

ДЕКОНТАМІНАЦІЯ. ОСНОВИ, ПРИНЦИПИ, МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ

Під час надзвичайних ситуацій (далі НС) з наявністю небезпечних хімічних речовин (НХР), радіоактивних речовин (РР), біологічних агентів (БА), що надходять із пошкодженого технологічного обладнання внаслідок аварійної ситуації або внаслідок застосування таких речовин як засобів масового ураження під час ведення бойових дій чи з терористичною метою, відбувається їх поширення у навколишньому середовищі, утворюється зона ураження – територія, в межах якої концентрація небезпечних речовин є більшою, ніж гранично допустима. Комплекс заходів з ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, пов'язаних з викидом (виливом) РР або НХР, передбачає застосування сил і засобів цивільного захисту безпосередньо в осередках ураження та зонах забруднення. Таким чином, аварійно-рятувальні підрозділи, які здійснювали рятувальні або інші невідкладні аварійні роботи, безумовно зазнають забруднення небезпечними речовинами – контамінантами. При цьому також може відбуватися ураження людей, присутніх у районі НС, забруднення / зараження транспортних засобів, обладнання, будівель та споруд.

Існує два основні типи забруднення: пряме забруднення / зараження і перехресне.

Пряме забруднення / зараження відбувається безпосередньо в осередку надзвичайної ситуації внаслідок:

- прямої дії небезпечних агентів (безпосереднього контакту);
- осадження або поглинання небезпечних агентів персоналом, матеріалами, конструкціями та місцевістю;
- переміщення людей або техніки по забруднених територіях;
- мимовільне використання забруднених об'єктів;
- руху хмар небезпечних агентів та переміщення їх на значні відстані.

Перехресне забруднення / зараження відбувається за умови, що хтось або щось не було належним чином очищено або знезаражено і контактує з іншим об'єктом або людиною за межами осередку надзвичайної ситуації, при цьому відбувається ненавмисне перенесення рідкого або твердого хімічного агента з однієї поверхні на іншу.

Перенесення та поширення забруднення небезпечними речовинами може відбуватися внаслідок цілеспрямованого або випадкового контакту з поверхнями, на яких осіли рідкі або тверді забруднення – контактне перенесення. Сюди ж можна віднести процес перенесення забруднення під час переміщення людей або техніки із забрудненої території на незабруднені ділянки.

Крім того, поширення забруднення може відбуватися внаслідок переміщення адсорбуючих матеріалів, що були задіяні у поглинанні, уловлюванні небезпечних речовин, у порах яких знаходяться небезпечні компоненти. За певних умов відбувається десорбція таких речовин із

поверхні поглинального матеріалу і поширення забруднення навколишнього середовища парою небезпечної речовини.

Запобігання будь-якого виду забруднення завжди має пріоритет. Однак, якщо неможливо захистити людей або матеріали від забруднюючих речовин, безпеку, яка виникає від їх впливу, можна усунути лише за допомогою ефективної деконтамінації. Тому з метою запобігання ураження людей та довкілля або зменшення рівня впливу забруднення НХР, РР або зараження БА завершальним етапом ліквідації наслідків таких надзвичайних ситуацій повинно бути проведення комплексу робіт щодо знезараження людей, очищення споруд, техніки, харчових продуктів, засобів індивідуального захисту, що використовувалися під час ліквідації наслідків аварії. Таке очищення забезпечує не тільки захист потерпілого шляхом видалення шкідливих агентів зі шкіри, що знижує рівень їх небезпечного впливу, але і захищає інших робітників, працівників екстреної допомоги, медичного персоналу від перехресного забруднення.

Деконтамінація являє собою збірне поняття, що означає немедичні заходи, спрямовані на зменшення рівня забруднення (загрози), його впливу на потерпілих та мінімізацію наслідків події радіаційного, хімічного, біологічного характеру

Передбачає процес (комплекс заходів) очищення (відповідної спеціальної обробки) від забруднювачів (контамінантів), що призводить до усунення або зниження до допустимих меж забруднення об'єктів (поверхні об'єктів), матеріалів тощо.

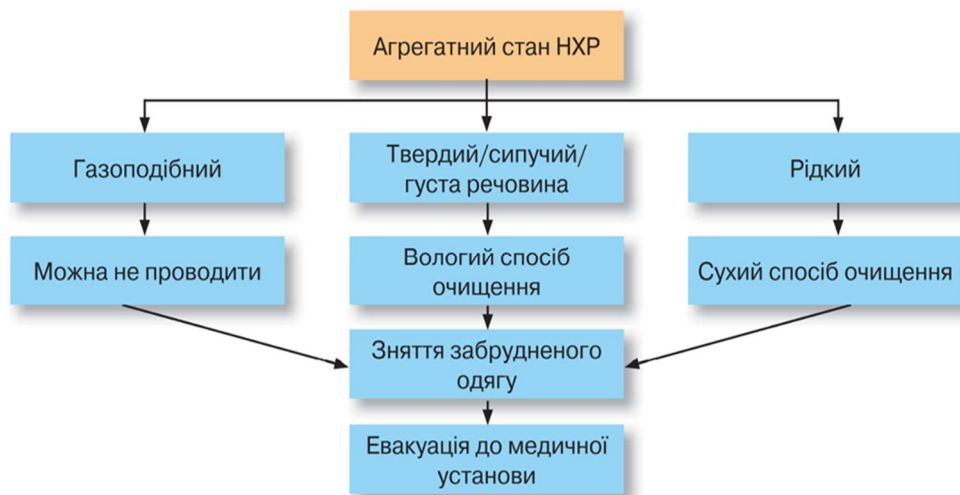
Необхідність проведення деконтамінації залежить від агрегатного стану небезпечного агенту та його стійкості у часі.

