

# ОСНОВНІ ФАКТОРИ РИЗИКУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ТА ЗАХВОРЮВАННЯ ВЕРХНІХ ДИХАЛЬНИХ ШЛЯХІВ У ПРАЦІВНИКІВ НА ВИРОБНИЦТВІ АЗОТОВІСНИХ СПОЛУК

Шидловська Т. А., Ковальчук П. М.

Державна установа «Інститут отоларингології ім. проф. О. С. Коломійченка Національної академії медичних наук України», м. Київ

*Вступ.* Хімічне виробництво є однією з провідних галузей промисловості України. Особливе місце в структурі хімічної промисловості посідає виробництво хімічних засобів для сільського господарства, зважаючи на зростаючу потребу в них економіки України та значну кількість працівників. Серед різних типів підприємств, задіяних у синтезі мінеральних добрив або сировини для подальшого їхнього виробництва, найбільший інтерес з гігієнічних позицій становлять підприємства-виробники азотовмісних і комплексних добрив, що передусім зумовлено досить високою небезпекою початкових продуктів, а також складним комплексом технологічних процесів з утворенням токсичних інгредієнтів у процесі виробництва, зокрема, аміаку, оксидів азоту, монооксиду вуглецю, метанолу, формальдегіду.

Існує певна залежність між розвитком хронічного ларингіту та професійною діяльністю пацієнта. Уразливими контингентами щодо розвитку цього захворювання є, зокрема, представники голосомовних професій і працівники хімічних виробництв. Водночас актуальною є проблема діагностики ЛОР-патологій, пов'язаних з дією шкідливих виробничих факторів (ШВФ), на ранніх стадіях, коли проведення лікування та своєчасної профілактики дає змогу виключити розвиток більш виражених форм професійних патологій голосового апарату гортані.

*Мета дослідження* – аналіз хімічного складу повітря робочої зони та гігієнічних умов праці на виробництві сполук азотної групи, а також вивчення структури первинної захворюваності патологіями верхніх дихальних шляхів (ВДШ) у працівників.

*Матеріали та методи дослідження.* Об'єктами дослідження були параметри чинників виробничого середовища (повітря робочої зони, рівень шуму, мікроклімат). Гігієнічна оцінка умов праці (повітря робочої зони – 1246 визначень, рівень шуму – 45 вимірів, параметри мікроклімату – 60 вимірів) на ПАТ «АЗОТ» була проведена для таких технологічних процесів: отримання аміаку, карбаміду, аміачної селітри, капролактаму. Усього було відібрано 1246 проб повітря на вміст токсичних речовин. У кожній точці здійснювали забір щонайменше трьох проб. Також проводили аналіз первинної захворюваності працівників ПАТ «АЗОТ» за I–IV квартали 2018 року; здійснювали аналіз патологій ВДШ і ЛОР-органів.

*Результати.* Під час вивчення умов праці на виробництві ПАТ «АЗОТ» за 2018 рік було з'ясовано, що основними шкідливими речовинами є аміак, діоксид і оксид азоту, монооксид вуглецю, карбамід, формальдегід та ін. Виходячи з отриманих даних, встановили, що концентрації аміаку, діоксиду азоту, монооксиду вуглецю перевищували ГДК, причому іноді в декілька разів. Зокрема, вміст аміаку в цеху з виробництва карбаміду становив 60,0 мг/м<sup>3</sup> (максимальний показник) і 23,8–34,6 мг/м<sup>3</sup> (середній показник) протягом усього технологічного процесу, при нормі 20,0 мг/м<sup>3</sup>. Максимальне перевищення концентрації діоксиду азоту в повітрі робочої зони – 4,5 мг/м<sup>3</sup>, при середніх показниках – 1,7–2,8 мг/м<sup>3</sup> (ГДК < 2,0 мг/м<sup>3</sup>). Концентрація монооксиду вуглецю в II–III кварталах 2018 року перевищувала ГДК < 20,0 мг/м<sup>3</sup> на 10–15 %. Що стосується інших шкідливих речовин, таких як метанол, акролеїн, моноетаноламін, формальдегід, пил карбаміду, то їхні концентрації в повітряному середовищі підприємства деколи не значно перевищували ГДК або були на межі норми. За даними первинної захворюваності на підприємстві хімічного виробництва азотовмісних сполук, помітними є досить високі показники уражень гортані, які становлять 10,2–12,48 % від усіх первинних патологій ВДШ. При цьому середня захворюваність на ларингіти в м. Черкасах у 2013–2017 роках становить 4,1 %. Під час аналізу структури захворюваності патологіями ВДШ за 2018 рік виявили високий рівень захворюваності тонзилітами та фарингітами в холодний період року та аномально високий рівень захворюваності на ларингіти та трахеобронхіти в II–III кварталах. У результаті вивчення даних хімічного складу повітря робочої зони за I–IV квартали 2018 року, найбільші перевищення ГДК по аміаку, діоксиду азоту, монооксиду вуглецю, пилу аміачної селітри реєстрували саме в II–III кварталах. Існує ймовірність того, що зростання захворюваності на ларингіти та трахеобронхіти в теплий період року пов'язане зі збільшенням концентрації токсичних речовин у повітрі робочої зони та температурним мікрокліматом у виробничих приміщеннях у зазначений період.

*Висновки.* Умови праці на виробництві сполук азотної групи характеризуються дією комплексу несприятливих чинників: високим рівнем забруднення повітря робочої зони аерополітантами в поєднанні з флюктуючим мікрокліматом, шумом, вібрацією та інтенсивними фізичними навантаженнями. Пріоритетними несприятливими виробничими чинниками на виробництві азотовмісних сполук є випари аміаку, оксидів азоту, монооксиду вуглецю з перевищенням ГДК, часом у декілька разів. Середні показники концентрацій аерополітантів, які перевищували ГДК у повітрі робочої зони: аміак – 23,8–34,6 мг/м<sup>3</sup>, діоксид азоту – 1,7–2,8 мг/м<sup>3</sup>. У працівників хімічного виробництва азотовмісних сполук ПАТ «АЗОТ» встановлений високий рівень поширеності захворювань органів дихання, особливо ларингітів і трахеобронхітів (10,2–12,5 %), порівняно з показниками захворюваності по м. Черкасах (4,1 %). Помітною є висока причинна ймовірність ролі хімічного фактора (аміак, оксиди азоту, монооксид вуглецю, пил аміачної селітри) у виникненні захворювань на ларингіти, трахеїти, бронхіти серед працівників хімічного виробництва азотовмісних сполук.

