

УДК 504.75.05 (045)

Г.І. Архіпова, к. т. н., доц.  
А.О. Падун, к. т. н., доц.  
К.Т. Погосова, магістр

## ВПЛИВ ЛЕТКИХ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК ЛАКОФАРБНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОРГАНІЗМ ПРАЦІВНИКІВ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

Національний авіаційний університет  
E-mail: liberty 18@ukr.net

*Подано опис причин забруднення повітря робочої зони промислових підприємств. Визначено механізм дії летких органічних сполук лакофарбних матеріалів на організм працівників підприємств.*

*Подано описание причин загрязнения воздуха рабочей зоны промышленных предприятий. Определен механизм действия летучих органических соединений лакокрасочных материалов на организм рабочих предприятий.*

*In article describes the reasons of air contamination in working area of industrial enterprises, defines main ways of incoming and mechanism of action of volatile organic compounds of paintwork material on the organisms of workers.*

### Постановка проблеми

У процесі трудової діяльності значна кількість чинників негативно впливає на організм працівників. Одним з них є лакофарбові матеріали (ЛФМ) [1].

Традиційні ЛФМ містять розчинники у вигляді летких органічних сполук, які застосовуються для розчинення плівкоутворювальних речовин, а також для розбавлення ЛФМ до робочої в'язкості перед нанесенням на поверхню, яка забарвлюється.

З гігієнічного погляду одним із суттєвих недоліків таких матеріалів є небезпека емісії летких органічних сполук у процесі експлуатації.

Розчинниками залежно від призначення фарби можуть бути:

- бензин (прозора безбарвна, легкозаймиста рідина з характерним запахом, продукт перегонки нафти);
- скипидар (складна суміш вуглеводнів, переважно терпенів);
- уайт-спірит (бензин суміш рідких аліфатичних та ароматичних вуглеводнів, які отримують прямим перегананням нафти з додатковим гідрочищенням);
- сольвент (суміш ароматичних вуглеводнів з малим вмістом нафтенів, парафінів і циклічних вуглеводнів):
  - ацетон;
  - ксилол (за ступенем дії на організм ксилол належать до третього класу безпеки);
  - толуол;
  - етилбензол;
  - чотирихлористий вуглець.

Такі речовини здатні спричинити негативну дію на організм людини. Через легені та шкіру ця отрута потрапляє у кров, нагромаджується в організмі людини, викликає алергічні та інші захворювання [2].

Однак і після випаровування розчинники завдають значної шкоди: спочатку вони стають складовою міського смогу, потім піднімаються вище й руйнують озоновий шар [3].

Нині розроблено регламенти на застосування полімерних та синтетичних матеріалів. Але ці регламенти розроблено лише для ізольованого щодо їх використання та без уваги їх комплексного впровадження [4].

### Аналіз досліджень і публікацій

Інформації про токсико-гігієнічні характеристики сучасних ЛФМ мало. У деяких публікаціях висвітлюється токсичність окремих складників лакофарбових композицій.

Переважну більшість робіт, які стосуються гігієнічних аспектів застосування ЛФМ, присвячено гігієні праці професійних малярів [2].

Дослідження у цьому напрямі провели впродовж 80–90-х років американські вчені Вейн Р. Отт та Джон В. Робертс. Вони запропонували певний час носити на собі невеликі й легкі спеціальні портативні пристрої, які показують, де і коли впливали на організм небезпечні речовини та яка їх концентрація.

Вейн Р. Отт і Джон В. Робертс виявили [5]:

- найінтенсивніший контакт з токсичними речовинами відбувається у приміщенні;

– на відкритому повітрі токсичні речовини швидко розсіюються, та й їх там менше, оскільки природоохоронні органи контролюють викиди транспорту та промислового виробництва.

У 1973 р. І.І. Соловійова та Т.В. Савина описали вплив летких органічних сполук на нервову систему. У тому ж році Г.М. Кузнєцова дослідила вплив летких речовин, які виділяються з полімерних матеріалів на організм тварин.

Цим питанням займалися також Навроцький (1957 р.), Стояновський (1966 р.), Брусиловський (1973 р.) та інші вчені [4].