Токсичні гази надходять від осередка хімічного забруднення і утворюють хмару токсичних газів. Токсичні хімічні агенти, що поширюються у вигляді газової хмари, переносяться за вітром на велику територію. Більшість токсичних газів досить легко розсіюються у навколишньому середовищі і з часом їх концентрація суттєво зменшується. Деякі гази розчиняються у воді, тому для оперативного зниження небезпеки таких речовин застосовують їх осадження тонкорозпиленими струменями води. Деконтамінація поверхонь у цьому випадку не потрібна.

Рідкі хімічні речовини, що витікають із пошкодженого обладнання і забруднюють поверхню, можуть виділяти токсичну пару внаслідок випаровування протягом декількох днів. Рідкі бойові отруйні речовини (БОР) застосовують, як правило, у розпиленому стані у вигляді туману або крапельного потоку, який поступово осідає на землю та інші поверхні. Рідини, що знаходяться у стані аерозолі, тобто дрібнодисперсних частинок, завислих у газовому середовищі, поведуться так само, як пари, і якщо рідина легко випаровується або розкладається, то деконтамінація також не потрібна. Проте, якщо рідина має високу густину і стійкість у часі, то таке забруднення прилипає до поверхні і повільно випаровуватися, що збільшує час впливу небезпечної речовини на організм людини та ускладнює процес деконтамінації. Деякі БОР мають виключно високу шкіро-резорбтивну

токсичність. Незначна крапля таких контамінантів, яка потрапила на тіло або обмундирування, легко проникає через шкіру та призводить до смертельного ураження особового складу, навіть захищеного протигазом. У цьому випадку можна застосовувати сухий спосіб очищення з використанням волокнистих або дисперсних адсорбуючих матеріалів (протирання або засипання осередку ураження). У деяких випадках протирання здійснюють із використанням різних деконтамінуючих засобів, які не тільки фізично видаляють небезпечну речовину, але і вступають у хімічну взаємодію з небезпечними речовинами та призводять до їх нейтралізації.

Тверді токсичні речовини поширюються у навколишньому середовищі у вигляді аерозолів й осідають на поверхнях у вигляді дрібного пилу, який може представляти собою заморожений хімічний туман або порошок, покритий небезпечними хімічними засобами або біологічними токсинами. За умови осадження пилу дощем або струменем розпиленої води може відбуватися забруднення великих площ, а при випаровуванні крапель води залишається тверде забруднення. Для усунення такого забруднення можна застосовувати механічне видалення небезпечних речовин за рахунок струшування, відсмоктування, вологого протирання або змивання струменем води.



Спеціальну обробку проводять під час ліквідації наслідків хімічного чи радіаційного забруднення або після її завершення. Крім того деконтамінацію проводять під час масових інфекційних захворювань людей та тварин.

Деконтамінація – це обов’язкова найбільш ресурсоемна та глобальна складова частина заходів з ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій з наявністю небезпечних хімічних чи радіоактивних речовин або біологічних агентів, яка спрямована на знешкодження небезпечних речовин або їх видалення з поверхні тіла людини, одягу, взуття, засобів індивідуального захисту, технічних засобів та інших об’єктів, а також територій, з якими

людина стикається, з метою запобігання або зменшення їх прямої чи непрямой вражаючої дії.

Деконтамінація – це не стільки складний, динамічний, нелінійний і багатофункціональний процес, що не існує чітких правил його проведення, а лише загальні рекомендації щодо організації, забезпечення, вибору методів і засобів проведення.

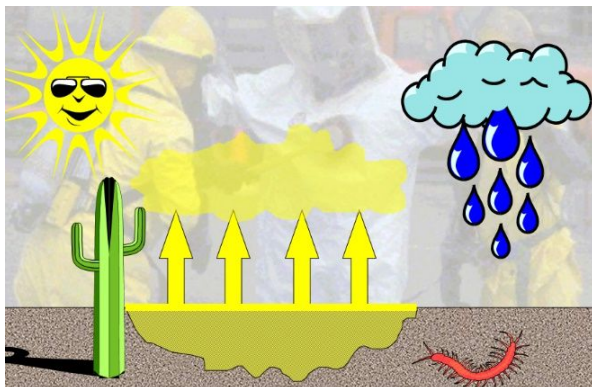
Деконтамінація у районі надзвичайної ситуації вирішує кілька завдань:

- швидке та ефективно усунення, знищення або зменшення рівня існуючого забруднення / зараження небезпечною речовиною персоналу, населення, транспортних засобів, інфраструктури, одягу та обладнання;
- контроль поширення забруднення за межі району надзвичайної ситуації, щоб запобігти ймовірного ураження людини небезпечними речовинами, потенційного перехресного зараженню та подальшої ескалації проблеми;
- забезпечення можливості подальшого використання засобів індивідуального захисту, технічних засобів, будівель та споруд, земельної ділянки, що піддалися забрудненню;
- полегшення безпечного зняття забрудненого одягу, щоб запобігти вторинному забрудненню;
- відновлення готовності техніки, транспорту і особового складу до виконання завдань із проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт з мінімізації залишкового ризику.

1. ВИДИ ТА СПОСОБИ ДЕКОНТАМІНАЦІЇ

Насамперед, розрізняють зменшення негативного впливу небезпечних речовин на людину та навколишнє середовище за рахунок природних процесів та внаслідок спрямованої діяльності людини із застосуванням певних технічних засобів.

Природна деконтамінація – це зменшення ступеня забруднення небезпечними речовинами з часом під впливом природних чинників: вітру, сонця, дощу, або внаслідок природного розпаду радіоактивних елементів.