**Ключові слова:** хімічна промисловість, захворювання верхніх дихальних шляхів, ларингіт, фактори виробничого середовища, аміак, монооксид вуглецю, оксиди азоту

## Вступ

Хімічне виробництво є однією з провідних галузей промисловості України. Особливе місце в структурі хімічної промисловості посідає виробництво хімічних засобів для сільського господарства, зважаючи на зростаючу потребу в них економіки України та значну кількість працівників. Серед різних типів підприємств, задіяних у синтезі мінеральних добрив або сировини для подальшого їхнього виробництва, найбільший інтерес з гігієнічних позицій становлять підприємства-виробники азотовмісних і комплексних добрив, що передусім зумовлено досить високою небезпекою початкових продуктів, а також складним комплексом технологічних процесів з утворенням токсичних інгредієнтів у процесі виробництва, зокрема, аміаку, оксидів азоту, монооксиду вуглецю, метанолу, формальдегіду.

Черкаське публічне акціонерне товариство «АЗОТ» – одне з найбільших підприємств в Україні з виробництва мінеральних добрив, іонообмінних смол, капролактаму та іншої хімічної продукції. За чисельністю працівників (4 тис.) і кількістю продукції (карбаміду – 554,6 тис. т, аміачної селітри – 816,8 тис. т, КАС – 331,5 тис. т), що була вироблена (за офіційною інформацією за 2017 рік). Завдяки праці співробітників ПАТ «АЗОТ» випускається високоякісна продукція, яка має підвищений попит не лише в СНД, а також у багатьох країнах Європи, Південно-Східної Азії і Латинської Америки.

Історично склалося так, що через соціальні блага та пільги, які надаються на підприємствах хімічної галузі, найактивніша, здорова та достатньо освічена частина населення йде працювати саме туди. Однак у силу наявної технології та практики її експлуатації, що склалася на підприємствах хіміч-

ної промисловості, не завжди вдається забезпечити умови, які відповідають санітарним нормам, що призводить до негативного впливу на організм працюючих [2, 4, 11, 13, 15]. Крім того, існує ризик забруднення оточуючого середовища, атмосферного повітря в місцях розташування хімічних виробництв, а отже, поширення негативного впливу на здоров'я місцевого населення [3, 5, 10, 21].

Одним з найважливіших і пріоритетних завдань є рання діагностика та профілактика професійних захворювань, визначення груп і ступенів ризику порушень показників здоров'я [6, 7, 9].

Існує певна залежність між розвитком хронічного ларингіту та професійною діяльністю пацієнта [8, 14]. Уразливими контингентами щодо розвитку цього захворювання є, зокрема, представники голосомовних професій (становлять 27,99 %) і працівники хімічних виробництв (29,87 %) [17, 18]. Проведені раніше дослідження щодо умов праці на виробництві з'єднань азотної групи виявили, що основними шкідливими виробничими факторами (ШВФ) на ньому є насамперед різноманітні хімічні азотовмісні сполуки (аміак, діоксид і оксид азоту та інші), потім виробничий шум і непостійний (флюктуючий) мікроклімат, а також загальна вібрація та в багатьох працівників – фізичні перевантаження. [1, 12, 20].

У низці наукових досліджень доведено шкідливий вплив хімічних сполук на ендокринну систему, зокрема, на репродуктивну та функцію щитоподібної залози [12, 20]. Відомо, що дисбаланс цих гормонів також впливає на стан гортані.

У сучасній літературі практично відсутній науковий матеріал щодо змін слизової оболонки верхніх дихальних шляхів (ВДШ) і голосового апарату гортані, пов'язаних з синтезом аміаку та його дериватів у реальних умовах сучасного хімічного виробництва.

Таким чином, присутня проблема діагностики ЛОР-патологій, пов'язаних з дією ШВФ, на ранніх стадіях, коли проведення лікування та своєчасної профілактики дозволить виключити розвиток більш виражених форм професійних патологій голосового апарату гортані.

*Мета дослідження* – аналіз хімічного складу повітря робочої зони та гігієнічних умов праці на виробництві сполук азотної групи, а також структури первинної захворюваності патологіями ВДШ у працівників.

## Матеріали та методи дослідження

Об'єктами дослідження були параметри чинників виробничого середовища (повітря робочої зони, рівень шуму, мікроклімат).

Санітарно-гігієнічне вивчення стану повітряного середовища проводилося на хімічних виробництвах аміаку, аміачної селітри, капролактаму методом фотометрії або хроматографії, а також експрес-методом з використанням індикаторних трубок (ГОСТ 12.1.014-84).

Відбір і аналізи проб повітря робочої зони проводили відповідно до вимог діючої нормативно-методичної документації по затверджених методиках: визначення  $\text{NH}_3$  – згідно з МУ № 1637-77,  $\text{NO}_2$  – згідно з МУ № 1638-77,  $\text{CO}$  – МУ № 1640-77.

У роботі використовували вітчизняні прилади:

- ПАЛЛАДІЙ-3 – призначений для безперервного автоматичного виміру концентрації аерополітантів в атмосфері та повітрі виробничих приміщень;
- фотоколориметр КФК-2 МП-призначений для виміру коефіцієнтів пропускання, оптичної щільності прозорих рідинних розчинів і прозорих твердих зразків, а також для визначення концентрації речовин у розчинах і швидкості зміни оптичної щільності речовини;
- ОКТАВА-101ВМ – призначений для польових і лабораторних професійних вимірів загальної та локальної вібрації, вібрації споруд і механізмів;
- ВШВ-003-М2 – призначений для виміру рівня звуку з частотними характеристиками А, В, С;
- рівня звукового тиску в діапазоні від 2 Гц до 18 кГц і октавних смугах у діапазоні частот від 2 Гц до 8 кГц у вільному та дифузійному полях; середніх квадратичних значень віброприскорення та віброшвидкості. Може застосовуватись у промисловості та житлових кварталах в охороні

здоров'я, при розробці та контролі за якістю виробів, при дослідженнях і випробуваннях машин і механізмів;

- метеометр МЕС-200А – призначений для вимірювання атмосферного тиску, відносної вологості повітря, температури повітря, швидкості повітряного потоку, концентрації оксиду вуглецю, сірководню та діоксиду сірки в суміші з азотом або повітрям як усередині приміщень, так і поза приміщеннями), а також, розрахунком температури вологого термометра та параметрів теплового навантаження середовища ТНС-індекс.

