

Н.В. МИХАЙЛОВА

Східноукраїнський національний університет ім. В.Дала, м. Сєвєродонецьк

В.О. ПРИВАЛА

Хмельницький національний університет

АНАЛІЗ УМОВ ПРАЦІ РОБІТНИКІВ, ЯКІ ВИКОНУЮТЬ ОЧИЩЕННЯ ЗАКРИТИХ ЄМНОСТЕЙ ВІД ХІМІЧНО АГРЕСИВНИХ РЕЧОВИН

В статті проаналізовано шкідливі умови роботи працівників вітчизняних підприємств, які займаються обслуговуванням ємностей хімічної, коксохімічної, нафтопереробної та інших галузей вітчизняної промисловості. Визначено основні робочі рухи, які використовуються слюсарями при чищенні ємностей з виготовлення, зберігання та транспортування кислот, лугів та інших хімічно активних речовин.

Ключові слова: хімічна промисловість, закриті ємності, безпека життя, умови праці, захисний одяг, етапи проектування, шкідливі умови, агресивне середовище.

N.V. MIHALOVA

Volodymyr Dahl Eastern National University, Severodonetsk

V.O. PRIVALA

Khmelnysky National University

ANALYSIS CONDITIONS OF WORKERS PERFORMING CLEANING SEALED CONTAINERS FROM CHEMICALLY AGGRESSIVE SUBSTANCES

Traditionally, the first stage of the development process of any protective clothing is to determine the working conditions of employees, which is designed and custom clothing. Analysis of the operating conditions of the chemical industry workers who are engaged in service of capacities for production, storage and transportation of products in liquid, gaseous and aerosol form showed that they are carried in closed containers that differ in size and shape. In addition, these working conditions are classified as hazardous to human health and life. Therefore, it is the initial stage of designing protective clothing must thoroughly investigate and analyze the working conditions of workers performing cleaning closed containers of residues of chemical products. On the basis of these studies found that workers in the cleaning of closed containers in contact with the remnants of concentrated mineral acids, alkalis, ammonia and salt solutions of acid and alkaline nature. At the same time stay in disposable containers mechanics during the manufacturing operations of cleaning capacity is 30 minutes, and after a 10 minute rest in the fresh air, the cycle repeats. The results of research have provided important information necessary to determine the structural and technological features of future protective clothing that is designed for employees of the chemical industry. For instance, found that in the process of cleaning containers worker can use 11 labour movements that can be divided into three groups according to the complexity of their implementation. This must be taken into account when determining the design of protective clothing that is projected.

Keywords: chemical industry, closed containers, life safety, working conditions, protective clothing, stage design, bad conditions, aggressive environment.

Вступ

Незважаючи на досить високий рівень автоматизації технологічних процесів в хімічній промисловості, контакт людини з агресивними речовинами і сполуками, що приводить до травм, смертей і професійних захворювань, можливий. Посилення ступеня впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів (НШВФ) спостерігається там, де в силу технічних і технологічних особливостей, роботи проводяться із залученням морально застарілого обладнання, використанням низької якості сировини, недостатньо герметичних апаратів, великий відсоток ручної праці та інше. До числа таких потенційно небезпечних об'єктів можна віднести спеціальні склади, сховища, а також закриті ємності хімічної, коксохімічної, нафтопереробної та інших галузей промисловості, за допомогою яких тимчасово зберігають або транспортують сировину та готову продукцію [1]. Асортимент зазначених речовин, а також способи їх зберігання і перевезення, можуть бути різноманітними. Однак найбільший інтерес, з точки зору техніки безпеки і охорони праці, представляють такі великотоннажні за обсягом випуску агресивні речовини, як мінеральні кислоти, аміак, луи, а також сольові розчини на їх основі [2–5]. Дія зазначених агресивних речовин на підприємствах хімічної галузі може спричинити не тільки травми і хімічні опіки, а й привести до летальних наслідків.