Небезпечні гази можуть розсіятися в атмосфері, небезпечні рідини з часом випаровуються, аерозоль осідає або абсорбується краплями рідини. Швидкість природної деконтамінації залежить, насамперед, від метеорологічних умов, стійкості хімічних речовин на ґрунті та інших об'єктах і вимагає у деяких випадках значного часу.

Так, температура навколишнього середовища впливає, насамперед, на швидкість деконтамінації хімічного забруднення і не впливає на

радіологічне забруднення. За умови підвищення температури швидкість випаровування рідини збільшується, а стійкість забруднення хімічними речовинами знижується. Дощ змиває ОР з поверхні об'єктів і місцевості і прискорює розкладання ОР за рахунок гідролізу.

Речовина	Середній час можливого впливу
	За температури мінус 10 °С
VX	8 діб
Табун	4 доби
Іприт	4 доби
Зоман	2 доби
Люїзіт	1 доба
Зарін	8 годин
Синільна кислота	2 хвилини
Речовина	За температури 15 °С
VX	3 доби
Табун	1 доба
Іприт	1 доба
Зоман	5 годин
Люїзіт	1 година
Зарін	30 хвилин
Синільна кислота	10 секунд

Волога і дощ також впливають на швидкість природної деконтамінації. Сильний дощ фізично видаляє забруднення з поверхонь, але забруднений стік може накопичуватися на дренажних ділянках. Дощ може запобігти десорбції аерозолів та вимиванню забруднення ґрунту.

Волога має тенденцію розщеплювати хімічні агенти, але робить це повільно. Біологічні засоби за низької вологості висихають, що знижує їх стійкість.

Штучна деконтамінація – це зменшення ступеня забруднення небезпечними речовинами з використанням людських та технічних ресурсів (спеціальні технічні засоби та деконтамінаційні речовини) шляхом їх змивання, протирання, зм'ягчання, збирання, прання, кип'ятіння, хімічного чищення тощо.

Під час проведення аварійно-рятувальних робіт найбільш вживаними методами деконтамінації є технічні процедури видалення забруднення або знезараження шкірних покривів людини, засобів індивідуального захисту, технічних засобів. Основним засобом для проведення деконтамінації є вода.

Способи проведення деконтамінації

Штучну деконтамінацію проводять з використанням **різних способів**: механічних; хімічних; фізичних; комбінованих.

Механічний спосіб полягає в механічному видаленні небезпечних речовин, насамперед, радіоактивного пилу, із забруднених об'єктів щіткою, за допомогою пилососа або витрушуванням, обтиранням поверхонь ганчір'ям, змиванням струменем води або за допомогою розчинників (бензин, гас, спирт, ацетон), зняттям і видаленням верхнього забрудненого шару, фільтруванням, здуванням струменем повітря.

Механічний спосіб найбільш простий, доступний і, як правило, використовується для дезактивації техніки, автотранспорту, одягу, засобів індивідуального захисту в найкоротший термін після виходу із забрудненої території.

Хімічний спосіб заснований на здатності НХР вступати в реакції окиснення, хлорування, гідролізу або зв'язування з іншими речовинами з утворенням нешкідливих чи малотоксичних сполук.

Зважаючи на хімічну природу дегазуючих речовин і здатність їх взаємодіяти з небезпечними хімічними речовинами, всі речовини-деконтаміанти поділяють на групи:

- окислювально-хлорувальної дії (речовини, що містять активний хлор);
- лужного (основного) характеру, (гідролітичної дії);
- табельні дегазуючі суміші (розчини).



Фізичний спосіб заснований на використанні сорбентів (силікагель, активоване вугілля) та здатності НХР до випаровування при дії гарячого повітря. Термообробка проводиться за допомогою теплових машин.



Найбільш ефективним є **комбінований (фізико-хімічний)** спосіб деконтамінації, при якому завдяки спільному впливу фізичних та хімічних факторів відбувається швидке і повне руйнування НХР.



Залежно від об'єктів, що обробляються, деконтамінацію поділяють на санітарну та спеціальну обробки.

Санітарна обробка – це знезараження та видалення радіоактивних, небезпечних хімічних речовин та біологічних патогенних агентів зі шкірних покривів та слизових оболонок очей, рота, носа, верхніх дихальних шляхів людей, а також з їхнього одягу та взуття. При цьому відбувається заміна білизни та одягу.

Проводиться з метою попередження або максимально можливого ослаблення ураження людей в першу чергу в тих випадках, коли ступінь зараженості тіла людини перевищує допустимі рівні.

Спеціальна обробка – комплекс заходів, спрямованих на знешкодження небезпечних речовин / нейтралізацію НХР та їх видалення із забруднених поверхонь різних об'єктів (техніки, приладів та ін.), а також засобів індивідуального захисту.

Залежно від виду забруднення (зараження), яке необхідно видалити та нейтралізувати, проводять **дегазацію, дезактивацію та дезінфекцію.**

Дегазація – дія, спрямована на знешкодження (нейтралізацію, розкладання, зв'язування) небезпечних хімічних речовин, їх ізоляцію (екранування) або видалення (випаровування, змивання або екстракцію) із зараженої поверхні забруднених об'єктів або внутрішнього об'єму до допустимих концентрацій або повного зникнення.

Розрізняють природну (пасивну дегазацію або самодегазацію) та штучну дегазації (активну технічну дегазацію).

Природна дегазація відбувається самовільно під впливом сил природи за рахунок випаровування та розсіювання (дифузії) пари бойових отруйних речовин (БОР) або токсичних промислових речовин (ТПР) вітром, окиснення киснем повітря, розчинення та гідролізу хімічних речовин вологою повітря та ґрунту до нетоксичних продуктів. Але швидкість природної дегазації не завжди може задовольняти цивільне населення, особовий склад рятувальних підрозділів, військових формувань. Природна дегазація об'єктів, заражених стійкими ОР, продовжується від декількох діб до декількох тижнів; обмундирування, зараженого парами ОР, в літній час – декілька годин. На тривалість природної дегазації істотно впливають метеорологічні умови.

