

## Геоэкология

DOI: 10.34828/UdSU.2024.90.72.001

УДК 502.35

*Н.В. Озерова, Н.А. Терешин*

### К ВОПРОСУ ОБ УТИЛИЗАЦИИ ОДНОРАЗОВЫХ МЕДИЦИНСКИХ МАСОК

**Аннотация.** Рассмотрена проблема обращения с отходами одноразовых полипропиленовых масок и их влияния на окружающую среду. Проанализированы современные методы обращения с отходами масок на территории Российской Федерации и других стран. Для решения проблемы предлагается использовать технологию по получению пластика. Сама технология представляет собой использование термопластавтомата (ТПА) для изготовления любой пластиковой продукции – дроблённое сырьё из масок смешивают со связующим веществом (эпоксидной смолой) и нагревают в ТПА, после чего идёт впрыск в пресс-форму, а на выходе получается изделие, соответствующее пресс-форме. Предложенное решение проблемы утилизации одноразовых масок обосновано эколого-экономическими расчётами.

**Ключевые слова:** одноразовые полипропиленовые маски, средства индивидуальной защиты, утилизация отходов, твёрдые коммунальные отходы, окружающая среда.

*Для цитирования:* Н.В. Озерова, Терешин Н.А. К вопросу об утилизации одноразовых медицинских масок // Управление техносферой: электрон. журнал, 2024. Т.7. Вып.1. URL:<https://technosphere-ing.ru> С. 1–8. DOI: 10.34828/UdSU.2024.90.72.001.

#### Актуальность

Одноразовые медицинские маски как средство индивидуальной защиты (СИЗ) повсеместно использовались большинством населения мира в период коронавирусной инфекции (COVID-19). Из-за массовой необходимости использования этого типа СИЗ выросло их количество в виде твёрдых коммунальных отходов (ТКО), так как этот вид медицинских отходов в большинстве своем относится к классу А, приравненных к ТКО [1]. Даже в странах, активно практиковавших отдельный сбор, после вспышки

коронавируса государственными органами было рекомендовано муниципальным подразделениям временно отказаться от функционирования системы разделения ТКО. Роспотребнадзор также рекомендовал во время пандемии приостановить какие-либо схемы раздельного сбора бытового мусора, что привело к увеличению объемов ТКО из-за введения режимов локдаунов и уровню негативного характера воздействия на окружающую среду.

Между тем, одноразовые медицинские маски могут быть переработаны после проведения обеззараживания на 95 % и стать вторичными материальными ресурсами для разных отраслей экономики.

Одноразовые медицинские маски, как правило, изготавливаются из нетканого материала (спанбонд) фильерным способом с применением расплава полипропилена. При процессе разложения  $C_{979}H_{1396}O_{417}N_{70,2}S$  (элементарный состав одноразовой полипропиленовой маски) образуются химические вещества, загрязняющие почву, атмосферный воздух, подземные воды и прилегающие к территориям полигонов с ТКО поверхностные воды [2].

В период с 2020 по 2022 год ежегодно образовывалось 150 млн. тонн «масочных» отходов, которые разлагаются примерно 500 лет [3, 4]. На территории РФ этот вид ТКО складировается на полигоны, для создания которых выводятся из хозяйственного оборота огромные площади земель.

В связи с началом эпидемии коронавирусной инфекции вырос спрос на одноразовые полипропиленовые маски, став предметом первой необходимости, из-за чего значительно увеличилось их производство с 2020 года. Срок годности полипропилена 3 года [5], и на данный момент первая волна данной продукции утратила свои потребительские свойства, став ТКО.

В настоящее время в РФ используется два основных вида обращения с отходами одноразовых полипропиленовых масок: складирование и сжигание. Главными недостатками складирования являются - выделение химических

веществ с негативным эффектом для окружающей среды, и изъятие огромных площадей для размещения ТКО. При сжигании масок в печи требуются температуры выше 1100 °С для избежание образования диоксинов и фуранов, что требует большие затраты электроэнергии.

Для решения проблемы утилизации одноразовых полипропиленовых масок в 2022 году исследовательской группой НИТУ «МИСиС» совместно с учёными из других стран разработана технология по переработке одноразовых масок в «экономичные суперконденсаторы», которые не имеют негативного воздействия на окружающую среду [6]. Суть технологии заключается в том, что твердотельный суперконденсатор изготавливают из блистеров таблетированных лекарств и вырезанных из масок окружностей диаметром 1 см, с покрытием из графеновых «чернил». На одну такую окружность необходимо 1 мл графеновых «чернил» [7].

Нами был проведён экономический расчёт эффективности данной технологии, который показал, что технология является экономически не выгодной. Для изготовления одного твердотельного суперконденсатора требуется 2 мл графеновых «чернил» (рис.), цена которых составляет 11149 руб. за 100 мл [8]. Соответственно из 100 мл графеновых «чернил» можно создать 50 твердотельных суперконденсаторов, имеющих следующие характеристики: 800 Ф и 0,54 В. Проанализировав рынок суперконденсаторов с подобными характеристиками, была выявлена их средняя цена – 200 руб. за 1 шт., из чего следует, что, продав 50 таких суперконденсаторов, можно получить 10000 руб. Поэтому можно сделать вывод, что данная технология не окупает стоимость на амортизацию, то есть является экономически не выгодной.



