



Оценка химического состава средств защиты органов дыхания и кожи рук, используемых населением во время пандемии COVID-19

Е.А. Шашина¹, Е.В. Белова¹, О.А. Груздева², В.В. Макарова¹,
Т.С. Исюткина-Федоткова¹, Ю.В. Жернов¹, О.В. Митрохин¹

¹ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2, г. Москва, 119991, Российская Федерация

²ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, ул. Баррикадная, д. 2/1, стр. 1, г. Москва, 125993, Российская Федерация

Резюме

Введение. Применение средств индивидуальной защиты в пандемию COVID-19 затронуло большинство населения мира. Доказано, что использование масок снижает заболеваемость COVID-19 на 53 % и является эффективной мерой, применяемой как изолированно, так и в сочетании с другими мероприятиями неспецифической профилактики. Обязательное использование масок и перчаток населением вводилось в отдельных субъектах РФ в зависимости от эпидемиологической ситуации и сохраняется для отдельных регионов и лиц определенных профессий, связанных с риском инфицирования COVID-19. Анализ научных публикаций показал, что при длительном ношении средств защиты начали появляться неблагоприятные реакции: головные боли, затруднение дыхания, различные кожные реакции.

Цель исследования – провести анализ химических веществ, содержащихся в масках и перчатках, как один из этапов гигиенической оценки средств защиты, и оценить, может ли химический состав быть фактором риска возникновения неблагоприятных реакций на их ношение.

Материалы и методы. В 2021 году в аккредитованном испытательном лабораторном центре проведено определение концентрации химических веществ в 4 видах масок и 4 видах перчаток после моделирования их выделения в водную и воздушную среды.

Результаты. Содержание анализируемых химических веществ в вытяжках из всех видов исследуемых масок не превышало допустимые значения. В хлопчатобумажных перчатках и хлопчатобумажных с покрытием выявлен формальдегид в концентрациях, превышающих допустимые в 1,48 и 1,16 раза соответственно. В хлопчатобумажных перчатках с покрытием обнаружен цинк в концентрациях, превышающих допустимые значения в 1,17 раза.

Выводы. В хлопчатобумажных перчатках и перчатках с покрытием было обнаружено превышение допустимого содержания формальдегида и цинка. Содержащийся в перчатках формальдегид может приводить к появлению неблагоприятных кожных реакций. Требуется более жесткий контроль за их производством и проведение комплексной гигиенической оценки средств защиты органов дыхания и кожи рук.

Ключевые слова: маски, перчатки, химический состав, неблагоприятные реакции, COVID-19.

Для цитирования: Шашина Е.А., Белова Е.В., Груздева О.А., Макарова В.В., Исюткина-Федоткова Т.С., Жернов Ю.В., Митрохин О.В. Оценка химического состава средств защиты органов дыхания и кожи рук, используемых населением во время пандемии COVID-19 // Здоровье населения и среда обитания. 2022. Т. 30. № 3. С. 59–65. doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2022-30-3-59-65>

Сведения об авторах:

✉ **Шашина** Екатерина Андреевна – к.м.н., доцент, доцент кафедры общей гигиены института общественного здоровья им. Ф.Ф. Эрисмана ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России; e-mail: shashina_e_a@staff.sechenov.ru; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5294-6813>.

Белова Елена Владимировна – ассистент кафедры общей гигиены института общественного здоровья им. Ф.Ф. Эрисмана ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России; e-mail: belova_e_v@staff.sechenov.ru; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2134-6348>.

Груздева Ольга Александровна – д.м.н., профессор кафедры эпидемиологии ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России; e-mail: epidmapo@mail.ru; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1738-0850>.

Макарова Валентина Владимировна – к.м.н., доцент, доцент кафедры общей гигиены института общественного здоровья им. Ф.Ф. Эрисмана ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России; e-mail: makarova_v_v@staff.sechenov.ru; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7213-4265>.

Исюткина-Федоткова Татьяна Сергеевна – к.м.н.; доцент кафедры общей гигиены института общественного здоровья им. Ф.Ф. Эрисмана ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России; e-mail: isyutina-fedotkova_t_s@staff.sechenov.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8423-9243>.

Жернов Юрий Владимирович – д.м.н., доцент, профессор кафедры общей гигиены института общественного здоровья им. Ф.Ф. Эрисмана ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России; e-mail: zhernov_yu_v@staff.sechenov.ru; ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8734-5527>.

Митрохин Олег Владимирович – д.м.н., заведующий кафедрой общей гигиены института общественного здоровья им. Ф.Ф. Эрисмана ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России; e-mail: mitrokhin_o_v@staff.sechenov.ru; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6403-0423>.

