

Інше

Телеманюк Валерія Валеріївна

*засновник студії Altera nails, майстер манікюру,
міжнародний суддя б'юті чемпіонатів,
переможець світового чемпіонату ОМС 2025, викладач*

Telemaniuk Valeriia

*Founder of Altera Nails Studio, Nail Artist, International Beauty
Championships Judge, OMC World Champion 2025, Educator*

ТОКСИКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВПЛИВУ МОНОМЕРІВ НЕМА, НРМА, DI-НЕМА НА ШКІРУ МАЙСТРА

Анотація. У статті досліджено токсикологічні аспекти впливу мономерів, зокрема НЕМА, НРМА та Di-НЕМА, на шкіру та дихальні шляхи майстрів нігтьового сервісу. Проаналізовано механізми сенсibiliзації шкіри при тривалому контакті з матеріалами для гель-манікюру та акрилатами, що призводить до розвитку алергічного контактного дерматиту. Розглянуто клінічні прояви професійного дерматиту, включно з почервонінням, свербіжем, сухістю та тріщинами, а також типові зони ураження — пальці та тильна поверхня кистей.

Особлива увага приділена порівнянню з європейськими нормативами безпеки (Regulation (EU) 2019/831), що обмежує концентрацію НЕМА у професійних засобах до 35% та передбачає маркування «тільки для професійного використання». Виявлено, що реальний рівень захисту в українських салонах часто недостатній через відсутність локальної вентиляції, нерегулярне використання рукавичок та контроль складу продукції. Наголошено на

важливості токсикологічного моніторингу та впровадження безпечних практик роботи для збереження здоров'я працівників індустрії краси.

Ключові слова: *мономери, НЕМА, акрилати, алергічний контактний дерматит, професійні захворювання, сенсibilізація, токсикологічний моніторинг, салони краси.*

Постановка проблеми. У сучасному нігтьовому сервісі майстри регулярно працюють із високореактивними хімічними речовинами — насамперед з акрилат- і метакрилат-мономерами, які використовуються в гелях, полімерних покриттях, а також у засобах для нарощування та моделювання нігтів. В умовах салонів краси майстер стикається з низкою специфічних факторів: робоче місце часто має обмежену вентиляцію, великі об'єми роботи та скорочені цикли обробки нігтів, присутня пил від шліфування, каплі мономерів, липкі шари після затвердження, нерідко — відкриті ємності з рідинами. Ці умови означають, що контакт із мономерами може відбуватися не лише за технологічними сценаріями (нанесення покриття чи полімеризація), а й через побічні процеси — розбризкування, запилення, контамінацію ділянок шкіри навколо нігтя.

Основні шляхи проникнення мономерів — це, перш за все, контакт із відкритою шкірою рук майстра: під час нанесення, очищення, шліфування нігтів чи при ретельному знятті матеріалу майстер може безпосередньо стикатися з рідинами чи покриттями, або непомітно наносити їх на шкіру. Другий шлях — інгаляційний: при шліфуванні гелевих чи акрилових матеріалів утворюються дрібнодисперсні частинки або аерозолі, які можуть містити залишки мономерів чи продуктів їх полімеризації; дослідження показують, що майстри нігтьового сервісу піддаються потенційному шкірному та повітряному впливу акрилатів [1, с. 165]. Третій шлях — через слизові

оболонки (наприклад, при випадковому розбризкуванні, при дотику рук до обличчя або при вдиханні з лакуванням/обробкою рук), що створює додатковий ризик токсичного чи сенсibilізуючого ефекту.

Загалом акрилатні та метакрилатні сполуки, серед яких до загального користування входять такі мономері, як 2-hydroxyethyl methacrylate (HEMA), 2-hydroxypropyl methacrylate (HPMA) та Di-HEMA Trimethylhexyl Dicarbamate, вирізняються високою реакційною здатністю, здатністю утворювати протеїнові зв'язки у шкірі і викликати сенсibilізацію. Європейський Комітет із оцінки безпечності косметичних інгредієнтів (SCCS) зазначає, що HEMA та Di-HEMA в нормальних умовах застосування мають слабкий-помірний сенсibilізуючий потенціал, проте ризик зростає саме для професіоналів, які мають регулярний контакт із цими речовинами [2, с. 26]. Зважаючи на специфіку роботи майстра нігтьового сервісу — частий контакт, складні технологічні процеси, невеликі робочі приміщення з недостатньою витяжкою — можливість токсикологічного впливу від цих речовин на шкіру, а також на дихальні шляхи, стає очевидною. У такому контексті необхідно розглядати не лише випадки контактного дерматиту, але й умови експозиції, шляхи проникнення і фактори ризику, що характерні для професійної діяльності у нігтьовому сервісі.