Штучну дегазацію проводять за допомогою спеціальних технічних методів, які значно прискорюють видалення або знешкодження БОР та ТПР.

За умови ураження людей або забруднення техніки та майна нестійкими БОР або ТПР, наприклад, фосгеном, синильною кислотою, необхідність проведення спеціальної обробки, як правило, відсутня. У цих випадках для знешкодження НХР найчастіше буває достатньо природної дегазації за рахунок швидкого руйнування токсикантів, особливо влітку.

Необхідність проведення дегазації виникає за умови формування зон хімічного зараження стійкими БОР або ТПР, оскільки у цьому випадку існує реальна загроза ураження людей (особового складу військових формувань,

рятувальних підрозділів, цивільного населення), які знаходяться на відкритій території, внаслідок впливу токсикантів через шкіру, слизові оболонки та ранову поверхню. Крім того, всі поверхні засобів індивідуального захисту, приладів, механізмів, що забруднені стійкими БОР, є небезпечними для оточуючих.

Дегазацію можна проводити хімічним, фізико-хімічним, фізичним і механічним способами.

Хімічний спосіб дегазації ґрунтується на взаємодії хімічних речовин з токсичними речовинами, внаслідок чого утворюються нетоксичні продукти. Такий спосіб здійснюється протиранням забрудненої поверхні дегазаційними розчинами або обробкою водяними кашками, наприклад, водні суспензії гіпохлориту кальцію, ДТС ГК (двотретиниосновна сіль гіпохлориту кальцію), хлорного вапна.

Для дегазації застосовують речовини окислювально-хлоруючої дії (гіпохлориди, хлораміни) і лужні (їдкі луги, соду, аміак, солі амонію тощо), а також спеціальні дегазаційні розчини.

У разі відсутності штатних дегазаційних речовин можна використовувати промислові відходи, які містять у собі речовини лужної або окислювально-хлорувальної дії.

Фізичний спосіб дегазації (безрідинний) заснований на видаленні БОР та ПТР із забрудненої поверхні за допомогою сорбентів (силікагель, активоване вугілля) та здатності НХР випаровуватися та часткового розкладатися під дією високотемпературного газового потоку. Такий спосіб реалізують за допомогою спеціальних теплових машин.

Фізико-хімічний спосіб дегазації (рідинний) заснований на змиванні НХР із забрудненої поверхні за допомогою мийних засобів (детергентів) або органічних розчинників. Для цього використовують 0,3 % розчини детергентів у воді влітку або в аміачній воді (20-25 % водний розчин аміаку) взимку; як органічні розчинники застосовують бензин, гас, дизельне паливо, ацетон, дихлоретан, спирт.

За умови проведення дегазації змиванням слід мати на увазі, що, незважаючи на досить повне знезараження об'єкта, після такої обробки НХР не втрачають своїх токсичних властивостей, вони не знешкоджуються, а тільки розчиняються і видаляються із забрудненої поверхні разом із розчинником. Тому розчини, що утворилися в ході проведення дегазаційної обробки, використані ганчір'я і тампони повинні бути знешкоджені хімічним шляхом або спалюванням. Також підлягає знезараженню з подальшою перевіркою на наявність небезпечних речовин територія, де проводилася дегазація.

Механічний спосіб передбачає зрізання та видалення верхнього забрудненого шару, наприклад, зрізання та видалення верхнього шару ґрунту за допомогою бульдозерів, грейдерів на глибину 7-8 см, а снігу – до 20 см або нейтралізації забрудненої поверхні з використанням покриття із соломи, очерету, дошок тощо.

Дезактивація – дія, спрямована на видалення (струшування, здування або змивання) радіоактивних речовин із забруднених поверхонь об'єкта або екстракцію їх з внутрішнього об'єму матеріалу з метою зниження радіоактивного забруднення до допустимих норм, що є безпечними для людини.

Радіаційна небезпека обумовлена наявністю радіоактивних відходів, що утворюються внаслідок використання джерел іонізуючого випромінювання, та застосування ядерних технологій, таких, як виготовлення, експлуатація і переробка ядерного палива, ремонт обладнання та перезавантаження ядерного палива на АЕС тощо. Радіоактивне забруднення відбувається через безпосередній контакт із середовищем, яке містить радіонукліди, у тому числі шляхом їх осідання з повітря.

Зменшення рівня радіоактивного забруднення можливе природним шляхом та штучним, за активної участі людини. Природний шлях полягає у зменшенні рівня радіоактивності через природний розпад радіоактивних елементів. Саме цим пояснюється швидкий спад радіоактивності у перші години після інциденту із викидом радіоактивних речовин. Пов'язано це з тим, що значна кількість ізотопів мають малий період напіврозпаду. Природний шлях використовують, насамперед, для дезактивації газоподібних відходів АЕС.

Для дезактивації газоподібних відходів застосовують або витримку в газгольдерах, які можуть монтуватися безпосередньо у нижній частині вентиляційної труби, упродовж часу, потрібного для розпаду радіонуклідів, або очищення у абсорбційних установках.

Наявність довго живучих ізотопів вимагає проведення спеціальних заходів дезактивації.

Необхідно відмітити, що радіологічна дезактивація означає лише видалення радіоактивних речовин із забрудненої поверхні, при цьому немає детоксикаційного рішення.

Дезактивація може проводитися механічним, фізичним, хімічним і фізико-хімічним способами, які один одного доповнюють. Процес дезактивації відбувається у два етапи: перший – руйнування зв'язку між носіями радіоактивного забруднення та забрудненою поверхнею і другий – транспортування радіоактивного забруднення з цієї поверхні.