Информация о вкладе авторов: концепция и дизайн исследования: Шашина Е.А., Белова Е.В., Груздева О.А., Жернов Ю.В., Митрохин О.В.; сбор данных: Шашина Е.А., Белова Е.В., Груздева О.А.; анализ и интерпретация результатов: Жернов Ю.В.; литературный обзор: Макарова В.В., Исюткина-Федоткова Т.С.; подготовка рукописи: Макарова В.В., Исюткина-Федоткова Т.С. Все авторы ознакомились с результатами работы и одобрили окончательный вариант рукописи.

Соблюдение этических стандартов: данное исследование не требует представления заключения комитета по биомедицинской этике или иных документов.

Финансирование: исследование не имело финансовой поддержки.

Конфликт интересов: авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Статья получена: 30.11.21 / Принята к публикации: 04.03.22 / Опубликована: 31.03.22

Assessment of the Chemical Composition of Respiratory and Dermal Protective Equipment Used by the Population during the COVID-19 Pandemic

Ekaterina A. Shashina,¹ Elena V. Belova,¹ Olga A. Gruzdeva,² Valentina V. Makarova,¹
Tatiana S. Isyutina-Fedotkova,¹ Yury V. Zhernov,¹ Oleg V. Mitrokhin¹

¹I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University),
Bldg 2, 8 Trubetskaya Street, Moscow, 119991, Russian Federation

²Russian Medical Academy of Continuous Professional Education,
Bldg 1, 2/1 Barrikadnaya Street, Moscow, 125993, Russian Federation

только половина респондентов ежедневно стирали свои хлопчатобумажные многоразовые маски [11].

В научных статьях сообщается о многих неблагоприятных кожных реакциях при использовании различных типов перчаток, включая раздражающий контактный дерматит, аллергический контактный дерматит и контактную крапивницу [12]. Наиболее часто раздражающий контактный дерматит проявляется в виде сухих, покрытых коркой пятен с трещинами [13]. При анкетировании медицинских работников о повреждениях кожи в связи с длительным ношением перчаток (более 6 часов) сообщили 65,9 % респондентов [14]. По данным китайских исследователей, у 88,5 % пользователей латексных перчаток появляются такие кожные реакции, как локальный зуд, жжение, покраснение, контактная и генерализованная крапивница [8].

По мнению китайских экспертов, длительное использование перчаток может привести к гипергидратации рогового слоя, что вызывает мацерацию и эрозию. Химические вещества, содержащиеся в перчатках, могут вызвать контактный дерматит на мацерированной или эрозивной коже. Кроме того, поврежденная кожа уязвима для вторичной инфекции [15]. Итальянские исследователи полагают, что появление кожных реакций при ношении перчаток связано с «истощением»

поверхностных липидов. Это приводит к более глубокому проникновению детергентов, а прогрессирующее повреждение слоев кожи является основным патогенетическим механизмом [16].

Перечисленные реакции не только вызывают дискомфорт при ношении СИЗ, но могут повлечь ослабление внимания и снижение концентрации при выполнении профессиональных обязанностей, что может послужить причиной производственного травматизма. Данные реакции могут являться фактором риска здоровью пользователей и приводить к кожным заболеваниям. Таким образом, необходима гигиеническая оценка используемых СИЗ и выявление причин появления неблагоприятных реакций при их длительном применении.

Цель исследования – провести анализ химических веществ, содержащихся в масках и перчатках, как один из этапов гигиенической оценки средств защиты и оценить, может ли химический состав быть фактором риска возникновения неблагоприятных реакций на их ношение.

Материалы и методы. Были исследованы 4 вида масок и 4 вида перчаток, отобранных по результатам анализа предложений на «Яндекс.Маркет», как наиболее часто встречающихся во время пандемии предложений СИЗ для населения за период 2021 года [17] (табл. 1).

Таблица 1. Исследуемые виды средств защиты органов дыхания и кожи рук

Table 1. Description of the examined types of respiratory and dermal protective equipment

Вид / Type	Описание	Characteristics
Лицевые маски / Face masks		
Нетканая 3-слойная / Non-woven 3-layer 	Материал: спанбонд/мельтблаун Количество слоев: 3 Вид крепления: ушные петли, носовой зажим Зарегистрирована в Государственном реестре медицинских изделий Одноразовая	Material: spunbond/meltblown Number of layers: 3 Fixation: ear loops, nose clip Registered in the State Register of Medical Devices Disposable
Нетканая 2-слойная / Non-woven 2-layer 	Материал: спанбонд/мельтблаун Количество слоев: 2 Вид крепления: ушные петли без носового зажима Одноразовая	Material: spunbond/meltblown Number of layers: 2 Fixation: ear loops, without a nose clip Disposable
Хлопчатобумажная / Cotton 	Материал: хлопок Количество слоев: 2 Вид крепления: ушные петли, без носового зажима Многоразовая	Material: cotton Number of layers: 2 Fixation: ear loops, without a nose clip Reusable
Неопреновая / Neoprene 	Материал: неопрен Количество слоев: 1 Вид крепления: ушные петли, без носового зажима Многоразовая	Material: neoprene Number of layers: 1 Fixation: ear loops, without a nose clip Reusable
Перчатки / Gloves		
Виниловые / Vinyl 	Материал: винил Манжета: венчик Одноразовые	Material: vinyl Cuff: loose, short Disposable
Нитриловые / Nitrile 	Материал: нитрил Манжета: венчик Одноразовые	Material: nitrile Cuff: loose, short Disposable
Хлопчатобумажные / Cotton 	Материал: хлопчатобумажная ткань Манжета: венчик Многоразовые	Material: cotton Cuff: loose, short Reusable
Хлопчатобумажные с покрытием / Latex coated cotton 	Материал: хлопчатобумажная ткань Покрытие: натуральный латекс Манжета: венчик Многоразовые	Material: cotton Coating: natural latex Cuff: loose, short Reusable

