

УДК 677.494.017.85

**В.Г. Здановський**, д-р техн. наук

Міжнародний науково-технічний університет, м. Київ, Україна

**Н.М. Денисова**, канд. техн. наук

Чернігівський державний технологічний університет, м. Чернігів, Україна

## **АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОГО ДОСВІДУ ЩОДО ЗНИЖЕННЯ ШКІДЛИВОГО ВПЛИВУ ЗАБРУДНЕНОСТІ ПОВІТРЯ НА ЗДОРОВ'Я ФОРМУВАЛЬНИКІВ ПОЛІАМІДНОЇ ПРОДУКЦІЇ**

*На основі досліджень санітарно-гігієнічних умов праці виробництва поліамідних ниток запропоновано комплекс методів з охорони праці, що дозволяє знизити небезпеку підвищених концентрацій шкідливих речовин у повітрі формувальних ділень.*

### **Вступ**

Розглядаючи з позицій охорони праці виробництво поліамідних ниток встановлено існування небезпеки підвищених концентрацій низькомолекулярних сполук у повітрі робочої зони апаратників формування.

Актуальність досліджень щодо виділень забруднюючих низькомолекулярних сполук (НМС) капролактаму та його олігомерів обумовлена підвищеними рівнями захворюваності органів дихання апаратників формування поліамідних ниток на фоні майже чотириохватного перевищення ГДК ( $\text{ГДК}_{\text{укр.}} = 10 \text{ мг/м}^3$ ) [1].

Тому метою роботи є зниження шкідливого впливу капролактаму та зменшення рівня захворюваності працюючих на основі покращення санітарно-гігієнічних умов праці. Важливим завданням на цьому шляху є досягнення стандарту ЄС зі вмісту аерозолі КЛ у повітрі робочої зони, що становить  $5 \text{ мг/м}^3$ .

### **Методи досліджень**

Для контролю параметрів повітряного середовища використана стандартна методика ДСН – 3.3.6.042-99. Контроль технологічних параметрів виробничого процесу та якісних характеристик ниток проводився за методиками ДСТУ ГОСТ 2263-2002. Зони ежекції та турбулентності в обдувній шахті досліджувалися за допомогою направленої потоку мильних бульбашок. Для експериментальних досліджень виділень НМС та їх розподілу в повітрі робочої зони розроблений точковий метод оцінки. Результати експериментів обраховувалися методами математичної статистики та системного аналізу (двофакторний дисперсійний аналіз впливу відстані та часу знаходження апаратників у забрудненій зоні, метод найменших квадратів для розробки математичних моделей виділень забруднюючих речовин та прогнозного керування потоком повітря, метод математичного лінійного програмування з пошуком мінімальних значень для знаходження безпечних мінімально забруднених зон). Використовувалися комп'ютерні програми Microsoft Excel, Calc із пакету Open Office та MathCad.

### **Аналіз та обговорення результатів експериментальних досліджень**

Для оцінки впливу концентрації капролактаму в повітрі робочої зони ділень формування на захворюваність органів дихання апаратників розроблено комплексний підхід до створення безпечних та здорових умов праці, що базується на результатах моніторингу забрудненості повітря робочої зони, завантаженості виробництва та захворюваності (рис.1).



Рис. 1. Динаміка захворюваності органів дихання апаратників формування, забрудненості повітря робочої зони та навантаженості виробництва

Обробка даних ВАТ „Чернігівське хімволокно” за 2003-2008 рр. показала, що захворюваність органів дихання працюючих прямо пропорційна концентрації капролактаму в повітрі ( $C_{\text{кл}}$ ):

$$\zeta = a + b \cdot C_{\text{кл}}, \quad (1)$$

де  $\zeta$  – питомий показник захворюваності (кількість захворювань органів дихання в перерахунку на 100 чоловік за рік);

$a, b$  – постійні.

При чому  $a$  – визначає відносно постійну кількість хвороб органів дихання, що не залежать від виробничих умов,  $b \cdot C_{\text{кл}}$  – критерій збільшення кількості захворювань, обумовлених дією підвищених концентрацій шкідливих речовин в повітрі, впливаючи на нього можна не тільки зменшити кількість захворювань органів дихання, але й отримати суттєвий економічний ефект.