Механічний спосіб застосовують для дезактивації поверхонь будівель, техніки, транспортних засобів, одягу, персонального професійного обладнання шляхом механічного видалення радіоактивних речовин, пилу щіткою, обтиранням ганчір'ям, за допомогою потужного струменя повітря (наприклад, із авіаційного двигуна) чи води, при чому поверхневий натяг води зменшують шляхом нагрівання чи додавання поверхнево-активних речовин, таких як мило, пральний порошок чи інший миючий засіб, або під час дезактивації земельних ділянок шляхом зняття і видалення верхнього забрудненого шару ґрунту.

Коли радіоактивні речовини знаходяться на поверхні та слабо з нею зв'язані, забруднюючі речовини збирають із поверхні за допомогою вакууму. У деяких випадках механічний спосіб дезактивації є найкращим, зокрема, для пористих поверхонь.

До механічних також відносять абразивний спосіб – зняття поверхневого забрудненого шару за допомогою спеціальних абразивних засобів (піскоструменеве очищення, очищення кісточною крихтою, дрібними кристаликами льоду тощо).

Струменевий спосіб очищення базується на властивості води розчиняти деякі хімічні речовини та очищувати за допомогою струменевого промивання гладкі поверхні майже усіх матеріалів від забруднення. Гідромеханічну дезактивацію можна застосовувати для дезактивації бетонних поверхонь, після чого радіоактивність знижується на 30-50 %. Проте вода є малоефективною при очищенні старих та хімічно зв'язаних із поверхнею забруднень. Велике значення має також сила тиску струменя води.

Відомі та застосовуються також способи *фізичної* дезактивації із застосуванням плазми та термічної обробки. До фізичних способів дезактивації відносять також дезактивацію плавленням. Якщо отриманий після переплавлення метал має менші рівні радіоактивності, то він може бути повторно використаний. Якщо ж через зменшення об'єму концентрація радіонуклідів навпаки підвищується, такий метал підлягає захороненню.

Унаслідок тісного контакту радіоактивних речовин з поверхнею багатьох матеріалів і, як наслідок, глибокого проникнення радіоактивних речовин всередину поверхні, механічний та фізичний способи дезактивації можуть не дати необхідного ефекту. Тому разом з ними використовують *фізико-хімічний спосіб*, який передбачає використання розчинів детергентів (поверхнево-активних та спеціальних хімічних речовин), які значно підвищують ефективність видалення (змивання) радіоактивного пилу з поверхонь.

Для підвищення ефективності змивання використовують щавлеву та лимонну кислоти, луги, фосфат натрію, трилон Б, аміачну воду, 0,3 % водні розчини детергентів (мила або пральних порошків).

На українських АЕС найчастіше застосовують такі засоби як Любомид-105, СелОРС, Бар'єр. Перевагами цього методу є простота застосування та відносно невеликий обсяг відходів, що утворюються.

Застосовують також електрохімічну дезактивацію, під час якої металеву забруднену деталь поміщають у спеціальну ємність та подають на неї заряд електричного струму. Застосування електрохімічної дезактивації дозволяє видаляти локальні забруднення, скоротити тривалість процесу дезактивації, витрату реагентів та кількість рідких відходів, підвищити якість очищення поверхні.



Одним із маловідходних способів проведення дезактивуючих заходів є дезактивація за допомогою піни. Цей спосіб відзначається відносно невеликою кількістю утворення радіоактивних відходів після дезактивації. При створенні піни розчинником слугує вода, а до складу входять дезактивуючий реагент,

піноутворювач, стабілізатор піни, комплексоутворювачі, які запобігають зворотній сорбції радіонуклідів на поверхні, компоненти, що підвищують адгезію, тощо.

Хімічний спосіб дезактивації полягає у використанні спеціальних хімічних реактивів для видалення радіоактивного забруднення з поверхонь. Деяка частина ізотопів настільки міцно закріплюється на поверхні об'єктів, що їх не вдається видалити за допомогою детергентів. Для їхнього видалення у дезактивуючі розчини вводять спеціальні комплексоутворювальні речовини. Роль їх зводиться до того, що вони розчиняють забруднюючу плівку, не руйнуючи матеріал об'єкта дезактивації, і далі вступають у взаємодію з ізотопами, утворюють комплексні сполуки, які добре розчиняються у воді. До таких комплексоутворювальних речовин належать: фосфати натрію (гексаметафосфат натрію, пірофосфат натрію, тринатрій фосфат), щавлева, лимонна, винна кислоти, їхні солі.

Застосування хімічного способу найбільш ефективно для обробки значних за розміром об'єктів, таких як стіни чи підлога. У деяких випадках хімічну дезактивацію виконують зануренням забрудненого предмета у ванну з хімічним дезактивуючим розчином, а перебіг хімічної реакції каталізують перемішуванням або нагріванням розчину. Підвищення ефективності дезактиваційних робіт можливе із використанням ультразвуку.

На сьогодні одним із перспективних способів проведення дезактивації є дезактивація гелями, наприклад, дезактивуючий гель STMI. Це дозволяє зменшити кількість рідких радіоактивних речовин, що утворюються під час дезактивації, завдяки здатності гелів утримувати хімічні реагенти на поверхнях, що обробляються. Гелі мають меншу текучість, ніж звичайні розчини хімічних реагентів, краще втримуються на поверхні, завдяки чому забезпечується більш тривалий контакт дезактивуючого розчину та предмета, що підлягає дезактивації.

Відомий також паро-емульсійний спосіб дезактивації, який полягає у подаванні гарячої дезактивуючої пари у вигляді емульсії за допомогою насиченої пари під тиском.