Виклад основного матеріалу. Хімічна характеристика мономерів HEMA, HPMA та Di-HEMA. 2-Hydroxyethyl methacrylate (HEMA), 2-hydroxypropyl methacrylate (HPMA) та ди-функціональний Di-HEMA (Di-HEMA Trimethylhexyl Dicarbamate) належать до класу (мет)акрилатних мономерів, які застосовуються як низькомолекулярні реагенти у формулах гелів і полімерних покриттів для моделювання нігтів. За хімічною природою всі вони містять реакційну метакрилатну естерну групу ($C=C$), що забезпечує здатність до радикальної полімеризації під дією ініціаторів (UV/LED або

хімічних систем). НЕМА — це невелика молекула з гідроксіетильним боковим ланцюгом, що робить її відносно легкою і доброю «медіаторною» молекулою для проникнення через епідерміс; НРМА відрізняється наявністю гідроксипропілової групи, що декілька змінює розчинність і взаємодію зі шкірою; Di-НЕМА — більша бісметакрилатна молекула (біс-мономер), що використовується як крос-лінкер/пластифікатор у формулах для досягнення потрібної еластичності та стійкості покриття. Інформація про фізико-хімічні властивості та класифікацію небезпеки для НЕМА наведена в реєстраційних та технічних документах ЕСНА і в паспортах безпеки (SDS), де вказано, що НЕМА може спричиняти подразнення шкіри та очей і має потенціал викликати алергічну шкірну реакцію [3].

За результатами клінічних оглядів і патч-тестування, НЕМА серед (мет)акрилатів найчастіше виявляється як сенсibilізатор у пацієнтів із контактним (алергічним) дерматитом, особливо в контексті нарощування нігтів та використання гель-полімерів; у рецензіях і серіях випадків поширеність позитивних патч-тестів для 2-НЕМА становить помітну частку всіх (мет)акрилатних позитивних реакцій. Для Di-НЕМА у висновках експертних груп ЄС (SCCS) зазначено, що ця бісметакрилатна молекула застосовується як формувальний інгредієнт у продуктах для моделювання нігтів і при правильній полімеризації споживається у матрицю, однак і для Di-НЕМА існують застереження стосовно сенсibilізації при професійному використанні. Таким чином у клінічній практиці НЕМА вважають «провідним» алергеном серед мономерів нігтьових продуктів [4, с. 430].

НРМА у промислових і виробничих матеріалах позиціюють як мономер із дещо меншою ймовірністю сенсibilізації порівняно з НЕМА: різниця в структурі (гідроксипропіл замість гідроксіетил) змінює роботу з білками шкіри й проникність, що теоретично може знижувати іммуно-ініціюючий

потенціал. Проте слід підкреслити — клінічних і епідеміологічних робіт, які б так само масово підтверджували «безпечнішу» природу НРМА в масштабах популяції, значно менше, і більшість оцінок походить від виробників або галузевих матеріалів; тому твердження про «НРМА < НЕМА» за сенсibilізаційним потенціалом треба вважати обережною інтерпретацією на основі наявних даних, а не остаточним фактом [5].

Важливий практичний аспект — не лише хімічна імуногенність мономера, а й ступінь його залишків у вже «затверділому» матеріалі. Під час полімеризації (особливо при UV/LED-застосуванні) ідея полягає в тому, що мономер швидко перетворюється у тривалу полімерну матрицю; проте в реальних умовах частина мономерів лишається неполімеризованою і може елюювати з матеріалу у вигляді залишкового мономера або входити в склад пилу, що утворюється при шліфуванні. Дослідження виділення залишкових мономерів і їх елюції демонструють, що неповне/неоптимальне затвердіння і механічна обробка сприяють вивільненню НЕМА та подібних сполук у навколишнє середовище, що підвищує ризик шкірного та інгаляційного контакту. Фактори, які підвищують токсичний ризик, включають некоректну технологію відверження (недостатній час/потужність лампи), відкриті ємності та контамінацію робочої поверхні, утворення пилу під час обпилювання та відсутність локальної витяжної вентиляції — всі ці обставини призводять до більшого доступу незв'язаних мономерів до шкіри та дихальних шляхів [6, с. 9].