Також проводився аналіз первинної захворюваності працівників ПАТ «АЗОТ» за I–IV квартали 2018 року. На підприємстві проводився аналіз патологій верхніх дихальних шляхів і ЛОР-органів.

Гігієнічна оцінка умов праці (повітря робочої зони – 1246 визначень, рівень шуму – 45 вимірів, параметри мікроклімату – 60 вимірів) на ПАТ «АЗОТ» була проведена для таких технологічних процесів: отримання аміаку, карбаміду, аміачної селітри, капролактаму.

Усього було відібрано 1246 проб повітря на вміст токсичних речовин. У кожній точці відбиралося не менше трьох проб.

Статистичну обробку результатів досліджень проводили за допомогою програми Statistics за формулою Фішера.

## Результати дослідження та їх обговорення

При вивченні умов праці на виробництві ПАТ «АЗОТ» за 2018 рік з'ясувалося, що основними шкідливими речовинами є аміак, діоксид і оксид азоту, монооксид вуглецю, карбамід, формальдегід та ін. (табл. 1). Виходячи з отриманих даних, концентрації аміаку, діоксиду азоту, монооксиду вуглецю перевищували ГДК, причому іноді в декілька разів. Так, уміст аміаку в цеху з виробництва карбаміду складав  $60,0 \text{ мг/м}^3$  (максимальне значення) і  $23,8\text{--}34,6 \text{ мг/м}^3$  (середнє значення) протягом усього технологічного процесу, при нормі  $20,0 \text{ мг/м}^3$ . Максимальне перевищення концентрації діоксиду азоту в повітрі робочої зони –  $4,5 \text{ мг/м}^3$ , при середніх показниках –  $1,7\text{--}2,8 \text{ мг/м}^3$  (ГДК <  $2,0 \text{ мг/м}^3$ ). Що стосується інших шкідливих речовин, таких як метанол, акролеїн, моноетаноламін, формальдегід, пил карбаміду, то їхні концентрації в повітряному середовищі підприємства деколи не значно перевищували ГДК або були на межі норми (табл. 1).

Не зважаючи на те, що токсичні речовини на виробництві часто знаходяться в повітрі робочої зони на рівні нижче ніж ГДК, існує ймовірність появи комбінованої дії даних речовин, а тривалий хімічний вплив малої інтенсивності може стати умовою для виникнення захворювання або погіршення клінічної картини.

За даними Ю. І. Черняка та співавт. (2007 р.) [16], за тривалого впливу невеликих доз аміаку в пацієнтів реєструється ріст захворюваності з тимчасовою втратою працездатності внаслідок супресії рівня активності лізоциму, скорочення секреції імуноглобулінів А і G, що призводять до зниження місцевої неспецифічної імунної резистентності, проявляючись, перш за все, підвищенням чутливості до респіраторних інфекцій у вигляді хронічних катаральних і субатрофічних захворювань ВДШ.

Результати вимірювання температурних показників показали, що з 60 вимірів – 34 (56,66 %) характерні для нагріваючого мікроклімату та 26 (43,33 %) для охолоджуючого мікроклімату. Також слід зазначити, що з 60 вимірів температури на

робочих місцях – 28 (46,67 %) не відповідали параметрам допустимих умов праці. Проведені дослідження щодо вологості повітря показали, що її рівні в приміщеннях на виробництві не завжди відповідали ГДР.

Параметри загального рівня шуму приблизно в половині вимірів перевищували допустимі величини, доходячи іноді до 100–120 дБа. За частотною характеристикою шум був широкосмуговим, постійним та імпульсним. Деякі працівники цехів К-3, А-3, А-5 практично постійно перебувають під впливом шуму до 80 дБа.

Також проаналізована загальна захворюваність ВДШ у працівників промислового хімічного виробництва в динаміці 2014–2018 років.

У окремих працівників на підприємстві були виявлені різноманітні захворювання, серед яких особливу роль мають патології верхніх дихальних шляхів: хронічні риніти, катаральні та субатрофічні фарингіти, хронічні ларингіти та трахеобронхіти.

Як видно з наведених відомостей, за даними первинної захворюваності на підприємстві хімічного

Таблиця 1

Рівень концентрації хімічних компонентів у повітрі робочої зони працівників хімічного виробництва азотомісних сполук, мкг/м<sup>3</sup>

№	Назва основних хімічних факторів	1 квартал 2018 року		2 квартал 2018 року		3 квартал 2018 року		4 квартал 2018 року		На території виробництва
		максимальна	середня	максимальна	середня	максимальна	середня	максимальна	середня	середня
1	Аміак ГДК = 20,0	19	9,5	60**	31,3*	60**	23,8*	34,6*	13,9	4,0–5,0 (гдк = 6,0)
2	Монооксид вуглецю ГДК = 20,0	11,8	7,7	19,8	10,0	22,4*	16,5	13,4	8,0	< 3,5 (гдк = 5,0)
3	Діоксид азоту ГДК = 2,0	2,1*	1,7	4,5**	2,5*	3,5*	2,3*	2,8*	1,9	< 2,0
4	Метанол ГДК = 5,0	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	-
5	Акролеїн ГДК = 0,2	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-
6	Моноетоламін ГДК = 0,5	< 0,12	< 0,12	< 0,12	< 0,12	< 0,12	< 0,12	< 0,12	< 0,12	-
7	Карбамід ГДК = 10,0	8,1	7,7	9,3	8,8	9,1	8,6	7,9	7,0	< 5,0
8	Формальдегід ГДК = 0,5	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	< 0,1
9	Пил аміачної селітри ГДК = 5,0	4,8	3,0	4,5	3,5	5,0	4,6	3,9	3,2	< 3,0

Примітка. \*Перевищення ГДК, \*\*перевищення ГДК у 2 чи більше разів.