Застосовують також спосіб дезактивації за допомогою фреону-413, адже він краще, ніж вода, проникає в пори та щілини, активніше взаємодіє з мастилами тощо. До того ж більшість радіоактивних забруднень не розчиняються у фреоні, а тому легко відфільтровуються.

Ефективність дезактивації залежить не лише від особливостей радіаційного забруднення, але й матеріалу, із якого виготовлено предмет, що потребує дезактивації.

Україна – одна із країн, що має найбільший практичний досвід із проведення та організації дезактивації. Технології ускладнюються та удосконалюються, стають все більш ефективними, енергоощадними, більш економічно вигідними, дружніми до навколишнього середовища та людини. Деякі із них дозволяють звести контакт людини і радіоактивної речовини до мінімуму, а це – важливо, адже людське життя та здоров'я безцінні. Проте, персонал, що працює із радіоактивними речовинами, перебуває у групі ризику із потрапляння радіонуклідів на відкриті шкіряні покриви, що може нести загрозу здоров'ю та життю. У разі потрапляння радіоактивних речовин на шкіру, потрібно якомога швидше їх змити. Оптимальна температура води для змивання – не тепліше за 30-32 °С, адже гаряча вода розширює пори і сприяє проникненню забруднення вглиб шкіри. Дезактивацію вважають завершеною, якщо рівень радіоактивності не перевищує допустимого, що підтверджується показами радіометра.

Дезінфекція – дія, спрямована на знищення або видалення біологічних засобів (інфекційних збудників захворювань) з зараженої поверхні об'єкта, а також руйнування токсинів в оточуючому середовищі.

Дезінфекція буває профілактична та осередкова. Остання, у свою чергу, поділяється на поточну та заключну.

Профілактична дезінфекція проводиться з метою запобігання поширенню збудника захворювання у навколишньому середовищі.

Осередкова дезінфекція здійснюється в оточенні інфікованого хворого (поточна) і після його ізоляції або переведення до іншого відділення (заклучна).

Дезінфекцію проводять хімічним, фізичним, механічним, біологічним або комбінованим способами.

Хімічний спосіб – основний метод дезінфекції, який полягає в застосуванні спеціальних дезінфікуючих хімічних речовин та їхніх сполук для знищення патогенних й хвороботворних мікроорганізмів і руйнування біотоксинів на поверхнях, всередині об'єктів і предметів навколишнього середовища, а також у повітрі й різних субстратах.

Хімічні дезінфекційні засоби – це речовини, які застосовують для приготування дезінфекційних розчинів для оброблення різних предметів, щоб знищити збудники інфекційних хвороб у середовищі життєдіяльності людини.



Основні способи проведення дезінфекції із застосуванням хімічних дезпрепаратів:

- зрошення об'єктів обробки за допомогою спеціальної дезінфекційної техніки;
- нанесення аерозолю дезінфекційного засобу на об'єкти обробки за допомогою розпилювача;
- занурення в робочий розчин дезінфекційного засобу посуду, медичних виробів, інструментарію, предметів догляду за хворими, інвентарю тощо;

- протирання різних поверхонь серветкою, змоченою робочим розчином дезінфекційного засобу.

Препарати, які використовуються для дезінфекції повинні відповідати ряду вимог, серед яких: широкий спектр антимікробної активності, безпека для людини та навколишнього середовища, хороша розчинність у воді, ефективність при взаємодії з органічними забрудненнями, нейтральний запах тощо.

Фізичний спосіб дезінфекції використовують переважно для невеликих предметів, білизни, посуду. Він передбачає вплив на об'єкт знезараження різних фізичних факторів: тривалої дії високих температур (кип'ятіння, нагрівання в автоклаві, використання перегрітої пари), випалювання, використання дії ультрафіолетового опромінення тощо з метою знищення мікроорганізмів та руйнування токсинів. Більшість патогенних мікроорганізмів гинуть за температури 60-70 °С, проте їх спори здатні витримати й більш високі температури.

Механічний спосіб передбачає видалення мікроорганізмів та токсинів разом з верхнім шаром предметів або їх миття. Проводиться з метою зменшення концентрації мікроорганізмів на об'єктах навколишнього середовища, очищення оброблюваних об'єктів від бруду, жиру та білкових частинок, а також для санітарної обробки людей, фільтрації повітря, води та інших рідин.

До механічних методів належить вологе прибирання, миття рук, видалення зараженого шару ґрунту, фільтрація води, прибирання приміщень пилососом тощо. Якість механічної дезінфекції залежить від устаткування, яке використовується для цієї мети. Наприклад, вологе прибирання з використанням ганчірок та щіток дає значно кращі результати, ніж сухе прибирання.

Варто зазначити, що механічна дезінфекція не знищує мікроби, а лише частково видаляє їх з об'єктів знезараження, виконуючи допоміжну функцію. Цей спосіб потребує утилізації забруднених речовин і води.

Біологічний метод дезінфекції полягає у знищенні збудників інфекційних захворювань мікробами-антагоністами.

Антагонізм мікроорганізмів – тип взаємодії мікроорганізмів, при якому один штам повністю знищує або уповільнює розвиток іншого.

У сучасній дезінфекції цей спосіб не застосовують через його трудомісткість.

Комбінований метод ґрунтується на поєднанні декількох вищевказаних методів дезінфекції.

Підбір конкретного способу та методу залежить від багатьох факторів, включаючи мету знезараження, тип оброблюваного об'єкта, вид збудника, умови, в яких здійснюється дезінфекція та інших. Для перевірки якості дезінфекції проводять бактеріологічні дослідження.

Залежно від *можливості проведення деконтамінації* (насамперед – часу, умов, наявності необхідних засобів) деконтамінація може бути *частковою* та *повною*.