Отже, з погляду токсикології та професійної безпеки, НЕМА виділяється як найбільш добре документований сенсibilізатор серед названих мономерів; НРМА часто згадується як альтернатива з потенційно нижчим ризиком, але дані поки що обмежені; Di-НЕМА як більш складний бісмонмер має властивості, що знижують його леткість, але через крос-лінкуючу природу і

можливість залишкового вивільнення також може сприяти сенсibilізації при професійній експозиції. Практичний висновок — оцінка ризику для майстрів нігтьового сервісу має враховувати не тільки самі молекули, а й технологічні умови (повнота полімеризації, методи зберігання, механічна обробка, вентиляція), оскільки саме ці фактори реально визначають кількість вільного мономеру, який контактує зі шкірою і дихальними шляхами.

Механізм токсичного впливу на шкіру та слизові. Процес сенсibilізації шкіри низькомолекулярними (мет)акрилатами, такими як НЕМА, НРМА та Di-НЕМА, починається з проникнення молекул через роговий шар і подальшого ковалентного або напівадісного зв'язування з білками епідермісу — явища, що в імунології називають гаптенуванням. У результаті взаємодії мономерів із місцевими білками утворюються нові хімічні комплекси (гаптен-білок), які організм розпізнає як чужорідні антигени; ці комплекси підлягають захопленню і переробці антигенпредставляючими клітинами шкіри, що запускає початкову стадію імунної відповіді. Механізм гаптен-утворення та його значення як першої ланки у розвитку контактної сенсibilізації добре описані в оглядових роботах і дослідженнях з біохімії гаптен-протеїнових взаємодій [7, с. 8].

Після генерації гаптен-білкових комплексів відбуваються класичні імунофізіологічні етапи алергічного контактного дерматиту: презентація пептидних фрагментів Т-клітинам у локальних лімфатичних вузлах, клональна експансія специфічних Т-лімфоцитів і формування популяції пам'яті. При повторному контакті відбувається фаза еліцітації — швидка активація цих гаптен-специфічних Т-клітин, вивільнення прозапальних цитокінів і хемокінів, притягнення ефektorних клітин у шкіру та розвиток клінічної картини: почервоніння, набряк, свербіж, везикуляція або еритематозно-екзематозні зміни. Сучасні дослідження також підкреслюють роль різних

субпопуляцій Т-клітин (включно з CD4+, CD8+ та специфічними рецепторами, які опосередковують розпізнання ліпідних/гідрофобних компонентів) у варіабельності клінічних проявів та тяжкості реакцій [8, с. 8].

У професійному контексті майстрів нігтьового сервісу критично важливим є фактор повторної і кумулятивної експозиції. Часті, щоденні контакти з мономерами, навіть у невеликих дозах, підвищують ймовірність первинної сенсibiliзації та зростають шанси на перехресні реакції між різними (мет)акрилатами; епідеміологічні та клінічні дані демонструють підвищену частоту позитивних патч-тестів до НЕМА серед професійно експонованих осіб. Крім того, технологічні фактори — неповне затвердіння полімера (залишкові неполімеризовані мономери), механічне шліфування покриттів, відкриті ємності з матеріалом і погана вентиляція — підвищують доступність вільних мономерів для контактного і інгаляційного впливу, що посилює як ризик сенсibiliзації, так і ймовірність появи клінічних проявів алергічного контактного дерматиту серед майстрів. Отже, роль кумулятивного навантаження і технологічних недоліків у формуванні професійних шкірних захворювань є ключовою при оцінці ризику і плануванні заходів профілактики.