Токсико-гігієнічні дослідження показали, що 60 % з 10 найменувань ЛФМ справляють місцево-подразнювальну дію, 20 % мають шкірно-резорбтивну та алергенну активність [4].

Таким чином, наведені дані підтверджують потребу в розробленні та впровадженні в практику системи безпечного застосування ЛФМ на виробництві [2].

**Мета роботи** – визначення головних шляхів надходження летких органічних сполук в організм людини.

Небезпечні властивості ЛФМ можуть виявлятися в процесі виготовлення, зберігання, транспортування, нанесення та експлуатації покриття.

З усіх несприятливих факторів, які притаманні ЛФМ, є хімічний [4]. Рівень міграції токсичних речовин із лакових покриттів вищий порівняно з емальми та фарбами [5].

Хімічні речовини, які входять до складу ЛФМ, можуть впливати на організм людини, проникаючи крізь дихальні шляхи, шкіру і травний тракт. Крізь дихальні шляхи разом з повітрям потрапляють в організм пари та фарбовий аерозоль.

Деякі леткі речовини починають усмоктуватися уже в верхніх дихальних шляхах. Однак більшість таких речовин найповніше всмоктується в легенях.

Проникнення летких речовин в організм відбувається за законами дифузії.

Через дихальні шляхи потрапляють в організм пара хлорпохідних вуглеводнів, спиртів, леткі сполуки сірки, азоту, фосфору, арсену, сірковуглець, синильна кислота, ацетон, бензин, діетиловий ефір, формальдегід тощо. З повітрям у дихальні шляхи можуть проникати аерозолі. 80–90 % великих частинок аерозолів (діаметром до 10 мкм) затримуються у верхніх дихальних шляхах, а в альвеолярну ділянку потрапляє 70–90 %

частинок діаметром 1–2 мкм. Нерозчинні у воді частинки у разі потрапляння у дихальні шляхи виділяються з мокротою, а розчинні аерозолі можуть усмоктуватись усією поверхнею дихальних шляхів. Частина цих речовин зі слиною надходить у шлунок [6].

Одним із наслідків, пов'язаних із вдиханням летких розчинників, є смерть від задухи. Приймання речовин із групи розчинників нерідко викликає явища ступору, депресію, дратівливість, подразнення очей, постійний нежить, бронхіт. Описано випадки делірію, стан марення з галюцинаторними порушеннями [5].

Головним органом виведення з організму летких рідин і газоподібних речовин є легені, які мають велику пружність пари за температури людського тіла. Ці речовини легко проникають з крові в альвеоли крізь їх мембрани і виділяються з організму з повітрям, що видихається.

Таким шляхом виділяються з організму в незміненому вигляді оксид вуглецю, сірководень, етиловий спирт, діетиловий ефір, ацетон, бензол, бензин, деякі хлорпохідні вуглеводів, а також леткі метаболіти деяких отруйних речовин (бензолу, чотирихлористого вуглецю, метилового спирту, етиленгліколю, ацетону тощо) [6].

У разі потрапляння на шкіру ЛФМ проявляють місцево-подразнювальні пошкодження, а їх компоненти можуть проникати в організм і викликати загальнотоксичні ефекти. Через непошкоджену шкіру людини в організм проникають до 70% хімічних речовин.

У травний тракт шкідливі речовини потрапляють через заковтування пари, пилу, брудні руки під час приймання їжі, палінні, а також завдяки міграції компонентів ЛФМ у середовища контактної взаємодії (воду, харчові продукти). Це вимагає здійснення санітарно-епідеміологічного нагляду на всіх етапах контакту людини з ЛФМ, їх компонентами та допоміжними матеріалами [1].

### **Забруднення повітря робочої зони підприємства**

Під час ґрунтування й фарбування виробів, просушування пофарбованих поверхонь у повітря виробничих приміщень надходять пари розчинників і розріджувачів ЛФМ, компоненти плівкоутворювальних речовин, пігментів тощо. Майже всі леткі компоненти, що складають фарбу, належать до категорії токсичних. Вміст шкідливих домішок у повітрі робочої зони залежить не тільки від фізико-хімічних властивостей,

рецептури ЛФМ і розчинників, але й від організації технологічного процесу фарбування, засобів нанесення й умов сушіння по фарбованих поверхнях виробів, їх розмірів, відсутності чи наявності вентиляційних установок і їх ефективності.