виробництва азотовмісних сполук, відмічаються досить високі показники уражень гортані, що становить 10,20–12,48 % від усіх первинних патологій ВДШ (рис. 1). При цьому середня захворюваність ларингітами в м. Черкаси в 2013–2017 роках становить 4,1 %.

Аналізуючи структуру захворюваності патологіями ВДШ за 2018 рік, можна відмітити високий рівень захворюваності тонзилітами та фарингітами в холодний період року та аномально високий рівень захворюваності ларингітами та трахеобронхітами в II–III кварталах (рис. 2). При аналізі даних хімічного складу повітря робочої зони за I–IV квартали 2018 року, найбільші перевищення ГДК по аміаку, монооксиду вуглецю, діоксиду азоту, пилу аміачної селітри реєструвались саме в II–III кварталах. Причому така відмінність у напрямку збільшення захворюваності порівняно з показниками загалом по місту була достовірною (табл. 2).

Існує ймовірність того, що зростання захворюваності на ларингіти та трахеобронхіти в теплий період року пов'язане зі збільшенням концентрації токсичних речовин у повітрі робочої зони та нагріваючим мікрокліматом у приміщеннях виробництв у даний період. Висока захворюваність на тонзиліти та фарингіти в I і IV кварталах пояснюється сезонністю та не відрізняється від показників у м. Черкасах в цілому.

Зауважимо, що об'єктивно оцінити вплив шкідливих чинників на виробництві досить складно, тому що процедура відбору проб і подальшого їхнього виміру для кількісного аналізу фізичних, хімічних і біологічних чинників (останні чинники для хімічних підприємств не є типовими і поширеними) виробничого середовища має такі особливості:

- разові проби повітря в робочій зоні (хімічний чинник), з подальшим їхнім аналізом у пересувній (стаціонарній) лабораторії, або разовий



Рис. 1. Загальна захворюваність верхніх дихальних шляхів і частка хворих на ларингіти у працівників хімічного виробництва азотовмісних речовин у динаміці 2014–2018 років

вимір рівня шуму, вібрації, параметрів мікроклімату (фізичні чинники), або разовий вимір будь-якого іншого параметра не є об'єктивною характеристикою якості повітря, оскільки хімічне виробництво працює цілодобово і, відповідно, на працюючу позмінно людину виробниче середовище впливає й у вечірню, і в нічну зміну. Зазвичай вимірювання проводяться тільки вдень;

- відбір проб проводиться протягом 20–30 хв, не враховуючи ефекти синергізму, адитивності, які можуть бути за наявності декількох аерополутантів однонаправленої токсичної дії;
- при нештатній ситуації (до якої відноситься, згідно з визначенням Закону України від 1997 року «Про промислову безпеку небезпечних виробничих об'єктів» – відхилення від норм технологічного процесу), внаслідок порушення технологічного процесу, відбувається викид в атмосферне повітря шкідливих речовин. У подібній ситуації, які трапляються досить часто, виміри будь-яких чинників з метою оцінки умов праці – не здійснюються;
- при аварійних ситуаціях виміри для оцінки умов праці також не здійснюються;

Таблиця 2

Частка захворюваності на ларингіти серед усієї патології верхніх дихальних шляхів у працівників хімічного виробництва та загалом у м. Черкасах у 2018 році

Період	Підприємство		Місто	
	ЛОР захворювання, абс	ларингіти, абс/%	ЛОР захворювання, абс	ларингіти, абс/%
I і IV квартали	348	2/6,6	22085	805/3,65
II–III квартали	325	61 /18,77*	17442	743/4,26
	673	84/12,48*	39527	1548/3,92

Примітка. \*Достовірна відмінність за критерієм Фішера.

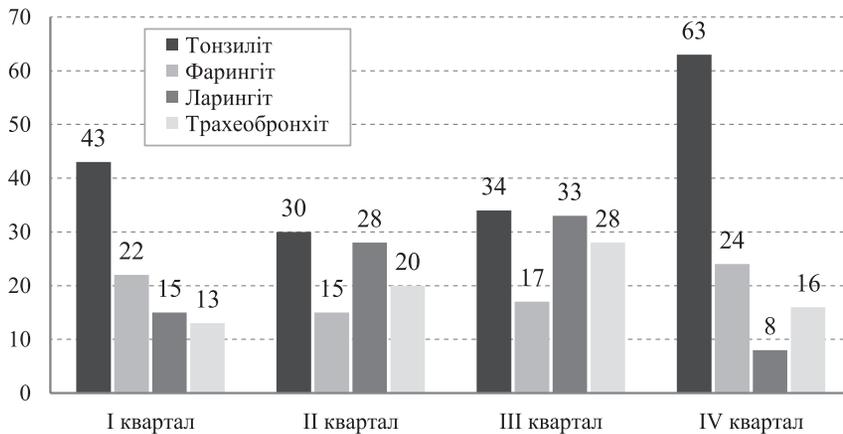


Рис. 2. Структура основних патологій верхніх дихальних шляхів у працівників за I–IV квартал 2018 року

— для об'єктивної характеристики умов праці необхідно вимірювати параметри технологічного процесу цілодобово.

Однак виявлені нами тенденції свідчать про ймовірність взаємозв'язку між впливом хімічного та фізичного факторів технологічного процесу на працівників виробництва азотвмісних сполук і захворюваністю патологіями ВДШ.