Випадки професійного дерматиту серед майстрів нігтьового сервісу. Клінічна картина професійного дерматиту у майстрів нігтьового сервісу добре відома в дерматологічній літературі і зазвичай починається з незначних симптомів, які з часом прогресують при подальшій експозиції: почервоніння шкіри навколо нігтьових фаланг і на пальцях, виражений свербіж, сухість і лущення, утворення тріщин та екзематозних вогнищ, іноді — везикул та виразок при тяжких реакціях. Окрім локальних змін, описані випадки «аерогенного» або «повітряного» дерматиту — ураження обличчя чи шиї внаслідок аерозольного розповсюдження мономерів, а також системні або

віддалені прояви (наприклад, парастезії або нігтьові зміни) при тяжких сенсibiliзаціях; у сукупності ці ознаки формують типовий спектр симптомів, який спостерігають як пацієнти-клієнти, так і професійно експоновані майстри [9, с. 431].

Типові зони ураження при професійному контакті з (мет)акрилатами — це передусім пальці рук (особливо подушечки і нігтьові валики), тильна поверхня кисті та зап'ястки, оскільки саме ці ділянки найчастіше контактують з рідинами, липким шаром матеріалів та пилом під час шліфування. У низці клінічних звітів також зазначають ураження шкіри долоні, міжпальцевих проміжків та області навколо зап'ястка — місця утворення напруги та зони, куди часто «затікають» краплини матеріалу під час роботи; при «аерогенному» розсіянні можуть уражатися відкриті ділянки обличчя та передпліччя. Такі локалізації відповідають характеру професійної діяльності й підтверджуються даними патч-тестів та клінічних оглядів у серіях випадків [10, с. 8].

Європейські дослідження та серії випадків фіксують явне зростання частоти алергічних реакцій на (мет)акрилати у зв'язку з широким розповсюдженням гель-технологій у манікюрі після приблизно 2015 року. Наприклад, багатоцентрове дослідження EECDRG та огляди клінічних випадків відмічали, що більшість випадків ACD, пов'язаних з (мет)акрилатами, тепер корелюють саме з косметичними гелями й роботою майстрів манікюру; у деяких регіонах професійні випадки складають значну частину усіх звернень із акрилатною алергією, а в клініках відзначають нові «хвилі» пацієнтів-майстрів за останнє десятиліття. Ці спостереження підкріплюються як систематичними оглядами, так і окремими серіями випадків у дерматологічних центрах [11].

Нарешті, спостереження з практики (що узгоджуються з опублікованими клінічними звітами) показують типову динаміку погіршення

стану шкіри при щоденній експозиції: регулярний контакт із липким шаром після полімеризації, пилом від шліфування та нерегулярне або незахищене прибирання залишків матеріалів призводить до поступового поглиблення симптомів — від сухості і мікротріщин до вираженої екземи, що іноді змушує майстрів змінити професію або значно скоротити практику. У зв'язку з цим у літературі підкреслюють необхідність раннього розпізнавання і профілактичних заходів (рукавички відповідного типу, локальна вентиляція, коректні технологічні режими полімеризації, своєчасне видалення пилу), оскільки своєчасні інтервенції можуть попередити хронізацію хвороби та серйозні соціально-професійні наслідки.

Порівняння з європейськими нормативами безпеки. Європейське регулювання косметичних інгредієнтів останніми роками чітко відреагувало на ризики, пов'язані з (мет)акрилатами в продуктах для моделювання нігтів. Комісійне рішення (Regulation (EU) 2019/831) та висновки Наукового комітету з безпеки споживачів (SCCS) містять конкретні інструменти для обмеження застосування певних мономерів: SCCS дійшов висновку, що НЕМА може вважатися прийнятним у системах штучного моделювання нігтів при концентрації до 35% у готовому препараті за умови, що продукт застосовується винятково на нігтьову пластину і контакт зі шкірою уникнуто; це саме відображено у відповідних положеннях регуляторних документів ЄС. Таке обмеження націлене на зниження ризику сенсibilізації населення і одночасно визнає професійний характер застосування багатьох продуктів для нарощування нігтів [2, с. 25].