Были проведены лабораторные исследования 10 образцов каждого из указанных видов СИЗ: определялись концентрации химических веществ после моделирования их выделения в водную и воздушную среды (после кондиционирования образцов в климатической камере).

Печень анализируемых химических веществ формировалась исходя из наименования материала, из которого изготовлены СИЗ, и соответствующего списка контролируемых показателей, согласно техническому регламенту Таможенного союза (ТР ТС 019/2011⁴). Были проведены исследования масок на выделение в водную среду следующих химических веществ: формальдегида, ацетальдегида, этилацетата, ацетона, бензола, этилбензола, мышьяка, свинца, хрома, кобальта, кадмия, никеля, ртути, цинка; на выделение в воздушную среду: формальдегида, этилацетата, ацетона, бензола, этилбензола, этиленбензола.

Исследования проводились в аккредитованном испытательном лабораторном центре.

Определение химических веществ в водной среде

Условия моделирования выделения химических веществ в водную среду: экспозиция 1 час при температуре 40 °С, модельная среда – вода дистиллированная, насыщенность 1:50 (МУК 4.1/4.3.1485–03⁵).

Для получения более достоверных данных концентрации одних и тех же металлов определяли на разных приборах различными методами. На спектрометре VARIAN SpectrAA 240FS проводилось определение мышьяка гидридным методом (по ГОСТ Р 51766–2001⁶); ртути – методом холодного пара (по ГОСТ 31950–2012⁷); кадмия, никеля, хрома – методом электротермической атомизации (по ГОСТ 31870–2012⁸ (п. 4)); свинца, кадмия – методом электрометрии (ПНД Ф 14.1:2:4.140–98⁹).

На атомно-абсорбционном спектрометре «Квант-2А» методом электрометрии определяли содержание свинца, кадмия, никеля, хрома, кобальта, цинка⁹. Свинец, кадмий, цинк, медь определяли также методом инверсионной вольтамперометрии (ГОСТ 31866–2012¹⁰) на анализаторе ТА-4.

Исследования на формальдегид проводились на приборе «Флюорат-02-3М» флуориметрическим методом (ПНД Ф 14.1:2:4.184–02¹¹).

Исследования на определение ацетальдегида, этилацетата, ацетона, бензола и этилбензола проводились на газовом хроматографе ФГХ-1 по методикам измерения № 01.00225/205-47-12¹² и № 01.00225/205-46-12¹³.

Определение химических веществ в воздушной среде

Моделирование выделения в воздушную среду проводилось после кондиционирования образцов (в отдельном помещении в течение 1–2 дней) в климатической камере СМ 10/40-250 СФ. Условия экспозиции: 24 часа при температуре 20 °С, влажность 45 %, воздухообмен 1 об./час. Отбор воздуха из климатической камеры проводился аспиратором «Аспиратор, тип ПУ, модификация ПУ-4Э».

Исследования на формальдегид проводились на приборе «Фотометр фотоэлектрический КФК-3» фотометрическим методом по методике РД 52.04.823–2015 (отбор не менее 240 литров)¹⁴.

Исследования на этилбензол и этенилбензол проводились на газовом хроматографе тип «Кристалл-2000М», модификация ПИД-1, ПИД-2 по методике МУК 4.1.598–96¹⁵ методом газовой хроматографии с термодесорбцией.

Исследования на ацетон, бензол, этилацетат проводились на газовом хроматографе ФГХ-1 по методике № МВИ 66-04¹⁶ методом газовой хроматографии.

⁴ Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 019/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты». Technical Regulations of the Customs Union 019/2011 «On the safety of personal protective equipment» dated December 09, 2011 (as amended on May 28, 2019). <http://www.eurasiancommission.org/en/act/techreg/deptexreg/tr/Pages/technicalreglament.aspx> (14.09.2021) (in Russian).

⁵ МУК 4.1/4.3.1485–03 «Гигиеническая оценка одежды для детей, подростков и взрослых». Москва: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003. 15 с.