## Висновки

1. Умови праці на виробництві сполук азотної групи характеризуються дією комплексу несприятливих чинників, а саме: високим рівнем забруднення повітря робочої зони аерополітантами в поєднанні з флюктуючим мікрокліматом, шумом, вібрацією та інтенсивними фізичними навантаженнями.
2. Пріоритетними несприятливими виробничими чинниками на виробництві азотвмісних сполук

є випари аміаку, оксидів азоту, монооксиду вуглецю з перевищенням ГДК, часом у декілька разів. Середні значення концентрацій аерополітантами, що перевищували ГДК у повітрі робочої зони: аміак — 23,8–34,6 мг/м<sup>3</sup>, діоксид азоту — 1,7–2,8 мг/м<sup>3</sup>.

3. У працівників хімічного виробництва азотвмісних сполук ПАТ «АЗОТ» встановлений високий рівень поширеності захворювань органів дихання, особливо ларингітів і трахеобронхітів (10,2–12,5 %) порівняно з показниками захворюваності в м. Черкасах (4,1 %).
4. Відмічається висока причинна ймовірність ролі хімічного фактора (аміак, оксиди азоту, монооксид вуглецю, пил аміачної селітри) у виникненні захворювань на ларингіти, трахеїти, бронхіти серед працівників хімічного виробництва азотвмісних сполук.

## Література

1. Ашурова М. Дж., Юличева С. Т. Условия труда работающих на производствах азотных минеральных удобрений. *Биология и интегративная медицина*. 2016. № 2. С. 13–19.
2. Валеева Е. Т., Бакиров А. Б., Каримова Л. К. Профессиональный риск для здоровья работников химической промышленности. *Вестник российского государственного медицинского университета*. 2013. № 5–6. С. 124–128.
3. Дзержинская Н. А. Эффекты комбинированного действия атмосферных поллютантов на здоровье населения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 85-летию образования ФБУН «Сара-

товский научно-исследовательский институт сельской гигиены» Роспотребнадзора. 2017. С. 89–97.

4. Кирсанов В. В. Проведение специальной оценки условий труда на химических предприятиях. *Вестник Казанского технологического университета*. 2014. № 17. С. 113–115.

5. Климов П. В., Суржиков Д. В., Большаков В. В. Оценка риска для здоровья населения в связи с техногенным загрязнением атмосферного воздуха и питьевой воды в крупном центре металлургии и энергетики. *Acta Biomedica Scientifica*. 2010. № 4. С. 179–181.

6. Кундиев Ю. И., Нагорная А. М. Профессиональное здоровье в Украине. Эпидемиологический анализ. Киев : Авиценна, 2007. 396 с.

7. Кундіев Ю. І. Нагорна А. М. Професійна захворюваність в Україні в динаміці довгострокового спостереження. *Український журнал з проблем медицини праці*. 2005. № 1. С. 3–11. <https://doi.org/10.33573/ujoh2005.01.003>.
8. Лопатин Д. Г. Хирургическая тактика лечения хронического ларингита у шахтеров. *Политравма*. 2014. № 2. С. 26–29.
9. Панкова В. Б. Современные проблемы диагностики и экспертизы профессиональных заболеваний верхних дыхательных путей. *Вестник оториноларингологии*. 2015. № 5. С. 14–18. <https://doi.org/10.17116/otorino201580514-18>.
10. Оценка риска развития органов дыхания у детей в зоне влияния атмосферных выбросов многоотопливного предприятия теплоэнергетики. С. Б. Петров, О. В. Пономарева, Н. В. Чагаева, Б. А. Петров. *Современные проблемы науки и образования*. 2017. № 6. С. 95.
11. Першин А. Н., Вострикова Е. А., Михайлуц А. П. Гигиена труда и состояние здоровья работающих на химических производствах в климатических условиях западной Сибири. *Acta Biomedica Scientifica*. 2005. № 2. С. 45–50.
12. Помыткина Т. Е. Состояние здоровья работников при производстве соединений азотной группы (обзор). *Гигиена и санитария*. 2014. № 3. С. 39–45.
13. Санитарно-гигиенический контроль за условиями труда, воздухом в рабочих зонах производственных помещений, атмосферным воздухом селитебной зоны, почвой при осуществлении производственной деятельности ОАО «Алтайхимпром». Н. П. Преображенский, М. В. Захарова, Г. Н. Сумина, Т. А. Волкова. *Медицина экстремальных ситуаций*. 2012. С. 38–45.
14. Рябова М. А., Немых О. В. Диагностика патогенетических механизмов развития хронического ларингита. *Журнал ушных, носовых и горловых хвороб*. 2008. № 3. С. 110–111.
15. Тараненко Н. А., Мещакова Н. М., Шаяхметов С. Ф. Оценка санитарно-гигиенического состояния воздуха рабочей зоны химических производств предприятия нефтехимической отрасли Восточной Сибири. *Acta Biomedica Scientifica*. 2014. № 3. С. 66–71.
16. Черняк Ю. И., Грассман Д. А., Колесников С. И. Влияние стойких органических загрязнителей на биотрансформацию ксенобиотиков. Новосибирск : Наука, 2007. 134 с.
17. Шидловська Т. А. Функціональні порушення голосу: монографія. Київ : Логос, 2011. 520 с.
18. Шидловська Т. А., Ковальчук П. М. Хронічний ларингіт: поширеність за даними звернення до оториноларинголога, супутня патологія та фактори ризику. *Журнал ушних, носових і горлових хвороб*. 2018. № 4. С. 55–63.
19. Boas M., Feldt-Rasmussen U., Main M. Thyroid effects of endocrine disrupting chemicals. *Molec. Cel. Endocr.* 2012. № 355. P. 240–248. <https://doi.org/10.1016/j.mce.2011.09.005>.
20. Ventilatory disorders associated with occupational inhalation exposure to nitrogen trihydride. M. Neghab et al. *Ind. Health*. 2018. V. 56 (5). P. 427–435. <https://doi.org/10.2486/indhealth.2018-0014>.
21. Shusterman D. The Effects of Air Pollutants and Irritants on the Upper Airway. *Proceedings of American thoracic society*. 2011. № 8. P. 101–105. <https://doi.org/10.1513/pats.201003-027RN>.
22. Zoeller T. R. Environmental chemicals targeting thyroid. *Horm.* 2010. № 9 (1). P. 28–40. <https://doi.org/10.14310/horm.2002.1250>.