Практика маркування і розподілу «професійних» косметичних продуктів у ЄС передбачає, що окремі засоби можуть бути позначені як «тільки для професійного використання» — це юридично обумовлена міра, якою відповідальна за випуск особа повинна контролювати канал збуту і

забезпечити, щоб продукт не надходив у продаж звичайним споживачам без належної підготовки. Таке маркування супроводжується вимогою наявності повного INCI-списку, даних про відповідальну особу та інструкцій з безпечного використання; однак сам напис «professional use only» не ліквідує ризиків, якщо персонал не навчається або якщо продукція потрапляє на вільний ринок через несертифіковані канали.

Незважаючи на регуляторні вимоги, незалежні онлайн-обстеження та ринкові дослідження виявляють суттєві проблеми з контролем складу і маркуванням продукції, що реалізується через інтернет-маркетплейси та несертифіковані постачальні канали. Огляд онлайн-продажів показав присутність НЕМА та інших (мет)акрилатів у продуктах, де інформація про склад або обмеження була неповною або суперечливою, що створює ризик попереднього контакту необізнаних користувачів і професіоналів із засобами, які не відповідають вимогам ЄС. Автори таких досліджень закликають переглянути практики моніторингу ринку та посилити контроль за онлайн-продажами косметичних засобів [12].

На рівні практичного дотримання правил безпеки робочого процесу в салонах реальні умови часто далекі від ідеалу: чисельні дослідження з різних країн вказують на низький рівень використання ефективних засобів індивідуального захисту (рукавички належного типу, правильне їх змінювання), нерегулярну або відсутню локальну витяжну вентиляцію та недостатню організацію прибирання пилу після шліфування. Дослідження охоплювали різні регіони (США, Канада, Іран та ін.) і показали, що тільки частина майстрів користується засобами захисту та має доступ до належної вентиляції; у деяких вибірках відзначено, що лише чверть працівників використовує рукавички під час обслуговування клієнтів, а багато салонів мають неповноцінні системи витяжки. Керівні організації з охорони праці

наголошують, що правильна вентиляція і робочі практики можуть знизити професійний ризик значно, але їх впровадження потребує як інвестицій, так і фахового навчання персоналу [13, с. 7].

Щодо ситуації в Україні прямі систематичні дослідження рівня дотримання норм у салонах нігтьового сервісу у відкритому доступі обмежені; журналістські матеріали та репортажі підтверджують високу популярність гелевих манікюрів і активну роботу індустрії, навіть у складних умовах (наприклад під час воєнних викликів), але кількісних національних обстежень щодо вентиляції, типів рукавичок або походження продукції (сертифіковані vs онлайн-маркетплейси) знайдено небагато. Тому для оцінки реального рівня захисту в українських салонах корисно опиратися на міжнародні дані про типові помилки і на настанови з охорони праці (а також на локальні інспекційні практики органів охорони здоров'я), і водночас наголошувати на потребі місцевих досліджень та моніторингу з метою вироблення національних рекомендацій.

Таблиця 1

**Порівняння нормативних вимог ЄС і типової практики на ринку та в
салонах**

Пункт	Норматив/рекомендація (ЄС)	Ситуація на ринку / у салонах (докази)
Обмеження концентрації НЕМА	SCCS: НЕМА до 35% у готовому продукті при застосуванні лише на нігтьову пластину; регуляторні положення у Regulation (EU) 2019/831.	Ринкові онлайн-огляди знаходять НЕМА у продуктах з неповною інформацією про обмеження та в товарах, що продаються без належної сертифікації.
Маркування «тільки для професійного використання»	Маркування дозволяє контролювати канал збуту; відповідальна особа зобов'язана забезпечити обмеження продажів.	Маркування є, але продукти часто потрапляють на онлайн-платформи; відсутність контролю остаточно не виключає потрапляння «професійних» продуктів до споживачів.

Контроль складу на онлайн-ринках	Регуляція вимагає INCI та відповідальних осіб; ринок вимагає нагляду.	Дослідження онлайн-ринку показують неповне маркування і випадки невідповідності; є заклики до посилення моніторингу.
Засоби індивідуального захисту (PPE)	Рекомендації: рукавички належного типу, навчання, техніка безпеки; вентиляція як ключовий інженерний захід.	Дослідження показують низький рівень застосування PPE та часті недоліки у вентиляції у багатьох салонах; потреба в інтервенціях.
Національний моніторинг (Україна)	— (немає централізованих публічних даних у відкритому доступі)	Даних мало; локальні репортажі вказують на популярність процедур, але відсутні широкі наукові обстеження дотримання безпеки.