З коефіцієнтом кореляції 0,85 представлена залежність має вигляд:

$$\zeta = 44,84 + 8,53 \cdot C_{\text{кл}}, \quad (2)$$

Таким чином, зменшення концентрації на  $1,0 \text{ мг/м}^3$  зменшує кількість захворювань органів дихання працівників на 16 % від загальної кількості.

У результаті проведених досліджень виявлено, що зменшення виділень НМС з обдувних шахт є необхідною, але недостатньою умовою безпеки праці апаратників формування. Для повного рішення цього питання необхідне комплексне рішення, що включає до себе не тільки технологічний шлях зменшення небезпеки у джерелі виникнення забруднення, але й реконструкцію систем вентиляції (загальної та місцевої), скорочення часу робочої зміни, розташування пункту керування обладнанням у зонах з мінімальною забрудненістю повітря, використання стимулюючих пристроїв для використання засобів індивідуального захисту органів дихання (ЗІЗОД) працюючих.

Визначення небезпеки перебування апаратників у робочій зоні, з урахуванням розподілу в ній забруднень, виконано за допомогою розробленого точкового методу оцінки виділень НМС [2]. Обробка даних проведена з використанням двохфакторного дисперсійного аналізу, де в якості факторів були обрані відстань та час перебування апаратника в небезпечній зоні, а параметром функції відклику – накопичення осаду на зразках-індикаторах. Аналіз показав, що найбільш небезпечна зона розташована на відстані до 0,5 м від переднього краю короба обдувної шахти. На цій ділянці накопичення забруднення збільшується приблизно на 10% за кожну годину. Оскільки робота апаратника сконцентрована саме на цій відстані, то необхідно використання ЗІЗОД та, в залежності від конкретних умов виробництва, скорочення часу робочої зміни.

Вибір мінімально забруднених зон для перебування апаратника виконано шляхом використання результатів досліджень за точковою методикою, де точки вимірювань розміщувались по всій ділянці. Отримані в результаті експериментальних досліджень

дані оброблялись методом лінійного програмування з пошуком мінімальних наскрізних потоків [3]. Визначено, що оптимальним розташуванням пункту керування обладнанням є зона, в яку поступає в 1,5 рази менше забруднень, ніж у середньому по дільниці, та в 6,5 разів менше, ніж у зоні максимальних виділень, – це точка 12.

Прогнозування об'ємів повітря, що нагнітається загальною вентиляцією, виконано з використанням точкової методики оцінки виділення забруднень. Оскільки особливістю припливно-витягувальної вентиляції дільниць формування є добавлення обдувного повітря до нагнітального, то для розрахунків використана залежність вигляду:

$$C_{кл} = \frac{\overline{\Sigma q_i} \cdot n \cdot k \cdot S_{ш}}{S_{зр} \cdot (V_{пр} + V_{ш} \cdot n)}, \quad (3)$$

де  $\overline{\Sigma q_i}$  – середня вага осаду на зразках-індикаторах;

$n$  – кількість обдувних (працюючих) шахт;

$k$  – коефіцієнт перерахунку даних точкового методу в концентрацію НМС, що визначена за стандартною методикою (в умовах експерименту  $k=2,17$ );

$S_{ш}$  – площа передньої поверхні короба обдувної шахти,  $m^2$ ;

$S_{зр}$  – площа поверхні зразка,  $m^2$ ;

$V_{пр}$ ,  $V_{ш}$  – об'єм повітря, що подається на дільницю та окреме робоче місце відповідно,  $m^3/год$ .

При відомих значеннях  $\overline{\Sigma q_i}$ ,  $n$ ,  $V_{ш}$  наведена залежність дозволяє розрахувати номограму (рис.2) для визначення  $V_{пр}$  для забезпечення заданої концентрації НМС при будь-яких змінах технологічних параметрів, кількості працюючих місць та асортименту ниток.