**Шидловская Т. А., Ковальчук П. М.**

## **ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ РИСКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА И ЗАБОЛЕВАНИЯ ВЕРХНИХ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ПУТЕЙ У РАБОТНИКОВ НА ПРОИЗВОДСТВЕ АЗОТСОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ**

Государственное учреждение «Институт отоларингологии им. проф. А. И. Коломийченко Национальной академии медицинских наук Украины», г. Киев

*Введение.* Химическое производство является одной из ведущих отраслей промышленности Украины. Особое место в структуре химической промышленности занимает производство средств химизации сельского хозяйства, исходя из растущей потребности в них экономики Украины и значительного количества работающих. Среди различных типов предприятий, задействованных в синтезе минеральных удобрений или сырья для дальнейшего их производства, наибольший интерес из гигиенических позиций представляют предприятия по производству азотсодержащих и комплексных удобрений, что, прежде всего, обусловлено достаточно высокой опасностью исходных продуктов, а также сложным комплексом технологических процессов с образованием токсичных ингредиентов в процессе производства: аммиак, оксиды азота, монооксид углерода, метанол, формальдегид. Развитие хронического ларингита имеет определенную зависимость от профессиональной деятельности пациента – уязвимыми контингентами по развитию этого заболевания являются лица голосоречевых профессий и работники химических производств (29,87 %). При этом присутствует проблема диагностики ЛОР-патологий, связанных с действием вредных производственных факторов (ВПФ), на ранних стадиях, когда проведение лечения и своевременной профилактики позволит исключить развитие более выраженных форм профессиональных патологий голосового аппарата гортани.

*Цель исследования* – анализ химического состава воздуха рабочей зоны и гигиенических условий труда на производстве соединений азотной группы, а также структуры первичной заболеваемости патологиями верхних дыхательных путей (ВДП) у работников.

*Материалы и методы исследования.* Объектами исследования были параметры факторов производственной среды (воздух рабочей зоны, уровень шума, микроклимат). Гигиеническая оценка условий труда (воздух рабочей зоны – 1246 определений, уровень шума – 45 измерений, параметры микроклимата – 60 измерений) на ОАО «АЗОТ» была проведена для таких технологических процессов: получение аммиака, карбамида, аммиачной селитры, капролактама. Всего было отобрано 1246 проб воздуха на содержание токсичных веществ. В каждой точке отбиралось не менее трех проб. Также проводился анализ первичной заболеваемости работников ОАО «АЗОТ» за I–IV кварталы 2018 года. На предприятии проводился анализ патологий ВДП и ЛОР-органов.

*Результаты.* При изучении условий труда на производстве ОАО «АЗОТ» за 2018 год выяснилось, что основными вредными веществами являются аммиак, диоксид и оксид азота, монооксид углерода, карбамид, формальдегид и др. Исходя из полученных данных, концентрации аммиака, диоксида азота, монооксида углерода превышали ПДК, причем иногда в несколько раз. Так, содержание аммиака в цехе по производству карбамида составляло 60,0 мг/м<sup>3</sup> (максимальное значение) и 23,8–34,6 мг/м<sup>3</sup> (среднее значение) в течение всего технологического процесса, при норме 20,0 мг/м<sup>3</sup>. Максимальное превышение концентрации диоксида азота в воздухе рабочей зоны – 4,5 мг/м<sup>3</sup>, при средних показателях – 1,7–2,8 мг/м<sup>3</sup> (ПДК < 2,0 мг/м<sup>3</sup>). Концентрация монооксида углерода в II–III кварталах 2018 года превышала норму ПДК < 20,0 мг/м<sup>3</sup> на 10–15 %. Что касается других вредных веществ, таких как метанол, акролеин, моноэтаноламин, формальдегид, пыль карбамида, то их концентрации в воздушной среде предприятия порой незначительно превышали ПДК или были на грани нормы. По данным первичной заболеваемости на предприятии химического производства азотсодержащих соединений отмечаются достаточно высокие показатели поражений гортани, что составляет 10,2–12,48 % от всех первичных патологий верхних дыхательных путей. При этом средняя заболеваемость ларингитами по г. Черкассам за 2013–2017 годы составляет 4,1 %. Анализируя структуру заболеваемости патологиями ВДП за 2018 год, можно отметить высокий уровень заболеваемости тонзиллитами, фарингитами в холодный период года и анимально высокий уровень заболеваемости ларингитами и трахеобронхитами во II–III кварталах. При анализе данных химического состава воздуха рабочей зоны за I–IV кварталы 2018 года, самое высокое превышение ПДК по аммиаку, диоксиду азота, монооксиду углерода, пыли аммиачной селитры регистрировались именно во II–III кварталах. Существует вероятность того, что рост заболеваемости на ларингиты и трахеобронхиты в теплый период года связан с увеличением концентрации токсичных веществ в воздухе рабочей зоны и нагревающего микроклимата в производственных помещениях в данный период.

*Выводы.* Условия труда на производстве соединений азотной группы характеризуются действием комплекса неблагоприятных факторов: высоким уровнем загрязнения воздуха рабочей зоны аэрополлютантами в сочетании с флюктуирующим микроклиматом, шумом, вибрацией и интенсивными физическими нагрузками. Приоритетными неблагоприятными производственными факторами на производстве азотсодержащих соединений являются испарения аммиака, оксидов азота, монооксида углерода с превышением ПДК, иногда в несколько раз. Средние значения концентраций аэрополлютантов, превышающих ПДК в воздухе рабочей зоны: аммиак – 23,8–34,6 мг/м<sup>3</sup>, диоксид азота – 1,7–2,8 мг/м<sup>3</sup>. У работников химического производства азотсодержащих соединений ОАО «АЗОТ» установлен высокий уровень распространенности заболеваний органов дыхания, особенно ларингитов и трахеобронхитов (10,2–12,5 %), по сравнению с показателями заболеваемости по г. Черкассам (4,1 %). Отмечается высокая причинная вероятность роли химического фактора (аммиак, оксиды азота, монооксид углерода, пыль аммиачной селитры) в возникновении заболеваний на ларингиты, трахеиты, бронхиты среди работников химического производства азотсодержащих соединений.