**Рис. Графеновые «чернила» для электродов**

Проведя анализ способов обращения с отходами одноразовых полипропиленовых масок в других странах, не имеющих негативного воздействия на окружающую среду, нами предлагается использовать технологию по изготовлению пластика. Сама технология представляет из себя использование термопластавтомата (ТПА) для изготовления любой пластиковой продукции – дроблённое сырьё из масок смешивают со связующим веществом (эпоксидной смолой) и нагреваются в ТПА, после чего идёт впрыск в пресс-форму, а на выходе получается изделие, соответствующее пресс-форме. Затраты на реализацию данной технологии представлены в табл. [4].

Таблица

**Затраты на реализацию проекта по производству пластика из  
одноразовых масок**

Наименование	Капитальные затраты	Годовые затраты на электроэнергию	Затраты на амортизацию (раз в год)
Дробилка PZO 801 DLS	1 634 489 руб.	874 800 руб.	100 000 руб.
УФ-ОБК30	50 820 руб.	583 руб.	2 500 руб.
ТПА (2 единицы)	2 180 000 руб.	886 464 руб.	56 000 000 руб.
Итого:	3.814 млн. руб.	1.762 млн. руб.	56.103 млн. руб.

Таким образом, общая сумма затрат составляет 61,7 млн руб. Эколого-экономичный расчёт эффективности показал, что ежегодно с продаж пластиковой продукции можно получить 88 млн. руб. Соответственно, данная технология является экономически выгодной.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СанПиН 2.1.3684-21 Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий" (с изменениями и дополнениями от 14 февраля 2022 г. URL: <https://base.garant.ru/400289764/> (дата обращения: 01.04.2023).
2. Соловьянов А.А. Биогаз полигонов твердых коммунальных отходов как энергетический ресурс // Экологический вестник России. 2018. № 12. С. 34-42.
3. Утилизация одноразовых медицинских масок на предприятии и в домашних условиях // RECYCLE.NET URL: <https://recycle.net/othody/meditsinskie/utilizatsiya-odnorazovyh-meditsinskih-masok> (дата обращения: 01.04.2023).
4. Терешин Н.А., Озерова Н.В. Разработка метода утилизации полипропиленовых одноразовых масок // Техносферная безопасность в XXI веке: Научные труды XII Всероссийской научно-практической конференции магистрантов, аспирантов и молодых ученых (г. Иркутск, 1-3 декабря 2022 г.): сб. науч. тр. Иркутск: Изд-во ИРНИТУ, 2022. С.372-374.

5. Полипропилен: свойства, виды, сфера применения // Пленке.ру URL: <https://oplenke.ru/polipropilen-svoystva-vidy-sfera-primeneniya/> (дата обращения: 01.04.2023).
6. Ученые разработали технологию получения энергии из медицинских масок // РБК URL: <https://trends.rbc.ru/trends/innovation/61f281cd9a79477a7c575bc6> (дата обращения: 01.04.2023).
7. Mendoza R., Olivia J., Padmasree K.P., Olivia A.I., Mtz-Enriquez A.I., Zakhidov A. Highly efficient textile supercapacitors made with face masks waste and thermoelectric  $\text{Ca}_3\text{CO}_4\text{O}_9\text{-}\delta$  oxide, Journal of Energy Storage, 2022, no. 46.
8. Графеновые чернила для электродов // GOODVERY.RU URL: <https://goodvery.ru/item/50045872343> (дата обращения: 01.04.2023).

Поступила в редакцию 06.04.2023

### ***Сведения об авторах***

*Озерова Наталья Викторовна*

к.т.н., доцент, доцент кафедры инженерной экологии и охраны труда, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ», 111250, ул. Красноказарменная, д. 14, стр. 1. г. Москва, Россия.

E-mail: [OzerovaNatV@mpei.ru](mailto:OzerovaNatV@mpei.ru)

*Терешин Никита Алексеевич*

Магистрант, кафедра инженерной экологии и охраны труда, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ», 111250, ул. Красноказарменная, д. 14, стр. 1. г. Москва, Россия.

E-mail: [TereshinNA@mpei.ru](mailto:TereshinNA@mpei.ru)

*N.V. Ozerova, N.A. Tereshin*

## ON THE UTILIZATION OF DISPOSABLE MEDICAL MASKS

Annotation. The problem of waste management of disposable polypropylene masks and their impact on the environment has been considered. Modern methods of handling mask waste on the territory of the Russian Federation and other countries have been analyzed. To solve the problem it is proposed to use the technology for obtaining plastic. The technology itself is the use of injection molding machine (IMM) for manufacturing any plastic products - crushed raw materials from masks are mixed with binder (epoxy resin) and heated in the IMM, after which there is injection into a mold, and the output is a product corresponding to the mold. The proposed solution to the problem of disposable mask utilization is substantiated by ecological and economic calculations.