⁶ ГОСТ Р 51766–2001 «Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения мышьяка». Москва: Стандартинформ, 2011. 12 с.

⁷ ГОСТ 31950–2012 «Вода. Методы определения содержания общей ртути беспламенной атомно-абсорбционной спектрометрией». Москва: Стандартинформ, 2013. 17 с.

⁸ ГОСТ 31870–2012 «Вода питьевая. Определение содержания элементов методами атомной спектрометрии». Москва: Стандартинформ, 2019. 25 с.

⁹ ПНД Ф 14.1:2:4.140–98 «Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовых концентраций бериллия, ванадия, висмута, кадмия, кобальта, меди, молибдена, мышьяка, никеля, олова, свинца, селена, серебра, сурьмы, хрома в питьевых, природных и сточных водах методом атомно-абсорбционной спектрометрии с электротермической атомизацией». Утверждена Заместителем Председателя Государственного комитета РФ по охране окружающей среды А.А.Соловьяновым 25 июня 1998 г.

¹⁰ ГОСТ 31866–2012 «Вода питьевая. Определение содержания элементов методом инверсионной вольтамперометрии». Москва: Стандартинформ, 2013. 26 с.

¹¹ ПНД Ф 14.1:2:4.184–02 «Методика выполнения измерений массовой концентрации свинца в пробах природных, питьевых и сточных вод криолюминесцентным методом с использованием анализатора жидкости «Флюорат-02». (издание 2006 г.).

¹² МИ № 01.00225/205-47-12 от 20.09.2012 «Питьевая вода, природная вода. Методика выполнения измерений массовой концентрации ацетальдегида, ацетона, бензола, бутилацетата, изопропилбензола, п-ксилола, м-ксилола, о-ксилола, метилена хлористого, метилметакрилата, метилэтилкетона, пропиленбензола, псевдокумола, стирола, толуола, хлорбензола, этилацетата, этилбензола». Свидетельство № 01.00225/205-47-12 от 20.09.2012.

¹³ МИ № 01.00225/205-46-12 от 20.09.2012 «Питьевая вода, природная вода. Методика выполнения измерений массовой концентрации акролеина, аллилового спирта, амилового спирта, бутилового спирта, изоамилового спирта, изобутилового спирта, изопропилового спирта, перхлорэтилена, пропилового спирта, трихлорэтилена, циклогексанона, этилового спирта». Свидетельство № 01.00225/205-46-12 от 20.09.2012.

¹⁴ РД 52.04.823–2015 «Массовая концентрация формальдегида в пробах атмосферного воздуха. Методика измерений фотометрическим методом с ацетилацетоном». Санкт-Петербург, 2015. 50 с.

¹⁵ МУК 4.1.598–96 «Методические указания по газохроматографическому определению ароматических, серосодержащих, галогенсодержащих веществ, метанола, ацетона и ацетонитрила в атмосферном воздухе». Утверждены Первым заместителем Председателя Госкомсанэпиднадзора России – заместителем Главного государственного санитарного врача Российской Федерации 31 октября 1996 года.

¹⁶ МВИ № 66-04 от 23.11.2004 «Атмосферный воздух, воздух рабочей зоны, воздух непромышленных помещений, промышленные выбросы». Свидетельство № 66-04 от 23.11.2004.

Для значимых концентраций рассчитывались средняя и ошибка средней ($M \pm m$).

Результаты. Полученные при определении химических веществ результаты анализа выделения металлов из СИЗ в водную среду и органических соединений в водную и воздушную среды представлены в табл. 2 и 3.

Содержание анализируемых химических веществ в вытяжках из всех видов исследуемых масок не

превышало допустимых значений согласно ТР ТС 019/2011.

Из представленной табл. 3 видно, что в хлопчатобумажных перчатках и хлопчатобумажных с покрытием обнаружен формальдегид в концентрациях, превышающих допустимые в 1,48 и 1,16 раза соответственно. В хлопчатобумажных перчатках с покрытием обнаружен цинк в концентрациях, превышающих допустимые значения в 1,17 раза.