На підприємствах хімічної промисловості, питання забезпечення спеціальним одягом для захисту від агресивних чинників, завжди є актуальним. Це пов'язано з постійним розвитком хімічної промисловості та створенням нових сполук і матеріалів. Особливо гостро відчутна нестача спеціалізованого спецодягу, який потребують працівники, що виконують чищення ємностей різних геометричних форм і об'ємів, безпосередньо призначених для проведення технологічних процесів, зберігання і транспортування хімічної продукції [6]. Для нормальної експлуатації хімічних ємностей на кожному хімічному підприємстві є бригади слюсарів та апаратників, які в присутності газорятувальників постійно проводять регламентні і ремонтні роботи, підготовки ємностей до прийому і транспортування, а також очищення від залишків хімічної продукції.

Постановка задачі

Традиційно, першим етапом процесу розробки будь-якого захисного одягу, є визначення умов

роботи працюючих, для яких і проектується спеціальний одяг [7, 8]. Особливістю цих умов роботи є те, що вони виконуються у закритих ємностях, які різняться між собою розмірами і формами. Тому, саме на початковому етапі проектування захисного одягу необхідно всебічно дослідити і проаналізувати умови роботи робітників, які виконують очищення закритих ємностей від мінеральних кислот, лугів, окислювачів, розчинів солей, аміаку тощо.

Викладення основного матеріалу

Тимчасове зберігання і транспортування рідких хімічних речовин, можуть бути різними і залежать в першу чергу від їх фізико-хімічних, пожеже небезпечних, термодинамічних і інших властивостей. Існуючі методи зберігання і транспортування об'єднують такі інженерно-технічні споруди, як заводські, перевалочні, залізничні та інші склади, резервуари, цистерни, танкери, які можна віднести до типових наявними на кожному підприємстві зазначених галузей промисловості. Так, як приклад, можна навести способи, що застосовуються для зберігання і транспортування рідкого аміаку, які є аналогічними по відношенню до інших продуктів. Наприклад, згідно з чинними технологічними режимами, інструкціями і розпорядженнями, рідкий аміак зберігають у різного виду складах, резервуарах і сховищах під надлишковим тиском від 0,002 Мпа до 2,0 Мпа при різних температурах. Залежно від тиску і температури (від + 500 °С до – 300 °С), ємності, в яких зберігається аміак, мають різні конструкції, а їх місткість і кількість залежить від призначення. Наприклад, якщо аміак зберігається на перевалочних складах в портах, то сумарна їх місткість повинна бути рівною місткості трьох найбільших танкерів, але не більше 130,5 тисяч тонн, а тому кількість горизонтальних резервуарів при цьому має бути близько 20 штук, кульових – 8 штук, а вертикальних – 4 штуки [5].

Перевезення хімічних речовин здійснюється автомобільним, залізничним і морським транспортом (цистерни, танкери, рефрижератори, контейнери, спеціальні апарати, балони, судини Дюара). Технічно цей процес відноситься до складних і небезпечних. Тому ємності, які використовують для зберігання і транспортування хімічних речовин (сировина, готова продукція), постійно знаходяться під особливим наглядом і контролем спеціальних підрозділів хімічних підприємств, залізниць та морських портів. В результаті цих заходів, ємності піддаються постійному огляду, ремонту та очищенню від забруднень. Однією з найбільш трудомістких робіт вважається їх очищення від забруднень і за класифікацією відносять до категорії «середньої важкості» і «важкої». Залежно від вмісту кисню в ємності їх відносять також до газонебезпечних об'єктів і, відповідно до класифікації, поділяють на три групи безпеки: I група – менше 16%; II група – до 16% і III група – до 19% кисню. Крім того, якщо врахувати, що роботи проводяться цілодобово при різних температурних режимах навколишнього середовища, фізичних і психологічних навантажень, наявністю агресивних середовищ, складного рельєфу внутрішньої поверхні ємності та інше, то стає очевидним, що засоби індивідуального захисту працюючого повинні бути надійними за фізико-механічними показниками, ізолюючими за способом захисту і ефективними за функціональним призначенням.