Під час ручного механізованого фарбування внаслідок розпилювання ЛФМ спостерігається виділення шкідливих речовин у двох станах: пароподібній і гідроаерозольній.

При цьому повітря приміщень забруднюється фарбовим аерозолем, що складається з твердих частинок фарби, покритих зовні плівкоутворювальними компонентами і розчинниками. У разі недотримання необхідних заходів можуть статися професійні отруєння внаслідок потрапляння в організм пари розчинників і фарбувального аерозолу [2].

### **Механізм дії летких органічних сполук на організм людини**

Компоненти органорозчинних ЛФМ є причиною гострих та хронічних отруєнь під час нанесення покриття та подальшого процесу полімеризації плівки [5]. У працівників, задіяних у процесі нанесення лакофарбових покриттів у разі довготривалої дії низьких концентрацій розчинників, спостерігаються ураження нервової системи у вигляді, як периферичних поліневропатій, так і вегето-сенсорних поліневритів.

Під час огляду групи хворих, які працюють в лакофарбовій промисловості, в неврологічному статусі відзначилися [2]:

– симетрично виражені порушення всіх видів чутливості;

– анизорефлексія, яка часто супроводжувалася підвищеною рефлексорною збудливістю, зниженням температури шкіри, в'ялістю м'язів.

Під час епідеміологічних досліджень з вивчення поширеності анемічних реакцій у жінок, які контактують з органічними розчинниками, виявили часті порушення менструального циклу, доброякісні пухлин матки та придатків. У жінок-маларів спостерігаються порушення всіх ланок нейроендокринної регуляції. Саме дисфункція вегетативно-ендокринної регуляції розглядається як один з найбільш ранніх симптомів токсичної дії органічних розчинників [5].

Характеристику токсичності деяких шкідливих речовин, які входять до складу ЛФМ, наведено у таблиці.

Розріджувачі фарб, які за своєю природою є леткими органічними сполуками, викликають генералізовані системні зміни в організмі піддослідних тварин у разі інгаляційного хронічного впливу [1].

Для поліпшення експлуатаційних властивостей до складу лакофарбових покриттів додають пластифікатори. Одним із поширених пластифікаторів є дибутилфталат. Під час експлуатації лакофарбового покриття можлива довготривала його міграція в навколишнє середовище.

Експериментальні дослідження в умовах тримісячного інгаляційного отруєння показали, що в концентраціях 0,25 та 1,0 мг/м<sup>3</sup> дибутилфталат зумовлює зміни в центральній нервовій системі, легенях, печінці, нирках, які мають дистрофічний та запальний характер.

Для виготовлення та розведення деяких олійних та алкідних ЛФМ використовують натуральні та синтетичні оліфи.

Найбільш значущими з компонентного складу оліф є леткі інгредієнти — органічні вуглеводні розчинники:

- стирол;
- ксилол;
- дифеніловий ефір;
- триметилбензол;
- бензин;
- скипидар.

Оліфи мають помірну здатність викликати гіперчутливість сповільненого типу та резорбтивні властивості. Наявність органічних розчинників зумовлює функціональні зрушення в організмі піддослідних тварин у разі підгострого отруєння.

Водорозчинні фарби порівняно з органорозчинними менш токсичні, але в їх рецептуру входять важкі метали, розчинники для прискорення висихання та інші токсичні добавки. Навіть сучасні модернізовані латексні фарби містять ксилол, метиленхлорид і тетрахлорид вуглецю, які негативно впливають на серцево-судинну та дихальну системи [5].

### **Висновки**

У разі нерегулярного провітрювання виробничих приміщень найчастіше застосовують системи штучної вентиляції та кондиціонування. Вони можуть бути передбачені проектом будівлі промислового підприємства або ж встановлюються його власниками.