**Ключевые слова:** химическая промышленность, заболевания верхних дыхательных путей, ларингит, факторы производственной среды, аммиак, монооксид углерода, оксиды азота

**Shydlovska T. A., Kovalchuk P. M.**

## **MAIN RISK FACTORS OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS AND DISEASES OF THE UPPER RESPIRATORY TRACTS IN WORKERS OF NITROGEN CONTAINING COMPOUNDS PRODUCTION**

State Institution «Institute of otolaryngology named after prof. O. S. Kolomyichenko of the NAMS of Ukraine», Kyiv

*Introduction.* Chemical production is one of the leading industries in Ukraine. Agricultural chemical manufacturing takes a special place in the structure of the chemical industry, owing to the growing need of Ukrainian economy in it, and in a large number of employees. Among various types of enterprises involved in the synthesis of mineral fertilizers or raw materials for their further manufacturing, enterprises of nitrogen-containing and combined fertilizers are of a specific interest from hygienic point of view. This is due to higher toxicity of the initial products as well as a combination of technological pro-

cesses with formation of toxic ingredients in the production process, including ammonia, nitrogen oxides, carbon monoxide, methanol, formaldehyde. In the development of chronic laryngitis there is a certain relation on occupational activity of a patient. Vulnerable contingents in the development of this disease are, in particular, voice professionals and chemical workers. Also, there is a problem in diagnostics of pathologies associated with the effect of harmful production factors (HPF) at early stages, when treatment and timely prevention makes it possible to exclude the development of more severe forms of occupational pathologies of the laryngeal apparatus.

*The purpose of the study* is to analyse a chemical composition of the air of the working zone and hygienic working conditions in production of nitrogen compounds and to study the structure of primary morbidity of the upper respiratory tract in workers.

*Materials and methods of research.* The parameters of work environment factors (air of the working zone, noise and microclimate) were objects of the study. A hygienic assessment of working conditions (working zone air – 1246 samples, noise level – 45 measurements, microclimate parameters – 60 measurements) at the enterprise «AZOT» was conducted for the following technological processes: production of ammonia, urea, ammonium nitrate and caprolactam. 1246 air samples of toxic substances were taken as a whole. At least three samples were taken at each site. Also, we have made analysis of the primary morbidity of employees at the enterprise «AZOT» over I–IV quarters of 2018 and assessed pathologies of the upper respiratory tract and ENT organs.

*Results.* When studying working conditions at the facilities of the PJSC «AZOT» in 2018, we found that ammonia, dioxide and nitric oxide, carbon monoxide, urea, formaldehyde, etc. were main harmful substances. Based on the data obtained, it was revealed that concentrations of ammonia, nitrogen dioxide, oxide carbon exceeded the maximum permissible concentrations (MPC), sometimes by several times. In particular, ammonia content in the urea production workshop was 60,0 mg/m<sup>3</sup> (max. value) and 23,8–34,6 mg/m<sup>3</sup> (mean values) over the entire process, with a normal value of 20,0 mg/m<sup>3</sup>. The maximum increase of the nitrogen dioxide concentration in the air of the working zone was 4,5 mg/m<sup>3</sup>, with the mean values of 1,7–2,8 mg/m<sup>3</sup> (MPC < 2,0 mg/m<sup>3</sup>). The concentration of carbon monoxide in the II–III quarters of 2018 exceeded the MPC (< 20,0 mg/m<sup>3</sup>) by 10–15 %. As far as for other harmful substances, such as methanol, acrolein, monoethanolamine, formaldehyde, carbamide dust, their concentrations in the air of the manufacturing facilities did not significantly exceed the MPC or were at the limit of the norm. According to the data of the primary morbidity at the enterprise of production of nitrogen-containing compounds, rather high rates of laryngeal lesions are recorded, accounting for 10,2–12,48 % of all primary pathologies of the upper respiratory tract. At the same time, the average morbidity of laryngitis in Cherkasy city in the years of 2013–2017 made 4,1 %. When analysing the structure of the incidence of the upper respiratory tract pathologies for 2018, we revealed a high incidence of tonsillitis, pharyngitis in the cold season and abnormally high incidence of laryngitis and tracheobronchitis in the II–III quarters. As a result of studying the data of the chemical composition of the air of the working zone in quarters I–IV of 2018, the largest exceeding of the MPC for ammonia, nitrogen dioxide, carbon monoxide, ammonium nitrate dust were recorded in quarters II–III. The increase in the incidence of laryngitis and tracheobronchitis in the warm period of the year is likely associated with an increase in the concentration of toxic substances in the air of the working zone and the heating microclimate in production premises in this period.

*Conclusions.* Working conditions at enterprises of production of nitrogen compounds are characterized by the effect of the combination of unfavourable factors, including high level of the air pollutants in the working zone in combination with the fluctuating microclimate, noise, vibration and intense physical activity. The evaporation of ammonia, nitrogen oxides, carbon monoxide, exceeding the MPC by several times, are priority adverse production factors in production of nitrogen-containing compounds. The average concentrations of air pollutants that exceeded the MPC in the air of the working zone were as follows: ammonia – 23,8–34,6 mg/m<sup>3</sup>, nitrogen dioxide – 1,7–2,8 mg/m<sup>3</sup>. The high prevalence of respiratory diseases, especially laryngitis and tracheobronchitis (10,2–12,5 %) as compared to the incidence rate for Cherkasy city (4,1 %) were found in employees of PJSC «AZOT» producing nitrogen-containing compounds. The high causal probability of the share of a chemical factor (ammonia, nitrous oxides, carbon monoxide, ammonium nitrate dust) in the occurrence of laryngitis, tracheitis, bronchitis among workers of the chemical production of nitrogen-containing compounds is marked.

**Key words:** chemical industry, diseases of the upper respiratory tract, laryngitis, occupational factors, ammonia, carbon monoxide, nitrogen oxides

## References

1. Ashurova M. D., Yulichieva S. T. (2016), «Working condition in the production of nitrogen fertilizers», *Biologiya i integrativnaya meditsina*, 6, 13–19.