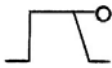








Аналіз умов праці апаратників, їх помічників, а також слюсарів та інших категорій робітників, зайнятих ремонтом і очищенням закритих ємностей, призначених для зберігання і транспортування сировини та готової продукції, були проведені на двох найбільших сучасних вітчизняних підприємствах: ВАТ «Краситель» (м. Рубіжне) та ЗАТ «Севродонецьке об'єднання «Азот». В результаті встановлено, що зазначений процес відноситься до складних і складається з наступних технологічних операцій: аналіз повітря в ємності для визначення його хімічного складу, наявності кисню і газоподібних ОВПФ; відкачка залишків мінеральної кислоти (сірчаної, соляної, азотної, фосфорної), лугів (гідроксиди натрію і калію), розчинів солей; ручне прибирання ємності від механічних забруднень мінерального походження; промивка ємності водою (гаряча, холодна), нейтралізуючими розчинами, а також пропарювання гострою парою, продування повітрям і відкачка залишків води і конденсату. Проведений аналіз показав, що умови праці характеризуються незручностями, викликаними замкнутим об'ємом, складним рельєфом внутрішньої поверхні ємностей, наявністю допоміжного обладнання та інструменту у працюючого, недостатньою освітленістю, присутністю залишків токсичних речовин, що позначається на самопочутті та працездатності персоналу. Крім того, необхідно відзначити також, що при виконанні робіт в закритих ємностях, обслуговуючий персонал, на підставі практики і конструктивних особливостей ємностей (прямокутна, сферична, тороподібна та ін.) використовує основні робочі положення, яким відповідають ті чи інші рухи частин тіла слюсара (таблиця 1).

Проведені дослідження показали, що при очищенні закритих ємностей в режимі «30 хвилин робота і 10 хвилин відпочинок», кількість найбільш характерних робочих рухів дорівнює 11-и. Цим рухам відповідають 11 робочих поз, які за ергономікою відрізняються одна від одної. Ці відмінності характеризуються динамічністю роботи працівника в кожному з положень і тривалістю часу, протягом якого робітник його займає. Результати, отримані на підставі спостережень і контролю за 10 робітниками протягом 30 робочих змін, дають можливість стверджувати, що найбільш поширеними робочими положеннями є перші сім (таблиця 1, пози № 1–7). Про це свідчить також розрахунок середнього значення часу, необхідного для виконання конкретної роботи в ємності при зайнятій позі. Так, наприклад, стоячи з піднятими вгору руками (поза № 9), які можуть сходитися (або перехрещуватися), робітник може перебувати лише 110 секунд (6,1%) від 1800 секунд максимально допустимого часу одноразового



перебування в ємності. При цьому саме ця поза виявилася найбільш енергетично напруженою, а тому визначена доменуною над іншими.

Таблиця 1

Схеми і характеристики ергономічної фотографії робочих рухів слюсаря з очищення закритих ємностей

Умовне позначення робочого руху (схема, номер пози)	Характеристика динамічної пози відповідного руху	Середня витрата часу для виконання технологічної операції при режимі: 1800 с – робота; 600 с – відпочинок	Порівняльна характеристика витрати часу для виконання робочого руху при зазначеному режимі, %
1	2	3	4
1 	Корпус знаходиться в горизонтальному положенні, лікті і коліна знаходяться на підлозі	260	14,4
2 	Положення сидячи навприсядки, руки зігнуті в ліктях і витягнуті вперед	257	14,3
3 	Положення стоячи на колінах, руки зігнуті в ліктях і витягнуті вперед	252	14,0
4 	Повний нахил тулуба вперед, голова нахилена вниз, ноги зігнуті в колінному суглобі, руки опущені вниз	216	12,0
5 	Рука зігнута в ліктьовому суглобі під кутом 90°, передпліччя і кисть руки спрямовані вперед	161	9,0
6 	Руки горизонтально витягнуті вперед, долоні сходяться одна з іншою	144	8,0
7 	Рука зігнута в ліктьовому суглобі під кутом 90° і знаходиться в вертикальній площині	124	6,8
8 	Корпус нахилений вперед під кутом 30° до вертикалі, руки трохи зігнуті в ліктях і витягнуті вперед	121	6,7
9 	Руки підняті вгору і сходяться одна з іншою	110	6,1