## Характеристика токсичності шкідливих речовин

Речовина	Характеристика	Токсичність	ГДК, мг/м <sup>3</sup>
Розчинники			
Ацетон CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub>	Розчиняється у воді	Рідина з фруктовим запахом. Наркотик. Викликає подразнення слизових оболонок очей і дихальних шляхів за концентрації 1200 мг/м <sup>3</sup>	200
Бензин (у т.ч. уайт-спірит)	Складна суміш аліфатичних і ароматичних вуглеводнів. Розчиняється у воді для різних бензинів в межах 0,0213–0,597%	Рідина з характерним запахом. Може спричинити різноманітні ураження нервової системи. Характер хронічних отруєнь здебільшого визначається наявністю ароматичних вуглеводнів. У разі тривалого контакту можуть зумовлювати дерматити	100–300 у перерахунку на вуглець
Вуглець чотири-хлористий CCl <sub>4</sub>	Не розчиняється у воді	Безкольорова рідина. Наркотик. За будь-якого шляху потрапляння в організм спричиняє ураження печінки, нирок, альвеолярних мембран і судин легень	20
Ксилол C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Не розчиняється у воді	Рідина зі своєрідним запахом. Наркотик. Спричиняє подразнення кровоутворювальних органів, шкірні захворювання, екземи. Хронічні отруєння за концентрації 400–1300 мг/м <sup>3</sup>	50
Скипидар	Суміш терпенових вуглеводнів. Не розчиняється у воді	Рідина з різким запахом. Спричиняє запалювальні захворювання нирок. Діє на шкіру. Збуджує центральну нервову систему. Пара подразнює слизові оболонки очей і дихальних шляхів	300 у перерахунку на вуглець
Сольвенти	Складна суміш ароматичних вуглеводнів: ізомерів ксилолу 60%, толуолу, триметилбензолів	Рідина з характерним запахом. Наркотик. Легке подразнення кровоутворювальних органів	100 у перерахунку на вуглець
Толуол C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>3</sub>	Розчинність у воді 0,06% за 16 С°	Рідина з характерним запахом. Наркотик. Спричиняє нервовий розлад і подразнювальну дію на шкіру. Хронічні отруєння відзначені за концентрації 200–2000 мг/м <sup>3</sup>	150/50
Плівкоутворювальні речовини			
Вінілхлорид CH <sub>2</sub> =CHCl	Розчинність у воді 1%	Безкольоровий газ з хлороформним запахом. Спричиняє зміни маси печінки, нирок, мозку, легень. Має канцерогенну дію	5/1
Стирол C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH=CH <sub>2</sub>	Не розчиняється у воді	Рідина з характерним запахом. Високотоксична речовина. Наркотик. Спричиняє сильне подразнення слизових оболонок, зміни у кровоутворюючих органах, печінці, шлунково-кишковому тракті, шкірних покривів	30/10

Речовина	Характеристика	Токсичність	ГДК, мг/м <sup>3</sup>
Фенол C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	Добре розчиняється у воді, дуже добре – у гарячій воді	Кристалева речовина. Переходить у рідинний стан при додаванні у незначній кількості води. Технічний фенол (карболова кислота), червоно-бура, іноді чорна глейка рідина. У разі потрапляння на шкіру викликає опіки. Порушує дихальних функцій. Має місцево-роздратувальну дію. Уражає центральну нервову систему, печінку, великі артерії	0,3
Формальдегід НСОН	Добре розчиняється у воді	Отруйний і подразнювальний газ. Має різкий запах. Сильно діє на центральну нервову систему. Спричинює подразнююче дію на слизові оболонки верхніх дихальних шляхів і очей. Викликає шкірні ураження	0,5
Затверджувачі			
Гексаметилендіамін NH <sub>2</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> NH <sub>2</sub>	Добре розчиняється у воді	Дуже токсичний. Має подразнювальну дію на слизові оболонки очей і дихальних шляхів. Викликає шкірні захворювання і зміни у складі крові. Діє на центральну нервову систему. Змінює склад периферичної крові	0,5
Етилендіамін H <sub>2</sub> NCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> NH <sub>2</sub>	Зміщується з водою	Безбарвна олієподібна рідина з аміачним запахом. Спричинює подразнення шкіри, зміни в бронхах, слизовій носоглотки, вегетосудинні порушення, функціональні порушення печінки, нирок. Впливає на центральну нервову систему. Чинить алергенну дію	2
Пігменти і спеціальні домішки			
Алюміній, алюмінію оксид Al, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	–	Уражає головним чином легені. Подразнює слизові оболонки очей, носа, рота, статевих органів. Спричинює ураження шкіри, запалення лімфатичних шляхів і залоз	6 (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) у вигляді аерозолу дезінтеграції
Кадмію сполуки	–	Діють в першу чергу на органи дихання і шлунково-кишковий тракт. Резорбтивна дія проявляється в ураженні центральної і периферичної нервової систем, внутрішніх органів, головним чином, серця, нирок, печінки, скелетних м'язів і кісткових тканин	0,05/0,01
Ртуті неорганічні сполуки	–	Спричинюють ураження центральної і периферичної нервової системи, дистрофічні зміни нирок і печінки, порушення секреторної функції шлунку, зміни серцевої діяльності	0,2/0,05 (за ртуттю)
Свинець та його неорганічні сполуки	–	Спричинюють зміни в складі крові. Уражають нервову систему, нирки, печінку та інші органи. Дії різноманітних сполук свинцю схожі. Ступінь токсичності їх залежить від розчинності у рідинах організму	0,01/0,005 (за свинцем) [7]