Таблица 2. Содержание химических веществ в вытяжках из масок

Table 2. Chemical composition of facemask extracts

Химическое вещество / Chemical	Допустимая концентрация* / Permissible concentration*	Вид маски / Type of face mask			
		нетканая 3-слойная / non-woven 3-layer	нетканая 2-слойная / non-woven 2-layer	хлопчатобумажная / cotton	неопреновая / neoprene
Концентрация в водной вытяжке, мг/л / Concentration in the aqueous extract, mg/L					
Формальдегид / Formaldehyde	0,1	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Ацетальдегид / Acetaldehyde	0,2	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Этилацетат / Ethyl acetate	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Ацетон / Acetone	0,1	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Бензол / Benzene	0,01	0,00016	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Этилбензол / Ethylbenzene	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Мышьяк / Arsenic	0,05	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Свинец / Lead	0,03	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Кадмий / Cadmium	0,001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Хром / Chromium	0,1	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Кобальт / Cobalt	0,1	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Никель / Nickel	0,1	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Ртуть / Mercury	0,0005	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Концентрация в воздушной вытяжке, мг/м ³ / Concentration in the airborne extract, mg/m ³					
Формальдегид / Formaldehyde	0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
Этилацетат / Ethyl acetate	0,1	< 0,08	< 0,08	< 0,08	< 0,08
Ацетон / Acetone	0,35	< 0,08	< 0,08	< 0,08	< 0,08
Бензол / Benzene	0,1	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Этилбензол / Ethylbenzene	0,02	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Этиленбензол / Ethylene benzene	0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Примечание: * допустимое количество миграции в водную модельную среду (мг/л) и предельно допустимая концентрация в воздушной модельной среде (мг/м³) согласно ТР ТС 019/2011.

Notes: * Permissible migration into the model aquatic environment (mg/L) and the maximum permissible concentration in the model air environment (mg/m³) in accordance with EAEU TR 019/2011 .

Таблица 3. Содержание химических веществ в водной вытяжке из перчаток

Table 3. Chemical composition of aqueous extracts of protective gloves

Химическое вещество / Chemical	Допустимая концентрация* / Permissible concentration*	Вид перчаток / Type of gloves			
		хлопчатобумажные / cotton	хлопчатобумажные с покрытием / latex coated cotton	виниловые / vinyl	нитриловые / nitrile
Концентрация в водной вытяжке, мг/л / Concentration in the aqueous extract, mg/L					
Формальдегид / Formaldehyde	0,1	0,148 ± 0,033	0,116 ± 0,062	0,048 ± 0,011	0,044 ± 0,011
Фенол / Fenol	0,05	–	–	–	0,0021 ± 0,0003
Ацетальдегид / Acetaldehyde	0,2	< 0,05	< 0,05	< 0,05	–
Ацетон / Acetone	0,1	–	–	< 0,02	–
Бензол / Benzene	0,01	–	–	< 0,0001	–
Этилбензол / Ethylbenzene	0,001	–	–	–	< 0,001
Мышьяк / Arsenic	0,05	–	< 0,001	–	–
Свинец / Lead	0,03	–	0,0017 ± 0,0004	–	–
Хром / Chromium	0,1	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Кадмий / Cadmium	0,001	–	0,00013 ± 0,00005	–	–
Кобальт / Cobalt	0,1	< 0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015
Никель / Nickel	0,1	< 0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015
Ртуть / Mercury	0,0005	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Медь / Copper	1,0	–	< 0,0005	–	–
Цинк / Zinc	1,0	0,067 ± 0,017	1,17 ± 0,23	0,38 ± 0,09	0,21 ± 0,05

Примечание: * допустимое количество миграции в водную модельную среду согласно ТР ТС 019/2011, «–» не определяли.

Note: * Permissible migration into the model aquatic environment (mg/L) in accordance with EAEU TR 019/2011, “–” it was not tested.

Обсуждение. По своему химическому составу исследуемые виды масок являются безопасными для потребителей. По-видимому, причиной появления неблагоприятных реакций является не химический состав. На появление общих и местных реакций на ношение масок может влиять изменение температуры и влажности кожи под маской, бактериальная обсемененность внутренней поверхности масок при разной длительности ношения, воздухопроницаемость материала, из которого изготовлена маска, способ фиксации маски на голове и т. д. Необходимо дальнейшее изучение перечисленных характеристик лицевых масок.

Токсичность цинка при накожном воздействии может варьировать в зависимости от химической формы цинка. Известно, что хлорид цинка может вызывать более сильное раздражение по сравнению с сульфатом цинка, а цинк оксид не вызывает раздражения кожи [18]. Количество цинка, проходящего непосредственно через кожу, относительно невелико. Кожная абсорбция цинка происходит, но ее механизм четко не определен. Чистый цинк классифицируется как вещество, не вызывающее разъедание, раздражение и аллергическую реакцию кожи [19]. Для решения вопроса о токсичности цинка, обнаруженного в перчатках, нужно выяснить, в составе каких соединений он присутствует.

Наличие формальдегида в хлопчатобумажных перчатках может быть связано с некачественным сырьем или особенностями производственного процесса, например использованием вспомогательных веществ при заключительной отделке тканей. Формальдегид в водном растворе легко абсорбируется через кожу и может привести к местному раздражению кожи [20, 21] и аллергическому контактному дерматиту [22–25], а также канцерогенезу [25, 26]. Однако формальдегид, обнаруженный в таких концентрациях в хлопчатобумажных перчатках и перчатках с покрытием, не может являться единственной причиной всех жалоб и выявляемых нарушений кожных покровов, о которых сообщается в научных исследованиях. Можно предположить влияние также других факторов, таких как длительность ношения, наличие индивидуальных особенностей (наличие хронических кожных заболеваний), накопление бактериального загрязнения в сочетании с избыточной влажностью на внутренней стороне перчаток в результате ношения. Изучение этих факторов должно быть включено в гигиеническую оценку перчаток.