Джерело: складено за [2]

Оцінка рівня експозиції та накопичувального ефекту мономерів. Оцінка рівня експозиції і потенціалу накопичення мономерів у майстрів нігтьового сервісу починається з простого факту: джерела експозиції на робочому місці багато- й різнотипні, тож сумарний вплив формується як через часті короткочасні контакти, так і через більш рідкі, але інтенсивні події (розливи, шліфування, робота з відкритими флаконами). Під час нанесення гелів і монолітних покриттів майстер має прямий контакт з рідкими складами та липким шаром; механічна обробка поверхні (шліфування, зняття покриття) генерує пил і аерозолі, в яких можуть міститися як частинки полімеру, так і залишкові неpolімеризовані мономери, які елюють із твердої матриці. Дослідження виділення залишкових мономерів демонструють, що частина мономерів може залишатися в матеріалі і вивільнятися з часом або при абразивній обробці, що підвищує хронічну шкірно-інгаляційну експозицію персоналу [13, с. 8].

Частота контактів у типовому робочому циклі майстра — щоденна, багаторазова протягом робочого дня — створює умови для кумулятивного

навантаження: навіть якщо масові концентрації окремого випадкового контакту невеликі, повторні мікродози, які потрапляють на неушкоджену або мікропошкоджену шкіру, підвищують ймовірність сенсibilізації. Окрім прямого нанесення, невидимі шляхи (контамінація робочих поверхонь, інструментів, мобільних телефонів; торкання обличчя) забезпечують постійний фон контакту, а пил від шліфування може осідати на шкірі і на слизових, продовжуючи епідермальний контакт поза часом безпосередньої обробки. Це підкріплюється спостереженнями польових досліджень, які фіксують робочі симптоми і хіміко-гігієнічні показники у працівників салонів.

Порівнювати нормативні або «безпечні» концентрації з реальними вимірюваннями у робочих приміщеннях потрібно обережно: нормативи для компонентів косметичних продуктів (наприклад, обмеження НЕМА у готових засобах) регулюють не повітряну концентрацію, а концентрацію компонента у формулі продукту, тоді як експозиція працівника визначається вивільненням залишкових мономерів, умовами полімеризації і вентиляцією. Європейський висновок SCCS підкреслює, що навіть при обмеженні НЕМА у готовому розчині до 35% ризик сенсibilізації існує, якщо продукт застосовується неналежним чином або відбувається контакт зі шкірою; це означає, що нормативи за концентрацією не замінюють інженерні та організаційні заходи контролю на робочому місці. У польових дослідженнях реальні концентрації ЛОС і складних сумішей у повітрі салонів інколи перевищують рекомендації щодо допустимих показників для окремих компонентів або принаймні створюють сумарний хронічний ризик, особливо за відсутності адекватної вентиляції [2].

Недотримання технологічних режимів полімеризації (занижений час експозиції лампи, невідповідна потужність LED/UV-джерела, нерівномірне нанесення фотоініціатора) призводить до підвищення частки залишкових

неполімеризованих мономерів у шарі покриття. Це ж посилюється при зберіганні продуктів у відкритих ємностях або при змішуванні компонентів не за інструкцією: відкриті флакони збільшують поверхню випаровування, а контамінація робочих поверхонь — можливість систематичного контакту. Сучасні лабораторні дослідження полімеризації показують, що вибір фотоініціаторної системи, а також параметри відверження істотно впливають на ступінь конверсії мономеру; отже, технічні помилки в процесі або використання некваліфікованого обладнання прямо підвищують токсичний ризик для майстра [14, с. 13].