Системи штучної вентиляції постачають виробничі приміщення свіжим повітрям. Залежно від складності пристрою повітря може зазделегідь підігріватися, охолоджуватися, зволожуватися й очищуватися від пилу за допомогою фільтрів.

Однак при цьому повітря втрачає негативно заряджені іони, що містяться в ньому і позитивно впливають на здоров'я людини. Тому замість фільтрування для видалення газоподібних домішок часто використовують озонатори.

Озон – найсильніший з природних окиснювачів. Він руйнує більшість летких органічних сполук, а за концентрації близько 0,1 мг/м<sup>3</sup> також значно зменшує кількість бактерій, грибків і цвілі, тим самим знезаражуючи повітря. Під час цього протягом півгодини озон перетворюється у звичайний кисень.

Повітряочишувач за допомогою фотокаталізу одночасно виконує відразу тривірневу обробку повітря: іонізацію, озонацію, усунення забруднень (знищення мікробів).

Іонізатор, вбудований в прилад, зменшує токсичність і очищає повітря від пилу та мікробів. Озонатор моделює природні процеси, видаляє запахи, надаючи повітрю свіжість.

## Література

1. *Бирюков Б.В.* Реакции организма человека на воздействие опасных и вредных производственных факторов: справ.: в 2 т. / Б.В. Бирюков. – М.: Изд-во стандартов, 1991. – 292 с.

2. *Штеренгарц Р.Я.* Гигиена труда в производствах по нанесению лакокрасочных покрытий / Р.Я. Штеренгарц. – М.: Медицина, 1974. – 139 с.

3. *Загальна гігієна з основами екології: підруч.* / В.А. Кондратюк, В.М. Серегета, Б.Р. Бойчук та ін. / за ред. Кондратюка. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2007. – 592 с.

4. *Шефтель В.О.* Токсикология полимерных материалов / В.О. Шефтель, Н.Е. Дышиневиц, Р.Е. Сова. – К.: Здоровье, 2004. – 216 с.

5. *Лобуренко А.П.* Исследование нейротоксичности лакокрасочных материалов / А.П. Лобуренко, Э.А. Бормусова, И.В. Серди // Тез. докл. науч. конф. "Актуальные проблемы токсикологии". – К., 1999. – С. 56.

6. *Шляхи* проникнення, розподіл у організмі, зв'язування та виділення отрут // Надзвичайна ситуація. – 2005. – №1 (січень). – Режим доступу до журналу:

<http://mns.gov.ua/showarticle.php?doc=pressa/ns/2000/1/p36-42.ua&p=1>

7. *Державні санітарні правила і норми застосування лакофарбових та допоміжних матеріалів на транспорті.* ДСанПіН 7.7.5-01-3-99: Постанова Першого заступника Головного державного санітарного лікаря України 09.02.1999 N 13.

<http://lawua.info/bdata1/ukr1980/pg-2.htm>

Стаття надійшла до редакції 23.09.09.