

УДК 614.894.23:612.014.464

В.Г. Дозорський, канд. техн. наук, доц., О.Ф. Дозорська, Є.Б. Яворська, канд. техн. наук, доц., Л.Є. Дедів, канд. техн. наук, доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

СИСТЕМА ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ ОРГАНІВ ДИХАННЯ МЕДИЧНИХ ПРАЦІВНИКІВ БАГАТОРАЗОВОГО ВИКОРИСТАННЯ В УМОВАХ ПАНДЕМІЇ COVID-19

V. Dozorskyi, Ph.D., Assoc. Prof., O.F. Dozorska, E.B. Yavorska, Ph.D., Assoc. Prof., L.Ye. Dediv, Ph.D., Assoc. Prof.

THE INDIVIDUAL PROTECTION SYSTEM OF RESPIRATORY ORGANS OF MEDICAL WORKERS WITH REPEATED USE IN THE CONDITIONS OF THE COVID-19 PANDEMY

Відповідно до даних МОЗ та Центру громадського здоров'я станом на 11 травня на території України підтверджено 15648 випадків COVID-19, з яких 3026 припадають на медичних працівників (лікарі, медичний персонал тощо) [1]. Такий високий показник захворюваності серед медичних працівників може бути пов'язаний часто із нестачею або поганою якістю засобів індивідуального захисту органів дихання.

Сьогодні, основним способом захисту медичних працівників від ураження COVID-19 є використання різних типів респіраторів (фільтруючі напівмаски, респіратори патронні тощо із різними типами конструкцій), які захищають органи дихання від потрапляння аерозолів, що можуть містити вірус, та окулярів або щитків, які призначені для захисту слизових оболонок очей та шкіри обличчя. Вартість такої системи захисту є високою (вартість лише респіратора коливається від 50 до 2000 грн. і вище) а із зростанням кількості випадків зараження зростає і щоденна потреба в таких засобах захисту. Також важливим є питання дезінфекції респіраторів багаторазового використання після застосування їх в умовах можливої наявності аерозолів з вірусом COVID-19. Тому, розроблення системи індивідуального захисту органів дихання медичних працівників, що включає в себе респіратор багаторазового використання та засіб дезінфекції таких респіраторів (стерилізатор) є актуальним завданням.

Для зниження собівартості та підвищення ефективності захисту пропонується розробити конструкцію респіратора патронного типу із можливістю виготовлення його шляхом 3D друку із доступних матеріалів ABS, PLA, PETG, NYLON тощо. Такий підхід значно знизить кількість виконуваних операцій в процесі виготовлення респіратора в порівнянні із виготовленням тканинних респіраторів, що значно знизить собівартість останнього. Попереднє моделювання показало, що для виготовлення одного респіратора із матеріалу PLA необхідно в середньому 12 метрів цього наповнювача із діаметром нитки 1,75 мм. Враховуючи значення середньої вартості такого наповнювача собівартість одного респіратора становитиме наближено 12-24 грн. (без врахування вартості електроенергії, амортизаційних витрат тощо), а час виготовлення наближено становить 6 год. При цьому, в конструкції попередньо передбачено надійне прилягання респіратора до поверхні шкіри обличчя із застосуванням шару ущільнюючого матеріалу та можливість заміни фільтруючих елементів. Також стає можливим об'єднати в одній конструкції власне респіратор та захисний щиток із значно нижчою собівартістю в порівнянні із використанням таких елементів захисту окремо. При цьому, при належному очищенні та дезінфекції такого типу респіратора стає можливим його багаторазове використання.

Проведено аналіз резистентності COVID-19 до різних способів дезінфекції [2-8], зокрема із застосуванням жорсткого ультрафіолетового випромінювання (265 нм), термообробки, рідинних дезінфікуючих засобів та озону і проведено порівняння цих

способів за такими параметрами, як необхідний для дезінфекції час, відносна надійність методу, складність реалізації методу, можливість дезінфекції важкодоступних місць (що можуть бути місцем накопичення COVID-19) та можливість застосування його до обробки респіраторів, виготовлених шляхом 3D друку. Встановлено, що оптимальним є оброблення таких респіраторів озоно-кисневою сумішшю з концентрацією озону більше за гранично допустиму (0,2 мг/м³). При цьому можна досягти знищення більше 99% COVID-19 [8] за час 15-60 с. Цей спосіб характеризується підвищеною проникністю в важкодоступні для інших способів дезінфекції місця респіраторів, зокрема злами чи ділянки встановлення змінних фільтруючих елементів. Також такий спосіб дезінфекції має бути безпечним до обробки респіраторів, виготовлених із поширених ABS чи PLA матеріалів, для яких термообробка є недопустимою (призведе до деформації чи руйнування матеріалу).

Конструктивно, стерилізатор має включати в себе джерело озону (електроди, до яких прикладається висока напруга 8-10 кВ, між якими виникає електричний розряд, що руйнує молекулярний кисень повітря до атомарного із наступним формуванням озону), вентилятор (для забезпечення примусової конвекції озону всередині камери стерилізатора), вимірювач концентрації озону (максимум оптичної густини озону припадає на УФ випромінювання з довжиною хвилі 260-270 нм) та деструктора озону (для унеможливлення шкідливого впливу на обслуговуючий персонал). При цьому масо-габаритні показники стерилізатора будуть набагато меншими в порівнянні із такими ж показниками стерилізаторів повітряних, споживана потужність значно нижчою, час стерилізації значно нижчим (залежно від концентрації озону – декілька хвилин). Також основні конструктивні елементи стерилізатора (включаючи корпус) планується виготовляти методом 3D друку із матеріалів, які характеризуються кращими діелектричними властивостями, що унеможливить ураження електричним струмом високої напруги обслуговуючий персонал.

Використання запропонованої системи дасть можливість зниження собівартості засобів індивідуального захисту органів дихання медичних працівників, підвищення ефективності самого захисту та можливості багаторазового використання.

Література

1. Оперативна інформація про поширення коронавірусної інфекції COVID-19. Електронний ресурс: <https://moz.gov.ua>
2. Miriam E. R. Darnell, Kanta Subbarao, Stephen M. Feinstone, Deborah R. Taylor. Inactivation of the coronavirus that induces severe acute respiratory syndrome, SARS-CoV / Journal of Virological Methods, 2004, Vol. 121, Iss. 1. – P. 85-91.
3. Christopher M. Walker, GwangPyo Ko. Effect of Ultraviolet Germicidal Irradiation on Viral Aerosols. 2007. Електронний ресурс: <https://www.researchgate.net>
4. Alex Chin, Julie Chu, Mahen Perera, Kenrie Hui, Hui-Ling Yen. Stability of SARS-CoV-2 in different environmental conditions / The Lancet Microbe, 2020, Volume 1, Issue 1, P. e10.
5. Boris Pastorino, Franck Touret, Magali Gilles, Xavier de Lamballerie, Remi N. Charrel. Evaluation of heating and chemical protocols for inactivating SARS-CoV-2. 2020. Електронний ресурс: <https://www.researchgate.net>.
6. Хвисьюк М.І., Малахов В.О., Ганічев В.В. Озонотерапія. Харків, 2002, 189 с.
7. Possibility of Using ozone micro nano bubbles, ozone therapy & routine daily activities to cure and protect against corona virus infection. 6 February 2020. Електронний ресурс: <https://www.nanobble.com>.
8. Ozone: A powerful weapon to combat COVID-19 outbreak. China.org.cn. Електронний ресурс: http://www.china.org.cn/opinion/2020-02/26/content_75747237_4.htm.