Заключение. Содержание анализируемых химических веществ в масках, изготовленных из спонбонд/мельтблауна, неопрена и хлопка, не превышало гигиенических нормативов и, соответственно, не представляет риск здоровью пользователей. В хлопчатобумажных перчатках и перчатках с покрытием было обнаружено превышение допустимого содержания формальдегида и цинка. Содержащийся в перчатках формальдегид может приводить к появлению неблагоприятных кожных реакций. Содержание химических веществ в СИЗ рук не должно превышать установленных гигиенических нормативов, поэтому требуется более жесткий контроль за их производством. Необходимы дальнейшие всесторонние исследо-

вания для проведения комплексной гигиенической оценки СИЗ.

Список литературы

1. European Centre for Disease Prevention and Control. Using face masks in the community: first update – Effectiveness in reducing transmission of COVID-19. 15 February 2021. ECDC: Stockholm; 2021. Accessed November 17, 2021. <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/using-face-masks-community-reducing-covid-19-transmission>
2. Food and Drug Administration. Medical gloves for COVID-19. November 4, 2021. Accessed November 17, 2021. <https://www.fda.gov/medical-devices/personal-protective-equipment-infection-control/medical-gloves-covid-19>
3. Li Y, Guo YP, Wong KC, Chung WY, Gohel MD, Leung HM. Transmission of communicable respiratory infections and facemasks. *J Multidiscip Healthc.* 2008;1:17-27. doi: 10.2147/jmdh.s3019
4. Talic S, Shah S, Wild H, et al. Effectiveness of public health measures in reducing the incidence of covid-19, SARS-CoV-2 transmission, and covid-19 mortality: systematic review and meta-analysis. *BMJ.* 2021;375:e068302. doi: 10.1136/bmj-2021-068302
5. Ong, JY, Bharatendu C, Goh Y, et al. Headaches associated with personal protective equipment – A cross-sectional study among frontline healthcare workers during COVID-19. *Headache.* 2020;60(5):864-877. doi: 10.1111/head.13811
6. Lim EC, Seet RC, Lee KH, Wilder-Smith EP, Chuah BY, Ong BK. Headaches and the N95 face-mask amongst healthcare providers. *Acta Neurol Scand.* 2006;113(3):199-202. doi: 10.1111/j.1600-0404.2005.00560.x
7. Szepletowski JC, Matusiak Ł, Szepletowska M, Krajewski PK, Białynicki-Birula R. Face mask-induced itch: A self-questionnaire study of 2,315 responders during the COVID-19 pandemic. *Acta Derm Venereol.* 2020;100(10):adv00152. doi: 10.2340/00015555-3536
8. Hu K, Fan J, Li X, Gou X, Li X, Zhou X. The adverse skin reactions of health care workers using personal protective equipment for COVID-19. *Medicine (Baltimore).* 2020;99(24):e20603. doi: 10.1097/MD.00000000000020603
9. Matusiak Ł, Szepletowska M, Krajewski P, Białynicki-Birula R, Szepletowski JC. Inconveniences due to the use of face masks during the COVID-19 pandemic: A survey study of 876 young people. *Dermatol Ther.* 2020;33(4):e13567. doi: 10.1111/dth.13567
10. Mitrokhin O, Shashina E, Makarova VM. Use of face masks by students of the medical university during COVID-2019 pandemic. In: *Public Health Issues in the Context of the COVID-19 Pandemic: Proceedings of the Third International Electronic Conference on Environmental Research and Public Health, January 11-25, 2021.* doi: 10.3390/ECERPH-3-08988
11. Shashina EA, Makarova VV, Shcherbakov DV, et al. Use of respiratory protection devices by medical students during the COVID-19 pandemic. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(11):5834. doi: 10.3390/ijerph18115834
12. Alenius H, Turjanmaa K, Palosuo T. Natural rubber latex allergy. *Occup Environ Med.* 2002;59(6):419-424. doi: 10.1136/oem.59.6.419
13. Taylor JS, Erkek E. Latex allergy: diagnosis and management. *Dermatol Ther.* 2004;17(4):289-301. doi: 10.1111/j.1396-0296.2004.04024.x
14. Lan J, Song Z, Miao X, et al. Skin damage among health care workers managing coronavirus disease-2019. *J Am Acad Dermatol.* 2020;82(5):1215-1216. doi: 10.1016/j.jaad.2020.03.014
15. Yan Y, Chen H, Chen L, et al. Consensus of Chinese experts on protection of skin and mucous membrane barrier for health-care workers fighting against coronavirus disease 2019. *Dermatol Ther.* 2020;33(4):e13310. doi: 10.1111/dth.13310
16. Anedda J, Ferrelli C, Rongioletti F, Atzori L. Changing gears: Medical gloves in the era of coronavirus disease 2019 pandemic. *Clin Dermatol.* 2020;38(6):734-736. doi: 10.1016/j.clindermatol.2020.08.003
17. Шашина Е.А., Исютина-Федоткова Т.С., Макарова В.В., Груздева О.А., Митрохин О.В. Подходы к анализу эффективности средств защиты органов дыхания как