Інгаляційний шлях впливу стає критичним за відсутності локальної витяжки або ефективної загальної вентиляції: пил від шліфування може проникати в дихальні шляхи, а леткі залишки мономерів і супутні ЛОС створюють атмосферу, що подразнює слизові оболонки і може призводити до респіраторних симптомів або, в окремих випадках, до сенситизації органів дихання. Оцінки ефективності систем витяжки вказують, що локальна витяжка (LEV) може знижувати рівні забруднення в зоні дихання майстра значно — іноді на 50% і більше — але їх ефективність залежить від правильної установки і експлуатації; у деяких інтервенційних дослідженнях комбінація місцевої і загальної вентиляції давала TVOC-зниження до 73%. Якщо локальна витяжка відсутня, ймовірність інгаляційного впливу зростає суттєво, особливо під час процедур, що генерують пил або аерозолі.

Таблиця 2

Оцінка експозиційних шляхів, наявних доказів і практичних заходів контролю

Шлях контакту	Докази / типові вимірювання	Ризик / потенційні наслідки	Практичні заходи контролю (рекомендації)
Шкірний контакт (нанесення, липкий шар, контамінація)	Полеві звіти, патч-тести, дані про залишкові мономери у продуктах.	Високий ризик сенсibiliзації і АКД при частому контакті.	Нітрилові рукавички, миття рук, уникнення торкання обличчя, закриті ємності.
Пил від шліфування / аерозолі	Вимірювання TVOC та пилу у зоні дихання, аналізи пилу на залишкові мономери.	Інгаляційне подразнення, ризик респіраторної сенситизації; додатковий шкірний контакт через осідання пилу.	Локальна витяжка (LEV), респіратори при необхідності, регулярне зволоження прибирання/витяжна система.
Леткі випаровування з відкритих ємностей	Вимірювання ЛОС у приміщеннях, моніторинг TVOC.	Постійне фонове подразнення слизових, кумулятивна експозиція.	Закриті ємності, мінімізація часу відкритого зберігання, покращена загальна вентиляція.
Неправильна полімеризація (залишкові мономери у покриттях)	Лабораторні дослідження ступеня конверсії, вплив фотоініціаторів і режимів відвернення.	Підвищений вміст неполімеризованих мономерів → шкірний контакт/елюція в повітря.	Дотримання технічних режимів (час, потужність лампи), контроль обладнання, перевірка якості продукту.
Кумулятивна/побутова експозиція (контамінація інструментів, телефону)	Опитування працівників, спостереження за робочими практиками.	Хронічна експозиція, підвищена ймовірність сенсibiliзації.	Навчання персоналу, розділення робочих зон, регулярне прибирання, процедури гігієни.

Джерело: складено за [2]

Висновки. Проведений аналіз показав, що мономери, зокрема гідроксіетилметакрилат (HEMA), які входять до складу гелів та акрилатів для манікюру, становлять потенційну небезпеку для здоров'я працівників

індустрії краси через здатність спричиняти алергічні реакції, подразнення шкіри та дихальних шляхів. Європейські нормативи (Regulation (EU) 2019/831) чітко регламентують максимально допустимі концентрації таких речовин та передбачають маркування «тільки для професійного використання», що в Україні часто не дотримується через відсутність належного контролю якості та сертифікації.

Реальні умови праці у салонах, де нерідко не забезпечено ефективної вентиляції, фільтрації повітря та захисних засобів, призводять до підвищеної експозиції мономерів і потенційного накопичення токсичних речовин в організмі. Недотримання технологічних режимів під час полімеризації матеріалів збільшує ризик сенсibilізації, що потребує впровадження системного токсикологічного моніторингу.

Загалом результати свідчать про необхідність гармонізації українських стандартів безпеки із європейськими, посилення контролю за ринком професійної косметики та підвищення рівня обізнаності майстрів щодо правил безпечної роботи з полімерними матеріалами.

Література

1. Kalenge S., Kirkham T.L., Nguyen L.V., Holness D.L., Arrandale V.H. Skin Exposure to Acrylates in Nail Salons. *Annals of Work Exposures & Health*. 2021. Vol. 65, No. 2. P. 162-166. DOI:10.1093/annweh/wxaa063.

