – Krakow-Poznan (Poland). - 2000. – P.79-96.
 28. Condie L.W., Bercz J. Health effects of drinking water disinfectants and disinfection by-products // *Trace Subst. Environ. Health.-XX: Proc. Univ. Mo. 20th Anna Conf.*- Columbia, Mo.- 1986.- P.139-153.
 29. Bull R.J. Health effects of drinking .water disinfectants and disinfectant by-products// *Environ. Sci. and Technol.*- 1982.-16, № 10.- 554-559.
 30. Bull R.J. Toxicological problems associated with alternative methods of disinfection // *J. AWWA*.- 1982.- V.74, № 12.- P.642-643.
 31. United States Environmental Protection Agency (US EPA) Draft Drinking Water Health Criteria Document for Chlorine Dioxide, Chlorite and Chlorate.- Office of Science and Technology.- Office of Water.- USA.- 1996.
 32. WHO Guidelines for drinking water quality.- 2nd ed..- Vol.1. Recommendations.-World Health Organisation.- Geneva.- 1993.
 33. WHO Guidelines for drinking water quality.- 2nd ed..- Vol.2.- Health criteria and other supporting information.- World Health Organisation.- Geneva.- 1996.
 34. Moore G.S., Calabrese E.J., Leonard D.A. Effects of chlorite exposure on conception rate and litters of A/J strain mice // *Bulletin Environ. Contam. Toxicol.*-1980.-№ 25.-P.689-697.
 35. Suh D.H., Abdel-Rahman M.S., Bull R.J. Effects of chlorine dioxide and its metabolites in drinking water on faetal development in rats // *Jou. Appl. Toxicol.*-1983.- № 3.-P.75-80.
 36. Taylor D.H., Pfohl R.J. Effects of Chlorine Dioxide on the Neurobehavioral Development on Rats // *Water Chlorination Environmental Impact and Health Effects*.- 1985.- V. 5.- P.355-364.
 37. Toth G.P., Long, R.E., Smith M.K. Effects of chlorine dioxide on the developing rat brain // *Jour. Toxicol. Envir. Health.*- 1990.- № 31.-P.29-36.
 38. Evaluation of Chemicals Used for Drinking Water Disinfection for Production of Chromosomal Damage and Sperm-head Abnormalities in Mice / Meier J.R. et al. // *Envir. Mutagen.*- 1985.- № 7.-P.201-210.
 39. Relationship of Drinking Water Disinfectants to Plasma, Cholesterol, and Thyroid Hormone Levels in

- Experimental Studies/ Revis N.W. et al. // Proceedings of the National Academy of Sciences USA.- 1986.- № 83.-P.1485-1491.
40. Suh D.H., Abdel-Rahman M.S., Bull R.J. Biochemical interactions of chlorine dioxide and its metabolites in rats // Arch.Environ.Contam.and Toxicol.-1984.-13, № 2.-P.163-169.
41. Assessment of Maternal Toxicity, Embryotoxicity and Teratogenic Potential of Sodium Chlorite in Sprague-Dawley Rats /Couri D. et al. / / Envir. Health Perspectives, 1982.- Vol. 46.- P.25-30.

Резюме

**АНАЛІЗ РИЗИКІВ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я
НАСЕЛЕННЯ ПИТНОЇ ВОДИ,
ЗНЕЗАРАЖЕНОЇ ДИОКСИДОМ ХЛОРУ
(ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ І ОСОБИСТИХ
ДОСЛІДЖЕНЬ)**

*Мокієнко А.В., Петренко Н.Ф.,
Гоженко А.І.*

Проаналізовано данні літератури і особистих досліджень щодо безпечності питної води, знезараженої диоксидом хлору. Показана відсутність самостійних досліджень щодо вивчення впливу диоксиду хлору і хлориту на біохімічні кон-

станти сироватки крові і активність ферментів. Вказано, що ці показники є у більшій мірі інформативними, ніж традиційні (число еритроцитів, рівень гемоглобіну) як тест-реакції на можливу окислювальну деструкцію під впливом диоксиду хлору і хлорит-аніону.

Summary

**THE ANALYSIS OF RISKS FOR HEALTH
OF THE POPULATION OF THE POTABLE
WATER DISINFECTED OF CHLORINE
DIOXIDE (THE REVIEW OF THE
LITERATURE AND OWN RESEARCHES)**

*Mokienko A.V., Petrenko N.F.,
Gozhenko A.I.*

The given literatures and own researches about safety of the potable water disinfected of chlorine dioxide are analyzed. Absence of independent researches of chlorine dioxide and chlorite influence on biochemical constants of blood whey and levels of enzymes activity ascertained. It is specified, that these parameters are in the greater degree informative, rather than traditional (erythrocyte number, level of hemoglobin) as tests - reactions on possible oxidizing destruction under influence of chlorine dioxide and chlorite anion.