Часткова деконтамінація – сукупність дій по дегазації, дезактивації і дезінфекції відкритих ділянок тіла людини, засобів захисту, обмундирування, спорядження, а також особистої зброї та окремих ділянок поверхні об'єкта, яка проводиться *безпосередньо в районах забруднення* (зараження) за умови виявлення ознак забруднення небезпечними речовинами з метою зменшення небезпеки ураження людей НХР або РР.

Основні технічні засоби, що застосовують під час часткової обробки:

- індивідуальні протихімічні пакети (призначені для санітарної обробки постраждалих);
- груповий комплект дегазації (призначено для дегазації стрілецької зброї та обмундирування, заражених крапельно-рідкими ОР);
- дегазуючі пакети порошкові (призначені для дегазації обмундирування і спорядження, заражених крапельно-рідкими і аерозолеподібними ОР, і для часткової дезактивації зазначеного майна);
- танковий дегазаційний комплект (призначено для часткової обробки військової техніки);
- дегазаційний комплект ДК-4 різних модифікацій (призначено для часткової обробки автомобільної техніки);
- індивідуальний дегазаційний комплект ІДК-1 (призначений для проведення дегазації, дезактивації і дезінфекції автотракторної техніки з використанням стисненого повітря від компресору автомобіля або автомобільного шинного насоса).

Часткова санітарна обробка полягає у знешкодженні та видаленні НХР з відкритих ділянок шкірних покривів, прилеглого до них обмундирування (комір, манжети рукавів), зовнішніх поверхонь одягу, взуття, засобів індивідуального захисту та лицьової частини протигазу з використанням індивідуального протихімічного пакету.

Після виходу із зараженої зони санітарну обробку необхідно провести повторно.



Часткова санітарна обробка в осередку *хімічного забруднення* має проводитися негайно або у перші хвилини після дії хімічних речовин.

Метою проведення екстреної санітарної обробки є негайне виживання за рахунок зменшення небезпеки ураження людей токсичними НХР.

В осередку *радіоактивного забруднення* часткову санітарну обробку проводять з урахуванням обстановки (бойової чи надзвичайної ситуації), але не пізніше першої години після випадіння радіоактивного пилу.

При проведенні часткової санітарної обробки особового складу, зараженого одночасно БОР і РР, у першу чергу знезаражують БОР, а потім проводять інші заходи, передбачені у випадку забруднення РР.

Часткову спеціальну обробку обладнання, техніки і транспорту проводять з метою знезараження або зниження ступеня її забруднення. Вона може проводитися безпосередньо в зоні забруднення або одразу після виходу із забрудненого району на межі «брудної» і «чистої» зон.

Часткову дегазацію техніки (у тому числі санітарного транспорту), медичного майна та інших предметів як обов'язковий та терміновий захід проводять за умови забруднення стійкими БОР або ТПР.

Часткову дезактивацію проводять шляхом механічного видалення радіоактивного пилу з поверхні об'єктів та оббризування водою прилеглої території.



Повна деконтамінація – сукупність дій по дегазації, дезактивації і дезінфекції всієї поверхні (зовнішньої і внутрішньої) чи об'єкта в цілому.

Проводять після виходу із зони забруднення (зараження) з метою забезпечення можливості діяти (населенню – здійснювати життєдіяльність) без засобів захисту.

Повна деконтамінація полягає в обробці всієї поверхні об'єктів, озброєння і техніки з метою видалення небезпечних речовин або зниження ступеня забруднення до допустимих меж.

Повну деконтамінацію здійснюють рідинним способом за допомогою дегазаційних машин і комплектів, а також тепловим способом безпосередньо в підрозділах або в районах спеціальної обробки (РСО), на пунктах спеціальної і санітарної обробки (ПССО).

Повна деконтамінація включає:

- повну санітарну обробку особового складу, ураженого населення, працівників аварійного об'єкту, поранених та хворих;
- повну спеціальну обробку (дегазацію, дезактивацію та дезінфекцію) техніки, транспорту, медичного майна та інших предметів.

Повну санітарну обробку особового складу, поранених і хворих здійснюють шляхом обмивання всього тіла водою з милом з обов'язковою заміною білизни, а за необхідністю і обмундирування (якщо воно одночасно не підлягає обробці).

При забрудненні РР повна санітарна обробка проводиться обов'язково лише у тому випадку, якщо після часткової санітарної обробки рівень забруднення шкірних покривів становить вище допустимих меж (50 мР/год). Вона полягає в старанному обмиванні всього тіла теплою водою з милом і мочалкою і промиванні порожнини рота, носа і очей водою. Повна санітарна обробка, якщо змога, має проводитись не пізніше 10 годин з моменту зараження. Проведення обробки через 12 годин після зараження РР є неефективною.

Після обмивання особовий склад підлягає радіометричному контролю. Особовий склад, у якого після обмивання залишається зараженість вище 15 мР/год., підлягає повторному обмиванню, якщо ж і повторне обмивання не приводить до зниження зараженості, то особовий склад береться під нагляд.

Обмундирування підлягає заміні, якщо після його вибивання радіоактивне зараження складає 50 мР/год. і вище.

За умови забруднення крапельно-рідкими НХР та їх аерозолями у випадку своєчасного проведення часткової санітарної обробки, необхідності в проведенні повної санітарної обробки немає, але вона може проводитися з гігієнічною метою для змивання продуктів дегазації і надлишку дегазатора не пізніше 10 годин з моменту забруднення. Забруднене обмундирування має бути замінено у найкоротший термін.

Санітарна обробка особового складу аварійно-рятувальних формувань та населення проводиться в *санітарно-обмивальних пунктах*, що, як правило, формуються на базі бань, санітарних перепускників, душових, також можливе влаштування тимчасових пунктів обробки у польових умовах.