2. Scientific Committee on Consumer Safety (SCCS). Opinion on the safety of cosmetic ingredients HEMA (CAS 868-77-9) and Di-HEMA Trimethylhexyl Dicarbamate (CAS 41137-60-4 / 72869-86-4) Submission I (Sensitisation only) (SCCS/1592/17- Final version adopted on 21-22 June 2018). European Commission, Directorate C – Public Health, Country Knowledge & Scientific Committees. Luxembourg, 2018. 40 p. Available from:

https://health.ec.europa.eu/document/download/f2d34117-bae2-4a1f-b659-f5fb193f58ea_en

3. European Chemicals Agency (ECHA). Substance information: Registration number 100.011.621. Available from: <https://echa.europa.eu/fr/substance-information/-/substanceinfo/100.011.621>

4. de Groot A.C., Rustemeyer T. 2-Hydroxyethyl methacrylate (HEMA): A clinical review of contact allergy and allergic contact dermatitis - Part 1. Introduction, epidemiology, case series and case reports. *Contact Dermatitis*. 2023. Vol. 89, No. 6. P. 401-433. DOI:10.1111/cod.14405.

5. Dynamic Nail Supply. *Understanding the Difference Between HEMA and HEMA: What You Need to Know*. Houston, TX: Dynamic Nail Supply, July 31 2025. Available from: https://dynamicnailsupply.com/blogs/news/understanding-the-difference-between-hema-and-hpma-what-you-need-to-know?srsId=AfmBOorwNAPByB4ho11WV4cqVMrEZmFdios0erHtggbDFPmWIFFncb0l&utm_source

6. Duruk G., Evaluation of residual monomer release after polymerisation of different restorative materials used in paediatric dentistry. *BMC Oral Health*. 2022. Vol. 22, No. 1:232. P. 1-11. DOI:10.1186/s12903-022-02260-9.

7. Karlsson I., Samuelsson K., Simonsson C., Stenfeldt A-L., Nilsson U., Ilag L. L., Jonsson C., Karlberg A-T. *The Fate of a Hapten - From the Skin to Modification of Macrophage Migration Inhibitory Factor (MIF) in Lymph Nodes*. *Scientific Reports*. 2018. Vol. 8: Article 2895. P. 1-11. DOI:10.1038/s41598-018-21327-8.

8. Tramontana M., Hansel K., Bianci L., Sensini C., Malatesta N., Stingeni L. Advancing the understanding of allergic contact dermatitis: from

pathophysiology to novel therapeutic approaches. *Frontiers in Medicine (Lausanne)*. 2023. Vol. 10:1184289. P. 1-10. DOI:10.3389/fmed.2023.1184289.

9. Vázquez-Osorio I., Espasandín-Arias M., García-Gavín J., Fernández-Redondo V. *Allergic contact dermatitis due to acrylates in acrylic gel nails: a report of 3 cases*. *Actas Dermosifiliográficas (English Edition)*. 2014. Vol. 105, No. 4. P. 430-432. Available from: <https://actasdermo.org/en-allergic-contact-dermatitis-due-acrylates-articulo-S1578219014001061>

10. Allergic contact dermatitis from nail acrylates in europe. an eecdr study. Available from: <https://repositori-api.upf.edu/api/core/bitstreams/aebd6886-6ed0-493f-b6d6-31af586a9e57/content>

11. Gonçalo M., Castro Pinho A., Agner T., Andersen K.E., et al. *Allergic contact dermatitis caused by nail acrylates in Europe. An EECDRG study*. *Contact Dermatitis*. 2018. Vol. 78, No. 4. DOI:10.1111/cod.12942.

12. de Paula A. C., Uliana F., da Silva Filho E. A., Paiva Luz P. Nail Polishes: A Review on Composition, Presence of Toxic Components, and Inadequate Labeling. *Dermatology Research and Practice*. 2025. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC11991789/>

13. Ma G., Do T., Philby M., Que J., Fang F., Sheehan M., Gary T., & Cooper D. Characterizing occupational health risks and chemical exposures among Asian nail salon workers on the East Coast of the United States. *Journal of Community Health*. 2019. Vol. 44, No. 6. P. 1-22. DOI:10.1007/s10900-019-00702-0.

14. Bednarczyk P., Roźniakowski K. The Influence of the Photoinitiating System on Residual Monomer Contents and Photopolymerization Rate of a Model Pigmented UV/LED Nail Gel Formulation. *Coatings*. 2025. Vol. 15, No. 10:1125. DOI:10.3390/coatings15101125.