**Keywords:** disposable polypropylene masks, personal protective equipment, waste disposal, solid municipal waste, environment.

*For citation:* Ozerova N.V., Tereshin N.A. [On the utilization of disposable medical masks] *Upravlenie tekhnosferoi*, 2024, vol. 7, issue 1. (In Russ.) Available at: <https://technosphere-ing.ru/> pp. 1–8. DOI: 10.34828/UdSU.2024.90.72.001.

## REFERENCES

1. SanPiN 2.1.3684-21 *Sanitarno-epidemiologicheskie trebovaniya k sodержaniyu territorii gorodskikh i sel'skikh poselenii, k vodnym ob'ektam, pit'evoi vode i pit'evomu vodosnabzheniyu, atmosfernomu vozdukhу, pochvam, zhilym pomeshcheniyam, ekspluatatsii proizvodstvennykh, obshchestvennykh pomeshchenii, organizatsii i provedeniyu sanitarno-protivoepidemicheskikh (profilakticheskikh) meropriyatii" (s izmeneniyami i dopolneniyami ot 14 fevralya 2022 g.* [SanPiN 2.1.3684-21 Sanitary and epidemiological requirements for the maintenance of the territories of urban and rural settlements, water bodies, drinking water and drinking water supply, atmospheric air, soils, living quarters, operation of industrial, public premises, organisation and conduct of sanitary and antiepidemic (preventive) measures" (01.04.2023).]. Available at: <https://base.garant.ru/400289764/> (Accessed: 01.04.2023). (In Russ.)
2. Solov'yanov A.A. Biogaz poligonov tverdykh kommunal'nykh otkhodov kak energeticheskii resurs [Biogas of municipal solid waste landfills as an energy resource]. *Ekologicheskii vestnik Rossii [Ecological Bulletin of Russia]*, 2018, no. 12, pp. 34–42.
3. *Utilizatsiya odnorazovykh meditsinskikh masok na predpriyatii i v domashnikh usloviyakh // RECYCLE.NET.* [Disposal of disposable medical masks at the enterprise and at home //

- RECYCLE.NET]. Available at: <https://rcycle.net/othody/meditsinskie/utilizatsiya-odnorazovyh-meditsinskih-masok>. (Accessed: 01.04.2023). (In Russ.)
4. Tereshin N.A., Ozerova N.V. *Razrabotka metoda utilizatsii polipropilenovykh odnorazovykh masok* [Development of a method for recycling polypropylene disposable masks], *Tekhnosfernaya bezopasnost' v XXI veke: Nauchnye trudy XII Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii magistrantov, aspirantov i molodykh uchenykh (g. Irkutsk, 1-3 dekabrya 2022 g.): sb. nauch. tr. Irkutsk* [Technosphere safety in the XXI century: Scientific papers of the XII All-Russian scientific and practical conference of undergraduates, postgraduates and young scientists (Irkutsk, December 1-3, 2022): collection of scientific tr. Irkutsk: Publ. IRNITU, 2022, pp.372–374. (In Russ.)
  5. *Polipropilen: svoistva, vidy, sfera primeneniya* [Polypropylene: properties, types, scope of application], [Plenke.ru](https://plenke.ru). Available at: <https://plenke.ru/polipropilen-svoistva-vidy-sfera-primeneniya/> (accessed: 01.04.2023).
  6. *Uchenye razrabotali tekhnologiyu polucheniya energii iz meditsinskikh masok* [Scientists have developed a technology for obtaining energy from medical masks]. RBK. Available at: <https://trends.rbc.ru/trends/innovation/61f281cd9a79477a7c575bc6> (accessed: 01.04.2023).
  7. Mendoza R., Olivia J., Padmasree K.P., Olivia A.I., Mtz-Enriquez A.I., Zakhidov A. Highly efficient textile supercapacitors made with face masks waste and thermoelectric  $\text{Ca}_3\text{CO}_4\text{O}_9\text{-}\delta$  oxide, *Journal of Energy Storage*, 2022, no. 46.
  8. *Grafenovye chernila dlya elektrodov* [Graphene ink for electrodes]. GOODVERY.RU. Available at: <https://goodvery.ru/item/50045872343>. (Accessed: 01.04.2023).

Received 06.04.2023

#### **About the Authors**

*Natalia Viktorovna Ozerova*

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Environmental Engineering and Occupational Safety, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "National Research University "MEI", 111250, Krasnokazarmennaya str., 14, building 1. Moscow, Russia.

E-mail: [OzerovaNatV@mpei.ru](mailto:OzerovaNatV@mpei.ru)

*Nikita Alekseevich Tereshin*

Graduate student, Department of Environmental Engineering and Occupational Safety, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "National Research University "MEI", 111250, Krasnokazarmennaya str., 14, building 1. Moscow, Russia.

E-mail: [TereshinNA@mpei.r](mailto:TereshinNA@mpei.r)