2. Valeeva E. R., Bakirov A. B., Karimova L. K. (2013), «Occupational risks for the health of chemical workers», *Vestnik Ros. Gos. Med. Univer.*, 5–6, 124–128.

3. Dzerzhinskaya N. A. (2017), «Combined effects of atmospheric pollutants on the population health»,

Materials of the Production-related morbidity of peptic ulcer an All-Russian scientific-practical conference with international participation, dedicated to the 85<sup>th</sup> anniversary of the establishment of FBUN «Saratov Research Institute of Rural Hygiene», 89–97.

4. Kirsanov V. V. (2014), «A special assessment of working conditions at chemical enterprises», *Vestnik Kazan Technological University*, 17, 113–115.

5. Klimov P. V., Surzhikov D. V., Bolshakov V. V. (2010), «Health risk assessment for the population in connection

with technogenic pollution of the atmospheric air and drinking water in a large center of steel and energy industry», *Acta Biomedica Scientifica*, 4, 179–181.

6. Kundiev Yu. I., Nahorna A. M. (2007), Profesijne zdorov'ya v Ukraini. Epidemiologichniy analiz [Occupational health in Ukraine. Epidemiological analysis], Avicenna, Kyiv.

7. Kundiev Yu. I., Nahorna A. M. (2005), «Occupational morbidity in Ukraine in a long-term survey», *Ukrainian Journal of Occupational Health*, 1, 3–11. <https://doi.org/10.33573/ujoh2005.01.003>.

8. Lopatin D. G. (2014), «Tactics of surgical treatment of chronic laryngitis in miner», *Politrauma*, 2, 26–29.

9. Pankova V. B. (2015), «Modern problems of diagnostics and examination of occupational diseases of the upper respiratory tract», *Vestnik otolaringologii*, 2, 14–18. <https://doi.org/10.17116/otorino201580514-18>.

10. Petrov S. B., Ponomareva O. V., Chagayeva N. V., Petrov B. A. (2017), «Risk assessment in developing respiratory pediatric diseases in the zone of influence of atmospheric emissions of a multifuel thermal station», *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*, 6, 95.

11. Pershin A. N., Vostrikova E. A., Mikhailuts A. P. (2005), «Occupational health and health of workers at chemical enterprises in the climate of the western Siberia», *Acta Biomedica Scientific*, 2, 45–50.

12. Pomytkina T. E. (2014), «The health status of workers in the production of compounds of the nitrogen group», *Gigiena i Sanitaria*, 3, 39–45.

13. Preobrazhensky N. P., Zakharova M. V., Sumina G. N., Volkova T. A. (2012), «Sanitary-hygienic control of working conditions, the air in working zones in production facilities, residential areas with atmospheric air, soil in the production activity of "Altaikhimprom" Yarovoe, the Altai territory», *Meditsina ekstremalnykh situatsii*, 38–45.

14. Ryabova M. A., Nemykh O. V. (2008), «Diagnostics of pathogenetic mechanisms in development of chronic laryngitis», *Zhurnal vushnikh, nosovikh i gorlovikh khvorob*, 3, 110–111.

15. Taranenkov N. A., Meshchakova N. M., Shayakhmetov S. F. (2014), «Assessment of the sanitary-hygienic state of the air of the working zone in chemical productions of petrochemical industry in Eastern Siberia», *Acta Biomedica Scientifica*, 3, 66–71.

16. Chernyak Yu. I., Grassman D. A., Kolesnikov S. I. (2007), Vliyanie stoikikh organicheskikh zagryaznitelei na biotransformatsiyu ksenobiotikov [Effect of persistent organic pollutants on biotransformation of xenobiotics], Nauka, Novosibirsk.

17. Shydlovska T. A. (2011), Funktsionalni porushennya golosu [Functional voice disorders], Logos, Kyiv.

18. Shydlovska T. A., Kovalchuk P. M. (2017), «Chronic laryngitis: prevalence according to the data of applying to the otolaryngologist, concomitant pathology and risk factors», *Zhurnal vushnikh, nosovikh i gorlovikh khvorob*, 4, 55–63.

19. Boas M., Feldt-Rasmussen U., Main M. (2012), «Thyroid effects of endocrine disrupting chemicals», *Molec. Cel. Endocr*, 355, 240–248. <https://doi.org/10.1016/j.mce.2011.09.005>.

20. Neghab M. et al. (2018), «Ventilatory disorders associated with occupational inhalation exposure to nitrogen trihydride», *Ind. Health*, 56 (5), 427–435. <https://doi.org/10.2486/indhealth.2018-0014>.

21. Shusterman D. (2011), «The Effects of Air Pollutants and Irritants on the Upper Airway», *Proceedings of American thoracic society*, 8, 101–105. <https://doi.org/10.1513/pats.201003-027RN>.

22. Zoeller T. R. (2010), «Environmental chemicals targeting thyroid», *Horm*. 9 (1). 28–40. <https://doi.org/10.14310/horm.2002.1250>.

#### ORCID ID співавторів та їхній внесок у підготовку та написання статті:

Шидловська Т. А. (ORCID ID 0000-0002-7894-359X) – визначення мети та дизайну дослідження, аналіз отриманих результатів, формування висновків;

Ковальчук П. М. (ORCID ID 0000-0002-8275-4986) – огляд літератури за темою роботи, обробка та аналіз результатів промислової лабораторії, проведення клінічних досліджень, статистична обробка отриманих даних, формування висновків.

Інформація щодо джерел фінансування дослідження: дослідження виконано за темою «Клініко-інструментальна характеристика порушень голосового апарату та оцінка техногенних факторів ризику при хронічному ларингіті», № держреєстрації 0115U002829.

Надійшла: 16 вересня 2019 р.

Прийнята до друку: 17 жовтня 2019 р.

**Контактна особа:** Шидловська Тетяна Анатоліївна, доктор медичних наук, професор, головний науковий співробітник, лабораторія професійних порушень голосу і слуху, ДУ «Інститут отоларингології ім. проф. О. С. Коломійченка НАМНУ», буд. 3, вул. Зоологічна, м. Київ, 03057. Тел.: + 38 0 44 483 29 86. Електронна пошта: logprof3@ukr.net