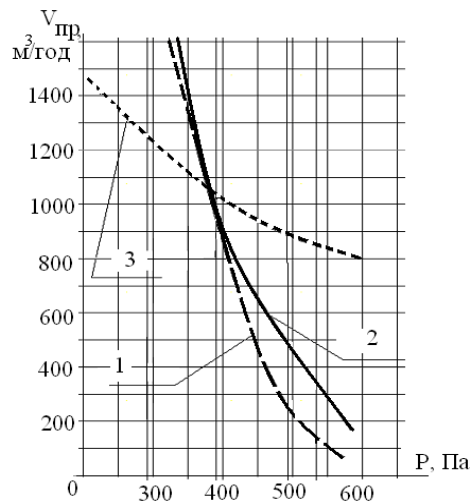


Рис.2. Номограма необхідного повітрообміну залежно від умов охолодження із забезпеченням  $C_{кл}=ГДК/2$

Виходячи з наведеного, при підвищенні  $t_{ф}$  до  $567 K$  концентрація НМС збільшується на всіх рівнях технологічних параметрів, крім  $P = 294 Pa$ , а залежність від тиску обдувного повітря ( $P$ ) на всьому діапазоні зменшується. Тому зміна притоку при цій температурі невелика. При  $t_{ф} = 555 K$ , особливо при  $t_{ф} = 548 K$ , зниження тиску  $P$  викликає зростання концентрації  $C_{кл}$ , що потребує значного збільшення повітрообміну.

При використанні наведеної методики на інших підприємствах по випуску анідних, поліефірних та поліамідних ниток іншої лінійної щільності кількісні значення факторів, що впливають на приток повітря, повинні бути відкориговані.

Впровадження розроблених методів у виробництво дозволяє знизити концентрацію забруднюючих речовин (капролактаму) в повітрі формувальних дільниць на  $\Delta C_{кл} = 43 \%$  (розраховано згідно з залежністю (3)), досягти рівня міжнародних стандартів зі

вмісту аерозолі капролактаму у повітрі робочої зони  $5 \text{ мг/м}^3$ , а захворюваність органів дихання працівників зменшити на  $\Delta\zeta=28\%$  (розраховано згідно з залежністю (2)).

Знайдені рішення можуть бути використані не тільки у виробництві поліамідних ниток інших асортиментів, але й у виробництві поліефірних, анідних та інших синтетичних ниток, що формуються за аналогічною розплавною схемою, та використані для поліпшення техніко-економічних та екологічних показників закритих обдувних шахт формувальних машин.

### **Висновки**

На основі аналізу вітчизняного виробничого досвіду щодо зниження шкідливого впливу забрудненості повітря на здоров'я формувальників розроблено комплекс методів покращення умов праці апаратників формування, що дозволяє знизити забрудненість повітря робочої зони до рівня міжнародних стандартів та зменшити кількість захворювань органів дихання працівників. Комплекс, крім технологічного методу зниження забрудненості повітря та пристрою індивідуального візуального контролю цієї забрудненості, включає: прогноз концентрацій НМС у повітрі робочої зони при змінах у технологічному процесі та залежність, що враховує одночасне надходження обдувного та загальнообмінного повітря для забезпечення заданої концентрації НМС.

### **Список використаних джерел**

1. Денисова Н.М. Формування полікапроаміду. Деякі питання охорони праці / Н.М. Денисова, І.М. Іванова // Вісник Чернігівського державного технологічного університету. – Чернігів, 2005. – № 25. – С. 90-93.
2. Денисова Н.М. Розроблення методу оцінювання забрудненості повітря робочої зони апаратників формувального устаткування/ Н.М. Денисова // Проблеми охорони праці в Україні. – Київ, 2009. – №16. – С.71-80.
3. Денисова Н.М. Формування поліамідних ниток. Розробка методики визначення мінімально забруднених зон / Н.М. Денисова, О.Л. Гуменюк // Вісник Чернігівського державного технологічного університету. – Чернігів, 2008. – № 36. – С. 133-138.
4. Денисова Н.М. Зниження забрудненості повітря робочої зони при формуванні поліамідних ниток: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.26.01 – охорона праці / Н.М. Денисова. – К., 2010. – 20 с.