Продовження табл. 1

1	2	3	4
10 	Корпус нахилений від вертикалі на кут 30° вперед, ноги розставлені на широкий крок, руки зігнуті в ліктях, витягнуті вперед	80	4,5
11 	Ходьба	75	4,2

На виконання технологічної операції в положенні «стоячи на колінах з руками, зігнутими в ліктях і витягнутими вперед» (таблиця 1, поза № 3), необхідно затратити 252 с, що становить 14,0% від встановленого основного часу разового перебування в ємності. Найбільш складним робочим рухом вважається динамічна поза № 1, при якій робітник виконує операції з очищення від забруднень стоячи одночасно на колінах і ліктях протягом 260 с (14,4%). До таких же складних і енергетично напружених робочих рухів слід віднести ті, які виконуються в динамічних позах № 2 і № 4, оскільки за 1800 с перебування в ємності, слюсар протягом 257 с (14,3%) і 216 с (12,0%) відповідно знаходиться в зазначених положеннях (таблиця 1). За часом менш напруженими є пози № 5, № 6, № 7 та № 8, які застосовуються рідше, однак за динамічністю їх не можна віднести до простих.

Висновки

На підставі проведених досліджень встановлено, що робітники в процесі очищення закритих ємностей контактують із залишками концентрованих мінеральних кислот, лугів, аміаку, а також розчинів солей кислотного та лужного характеру. При цьому час одноразового перебування в ємності слюсарів під час проведення технологічних операцій з очищення ємності дорівнює 30 хвилинам (1800 с), а після 10-хвилинного відпочинку на свіжому повітрі, цикл повторюється.

Аналіз результатів досліджень також показав, що в процесі проведення очищення слюсар може використовувати 11 робочих рухів, які можна умовно поділити на три основні групи відповідно до складності їх виконання. До першої групи віднесено чотири перших рухи (таблиця 1, пої № 1–4), які виконують у складно напружених і незручних динамічних позах. До другої групи відносять робочі рухи № 5, № 6 та № 7, які виконуються у позах середньої напруженості. До третьої групи доцільно віднести робочі рухи № 8, № 9, № 10 і № 11, які виконують в легко напружених позах (рис. 1).

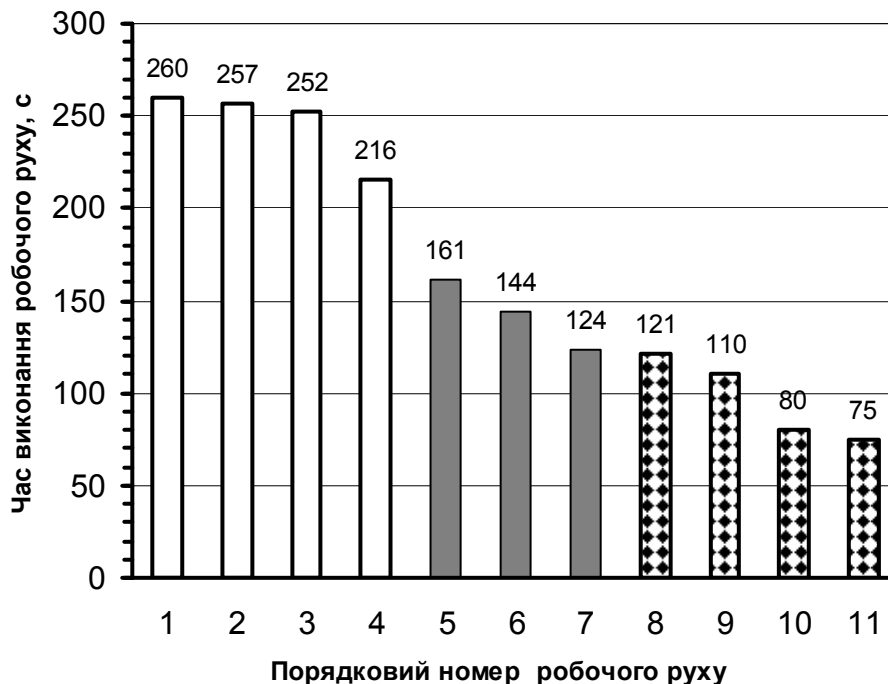


Рис. 1. Діаграма розподілу робочих рухів по групах складності залежно від часу на їх виконання при циклі роботи робітника «30 хвилин роботи і 10 хвилин відпочинку»