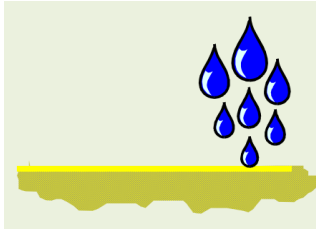
Повна дезактивація, дегазація, дезінфекція озброєння, техніки, обмундирування, спорядження, взуття, засобів індивідуального захисту полягають у знешкодженні БОР, ПТР та видаленні РР на всій поверхні об'єктів, що обробляються.

За умови зараження радіоактивними речовинами одяг та взуття підлягають заміні, якщо після витрушування та вибивання рівень радіоактивного забруднення становить 0,5 мР/год і вище.

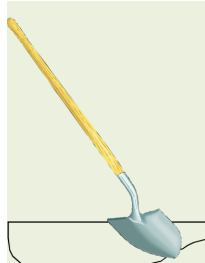
Повну дегазацію індивідуальних засобів захисту, обмундирування, спорядження і взуття проводять у відділеннях знезараження, що влаштовують на базі хімчисток, побутових комбінатів, а деколи підприємств, що мають печі та автоклави.

Повна спеціальна обробка має забезпечити особовому складу можливість діяти без засобів індивідуального захисту органів дихання та шкіри.

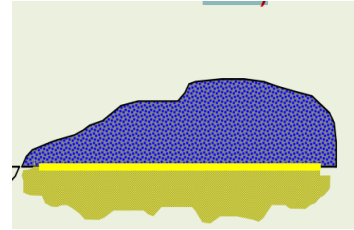
Дегазації також можуть піддаватися обмежені (найважливіші) ділянки місцевості і доріг. Здійснюється вона механічним способом з використанням дорожніх і землерийних машин – зрізанням верхнього шару ґрунту (снігу), перекопуванням забрудненої ділянки, засипанням незараженим ґрунтом (снігом) або сипкими дегазуючими речовинами, застосуванням дезактивуючих розчинників.



деконтамінація
дезактивуючим розчинником



перекопування



засипання адсорбуючими
матеріалами (наприклад, тирсою)



Дороги з твердим покриттям можуть дегазуватися рідинним способом – поливанням дегазуючими розчинами з дегазаційних машин і тепловим способом.

Воду очищують від ОР дегазуючими речовинами з подальшим відстоюванням і фільтруванням через вугільні фільтри.

Згідно стандарту Національної асоціації протипожежного захисту США NFPA 472: «Стандарт компетенції служб реагування на інциденти з небезпечними матеріалами/зброєю масового знищення» (Standard for Competence of Responders to Hazardous Materials/Weapons of Mass Destruction Incidents) розрізняють такі **види деконтамінації**:

- залежно від природи контамінанта:

C (Chemical)-деконтамінація (детоксикація): видалення або нейтралізація небезпечних токсикантів (бойових отруйних речовин або токсичних промислових хімічних речовин), які можуть призвести до загибелі людини протягом дуже короткого періоду часу через свої високотоксичні властивості або можуть мати надзвичайно негативний вплив на їх здоров'я.

B (Biological)-деконтамінація (дезінфекція): знищення або інактивація патогенних мікроорганізмів (патогенів) та їх токсинів, а також вірусів, які можуть спричинити смертельні захворювання людини.

RN (Radioactive, Nuclear)-деконтамінація (радіоактивна дезактивація): видалення або зменшення концентрації радіоактивних частинок, які можуть значно вплинути на здоров'я людини залежно від експозиції опромінення.

- залежно від рівня якості, наявних ресурсів та цілей обробки:

1. Груба або оперативна часткова деконтамінація



Це швидке (оперативне) видалення забруднення з обмеженої конкретної поверхні критично важливих робочих зон та обладнання. Це мінімальна обробка, що необхідна для продовження виконання робіт та експлуатації обладнання. Зазвичай, таку обробку здійснює особовий склад аварійно-рятувальних або військових підрозділів самостійно шляхом механічного видалення забруднення або промивання водою з використанням ручних пожежних стволів, водопроводів, аварійного душу або інших навколишніх джерел води.

Оператор знезаражує критично важливі поверхні обладнання перед продовженням місії, що дає змогу виконувати місію в обмежений спосіб протягом обмеженого часу; при цьому потрібен ХБРЯ захист.

2. Повна (технічна) деконтамінація



Це ретельне видалення небезпечних агентів або зменшення забруднення людей і обладнання до максимально низького рівня за допомогою різних технічних пристроїв з використанням хімічних або фізичних методів. Ретельне очищення знижує забруднення до найнижчого виявленого рівня. Таку деконтамінацію проводять кваліфікований персонал РХБ захисту, спеціалізовані підрозділи або бригади із знезараження. Після такої обробки

можливе продовження місії без ХБРЯ захисту.

3. Масова деконтамінація



Це зменшення або видалення поверхневих забруднень якомога швидше у великій кількості людей у потенційно небезпечних для життя ситуаціях. Після такої обробки не потрібно використання будь-якого ХБРЯ захисту.

4. Екстрене знезараження або аварійна деконтамінація



Це негайне зниження рівня забруднення /зараження людей у найкоротші терміни у потенційно небезпечних для життя ситуаціях. Проводиться для порятунку життів і зменшення проникнення засобу в поверхні. Включає знезараження поверхні тіла людини, одягу та особистого спорядження самостійно або за допомогою сторонньої допомоги відразу після ХБРЯ події з офіційним створенням коридору деконтамінації або без нього. При цьому

потрібен ХБРЯ захист.

Дізнавшись про хімічне забруднення голої шкіри, необхідно застосовувати негайні методи дегазації, використовуючи особистий набір для дегазації шкіри.