- мер снижения риска нарушения здоровья во время пандемии COVID-19 // Анализ риска здоровью. 2021. № 1. С. 151–158. doi:10.21668/health.risk/2021.1.16
18. Toxicological Profile for Zinc. U.S. Department of Health and Human Services. Public Health Service. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Atlanta, Georgia; 2005. Accessed November 17, 2021. <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp60.pdf>
 19. Паспорт безопасности: Цинк. Номер статьи: AE99. Версия: GHS 2.0 ru. Дата пересмотра 15.05.2019. ГОСТ 30333-2007. Группа Т58. Межгосударственный стандарт. Паспорт безопасности химической продукции.
 20. López-Sánchez L, Miralles P, Salvador A, Merino-Sanjuán M, Merino V. In vitro skin penetration of bronidol, bronopol and formaldehyde from cosmetics. *Regul Toxicol Pharmacol.* 2021;122:104888. doi: 10.1016/j.yrtph.2021.104888
 21. Scheman A, Jacob S, Zirwas M, et al. Contact allergy: alternatives for the 2007 North American contact dermatitis group (NACDG) Standard Screening Tray. *Dis Mon.* 2008;54(1-2):7-156. doi: 10.1016/j.disamonth.2007.10.002
 22. Aalto-Korte K, Koskela K, Pesonen M. Allergic contact dermatitis and other occupational skin diseases in health care workers in the Finnish Register of Occupational Diseases in 2005–2016. *Contact Dermatitis.* 2021;84(4):217-223. doi: 10.1111/cod.13753
 23. Valdes F, McNamara S, Keri J. Allergic contact dermatitis from transient formaldehyde exposure in a traveler: Are all backpacks created equal? *Cureus.* 2020;12(12):e12252. doi: 10.7759/cureus.12252
 24. Patel V, Atwater AR, Reeder M. Contact dermatitis of the hands: Is it irritant or allergic? *Cutis.* 2021;107(3):129-132. doi: 10.12788/cutis.0204
 25. Toxicological Profile for Formaldehyde. U.S. Department of Health and Human Services. Public Health Service. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Atlanta, Georgia; 1999. Accessed November 17, 2021. <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp111.pdf>
 26. Rovira J, Domingo JL. Human health risks due to exposure to inorganic and organic chemicals from textiles: A review. *Environ Res.* 2019;168:62-69. doi: 10.1016/j.envres.2018.09.027
 9. Matusiak Ł, Szepietowska M, Krajewski P, Białynicki-Birula R, Szepietowski JC. Inconveniences due to the use of face masks during the COVID-19 pandemic: A survey study of 876 young people. *Dermatol Ther.* 2020;33(4):e13567. doi: 10.1111/dth.13567
 10. Mitrokhin O, Shashina E, Makarova VM. Use of face masks by students of the medical university during COVID-2019 pandemic. In: *Public Health Issues in the Context of the COVID-19 Pandemic: Proceedings of the Third International Electronic Conference on Environmental Research and Public Health, January 11-25, 2021.* doi: 10.3390/ECERPH-3-08988
 11. Shashina EA, Makarova VV, Shcherbakov DV, et al. Use of respiratory protection devices by medical students during the COVID-19 pandemic. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(11):5834. doi: 10.3390/ijerph18115834
 12. Alenius H, Turjanmaa K, Palosuo T. Natural rubber latex allergy. *Occup Environ Med.* 2002;59(6):419-424. doi: 10.1136/oem.59.6.419
 13. Taylor JS, Erkek E. Latex allergy: diagnosis and management. *Dermatol Ther.* 2004;17(4):289-301. doi: 10.1111/j.1396-0296.2004.04024.x
 14. Lan J, Song Z, Miao X, et al. Skin damage among health care workers managing coronavirus disease—2019. *J Am Acad Dermatol.* 2020;82(5):1215-1216. doi: 10.1016/j.jaad.2020.03.014
 15. Yan Y, Chen H, Chen L, et al. Consensus of Chinese experts on protection of skin and mucous membrane barrier for health-care workers fighting against coronavirus disease 2019. *Dermatol Ther.* 2020;33(4):e13310. doi: 10.1111/dth.13310
 16. Anedda J, Ferrelli C, Rongioletti F, Atzori L. Changing gears: Medical gloves in the era of coronavirus disease 2019 pandemic. *Clin Dermatol.* 2020;38(6):734-736. doi: 10.1016/j.clindermatol.2020.08.003
 17. Shashina EA, Isiutina-Fedotkova TS, Makarova VV, Gruzdeva OA, Mitrokhin OV. Approaches to analyzing efficiency of respiratory protective equipment as a way to reduce health risks during COVID-19 pandemic. *Health Risk Analysis.* 2021;(1):151-158. doi: 10.21668/health.risk/2021.1.16.eng
 18. Toxicological Profile for Zinc. U.S. Department of Health and Human Services. Public Health Service. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Atlanta, Georgia; 2005. Accessed November 17, 2021. <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp60.pdf>
 19. MSDS: Zinc. Article number: AE99. Version: GHS 2.0 ru. Revision date 05/15/2019. GOST 30333-2007. Group T58. Interstate standard. Safety data sheet for chemical products.
 20. López-Sánchez L, Miralles P, Salvador A, Merino-Sanjuán M, Merino V. In vitro skin penetration of bronidol, bronopol and formaldehyde from cosmetics. *Regul Toxicol Pharmacol.* 2021;122:104888. doi: 10.1016/j.yrtph.2021.104888
 21. Scheman A, Jacob S, Zirwas M, et al. Contact allergy: alternatives for the 2007 North American contact dermatitis group (NACDG) Standard Screening Tray. *Dis Mon.* 2008;54(1-2):7-156. doi: 10.1016/j.disamonth.2007.10.002
 22. Aalto-Korte K, Koskela K, Pesonen M. Allergic contact dermatitis and other occupational skin diseases in health care workers in the Finnish Register of Occupational Diseases in 2005–2016. *Contact Dermatitis.* 2021;84(4):217-223. doi: 10.1111/cod.13753
 23. Valdes F, McNamara S, Keri J. Allergic contact dermatitis from transient formaldehyde exposure in a traveler: Are all backpacks created equal? *Cureus.* 2020;12(12):e12252. doi: 10.7759/cureus.12252
 24. Patel V, Atwater AR, Reeder M. Contact dermatitis of the hands: Is it irritant or allergic? *Cutis.* 2021;107(3):129-132. doi: 10.12788/cutis.0204
 25. Toxicological Profile for Formaldehyde. U.S. Department of Health and Human Services. Public Health Service. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Atlanta, Georgia; 1999. Accessed November 17, 2021. <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp111.pdf>
 26. Rovira J, Domingo JL. Human health risks due to exposure to inorganic and organic chemicals from textiles: A review. *Environ Res.* 2019;168:62-69. doi: 10.1016/j.envres.2018.09.027