Оскільки перші чотири робочі рухи за час перебування в ємності застосовуються протягом 985 с (54,7%), то їх можна обґрунтовано віднести до основних (рис. 2).

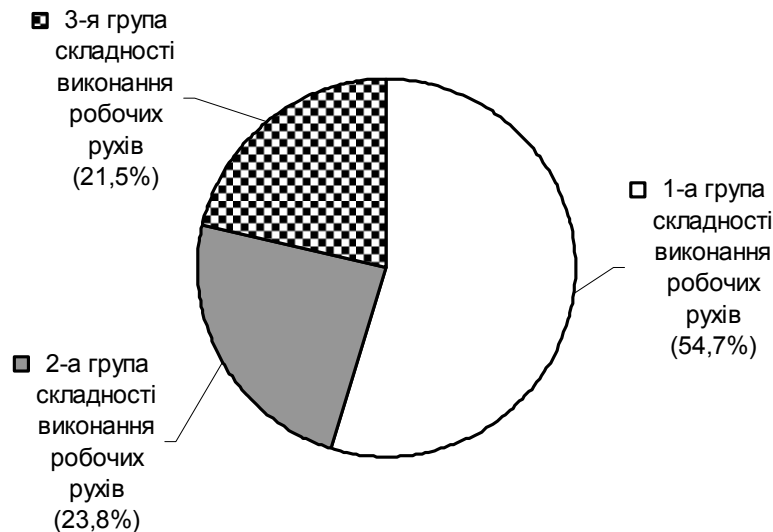


Рис. 2. Діаграма розподілу питомої ваги робочих рухів, які використовує робітника під час виконання роботи в режимі циклу «30 хвилин роботи і 10 хвилин відпочинку»

Отримані результати досліджень надали важливу інформацію, яка необхідна для визначення конструктивно-технологічних особливостей майбутнього захисного одягу, що проектується для робітників хімічної промисловості.

Література

1. Иванов Ю.А. Хранение и транспортировка жидкого аммиака / Иванов Ю.А., Стрижевский И.И. – М. : Химия, 1991. – 72 с.
2. Алелин А.Г. Производство серной кислоты / Алелин А.Г. – М. : Высшая школа, 1980. – 244 с.
3. Гладушко В.И. Производство серной кислоты / Гладушко В.И. – К. : Техніка, 1966. – 231 с.
4. Атрощенко В.И. Технология азотной кислоты / Атрощенко В.И., Каргин С.И. – М. : Химия, 1970. – 493 с.
5. Постников Н.Н. Термическая фосфорная кислота, соли и удобрения на ее основе / Постников Н.Н. – М. : Химия, 1976. – 336 с.
6. ГОСТ 12.1.005-76. ССБТ Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – Взамен ГОСТ 12.1.005-76 ; Введ. 01.01.89. – Изд-во стандартов, 1988. – С. 72.
7. Привала В.О. Класифікація методів забезпечення захисту одягу від води / В.О. Привала, А.А. Мичко // Вісник ТУП. – 2003. – С. 134–136.
8. Привала В.О. Проблеми проектування сучасного одягу з необхідними водо- і вітрозахисними властивостями / В.О. Привала, О.М. Сарана, А.А. Мичко // Вісник ХНУ. – 2008. – С. 198–200.

Рецензія/Peer review : 7.3.2017 р. Надрукована/Printed :19.4.2017 р.
Рецензент: к.т.н., проф. Кушевський М.О.