References

1. European Centre for Disease Prevention and Control. Using face masks in the community: first update – Effectiveness in reducing transmission of COVID-19. 15 February 2021. ECDC: Stockholm; 2021. Accessed November 17, 2021. <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/using-face-masks-community-reducing-covid-19-transmission>
2. Food and Drug Administration. Medical gloves for COVID-19. November 4, 2021. Accessed November 17, 2021. <https://www.fda.gov/medical-devices/personal-protective-equipment-infection-control/medical-gloves-covid-19>
3. Li Y, Guo YP, Wong KC, Chung WY, Gohel MD, Leung HM. Transmission of communicable respiratory infections and facemasks. *J Multidiscip Healthc.* 2008;1:17-27. doi: 10.2147/jmdh.s3019
4. Talic S, Shah S, Wild H, et al. Effectiveness of public health measures in reducing the incidence of covid-19, SARS-CoV-2 transmission, and covid-19 mortality: systematic review and meta-analysis. *BMJ.* 2021;375:e068302. doi: 10.1136/bmj-2021-068302
5. Ong, JY, Bharatendu C, Goh Y, et al. Headaches associated with personal protective equipment – A cross-sectional study among frontline healthcare workers during COVID-19. *Headache.* 2020;60(5):864-877. doi: 10.1111/head.13811
6. Lim EC, Seet RC, Lee KH, Wilder-Smith EP, Chuah BY, Ong BK. Headaches and the N95 face-mask amongst healthcare providers. *Acta Neurol Scand.* 2006;113(3):199-202. doi: 10.1111/j.1600-0404.2005.00560.x
7. Szepietowski JC, Matusiak Ł, Szepietowska M, Krajewski PK, Białynicki-Birula R. Face mask-induced itch: A self-questionnaire study of 2,315 responders during the COVID-19 pandemic. *Acta Derm Venereol.* 2020;100(10):adv00152. doi: 10.2340/00015555-3536
8. Hu K, Fan J, Li X, Gou X, Li X, Zhou X. The adverse skin reactions of health care workers using personal protective equipment for COVID-19. *Medicine (Baltimore).* 2020;99(24):e20603. doi: 10.1097/MD.00000000000020603

