

## ПРОБЛЕМЫ, ВОЗНИКШИЕ НА ПУТИ МАССОВОГО ВНЕДРЕНИЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

Стасюк А.В., Веневитина С.С., Стасюк В.В.,  
Разгоняева В.В., Черников Э.А., Лушникова Е.Н.

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный  
лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»  
г. Воронеж, Россия*

**Аннотация.** В статье представлены некоторые аспекты массовой замены парка автомобилей с двигателем внутреннего сгорания – электромобилями, в частности проблемы дефицита редкоземельных металлов применяемых в производстве автомобилей с электрической силовой установкой.

**Ключевые слова:** электромобиль, литий ионный аккумулятор, углеродный след, загрязнение атмосферы.

## PROBLEMS ENCOUNTERED IN THE WAY OF MASS INTRODUCTION OF ELECTRIC VEHICLES

Stasiuk A.V., Venevitina S.S., Stasiuk V.V.,  
Razgonyaeva V.V., Chernikov E.A., Lushnikova E.N.

*Voronezh State University of Forestry and Technologies  
named after G.F. Morozov,  
Voronezh, Russia*

**Abstract.** The article presents some aspects of the mass replacement of the fleet of cars with an internal combustion engine with electric vehicles, in particular, the problem of the shortage of rare earth metals used in the production of cars with an electric power plant.

**Keywords:** electric car, lithium ion battery, carbon footprint, atmospheric pollution.

По приблизительным подсчетам в 2024 году, во всем мире количество автомобилей составило один миллиард четыреста семьдесят пять миллионов

единиц при этом количество электромобилей из этого числа составляет всего шестьдесят четыре миллиона единиц. К 2050 году, по прогнозам ученых мировой автопарк может удвоиться, достигнув трех миллиардов единиц при этом большая их часть будут электромобили [1].

Подсчитано, что на данный момент автопарк автомобилей с двигателем внутреннего сгорания является значительным загрязнителем атмосферы. По некоторым данным доля его составляет до 60 %, опережая такие источники загрязнения, как энергетические предприятия и предприятия промышленные вместе взятые. И это не удивительно, так как по статистическим исследованиям, в среднем один легковой автомобиль за один день вырабатывает около килограмма токсичных веществ [2, 3] (рис. 1).

В связи со все ухудшающейся экологической обстановкой совсем не кажется странной политика протекционизма в отношении электромобилей, проводимая правительствами многих стран.

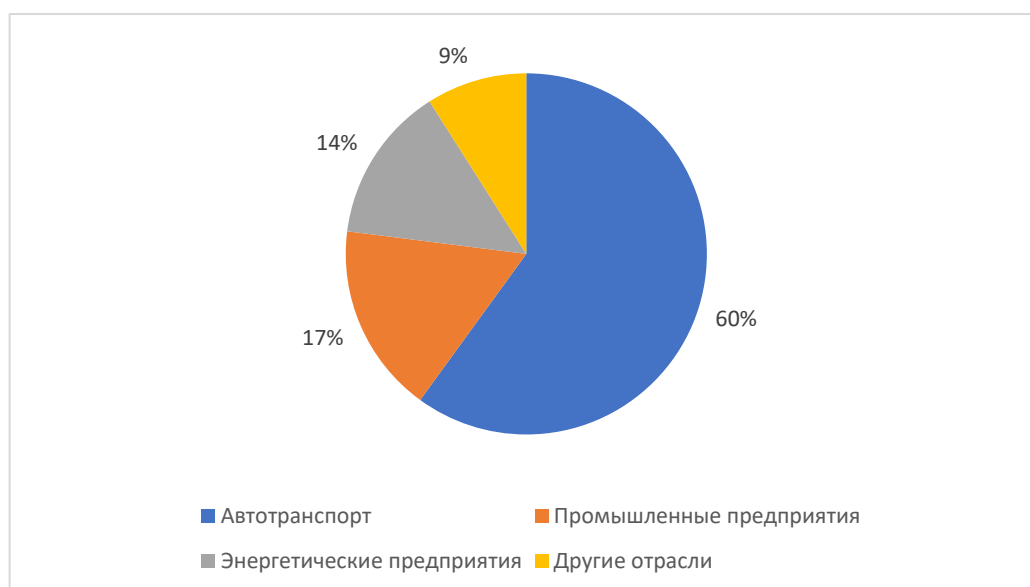


Рисунок 1 – Сравнительная диаграмма загрязнения атмосферы различными антропогенными источниками

Так, например, в европейских странах постоянно ужесточаются нормы выбросов автомобиля, ближайший переход на новый стандарт запланирован на 2026 год и это будет уже евро 7, на 2035 год запланирован полный отказ от

двигателя внутреннего сгорания на автомобилях, в пользу электродвигателей, а в некоторых странах, таких как Индия, Китай, Израиль, а также части штатов США такой запрет наступит уже с 2030 года. Также помимо запретительных мер, предусмотрены и меры поддержки владельцев электротранспорта: уменьшение налогов, субсидирование покупки электромобиля и др. [4].

В нашей стране также в 2021 году была принята стратегия развития электромобильного транспорта, которая включает в себя налоговые льготы и субсидии на приобретение электромобиля, а также к 2030 году производство электромобилей не менее 10% от общего объема и запуск семидесяти двух тысяч зарядных станций по стране [5].

Электромобиль по мимо существенно лучшей экологичности, технически более совершенен, чем автомобиль с двигателем внутреннего сгорания. Коэффициент полезного действия у электродвигателя достигает 95 %, в отличие от бензинового 27 % и дизельного 45 %, не требуется постоянная замена моторного масла и фильтров, конструкция электродвигателя более простая и надежная по отношению к двигателю внутреннего сгорания и др.

При таких параметрах и мерах поддержки, декарбонизация автомобильного парка должна происходить очень быстрыми темпами, однако этого не происходит. И причина здесь в основном это высокая стоимость тягового аккумулятора электромобиля, которая может достигать более половины стоимости самого электромобиля.

Цена силовой аккумуляторной батареи электромобиля с течением времени неуклонно снижалась, так за последние десять лет цена их уменьшилась на 89%, однако за последние годы падение стоимости батарей значительно замедлилось, и цена остается довольно высокой [6]. Стоимость батареи электромобиля в значительной степени обусловлена теми материалами, которые входят в её состав, а это: алюминий, никель, медь, литий, марганец, кобальт. Если такие металлы, как алюминий, медь и никель хоть и довольно дороги, но не являются редкими и разведанные запасы их довольно велики, то литий и кобальт

встречаются реже и разведанных запасов мало. Мировые запасы лития составляют 105 миллионов тонн, кобальта всего 11 миллионов тонн [7] (рис. 2, рис. 3).

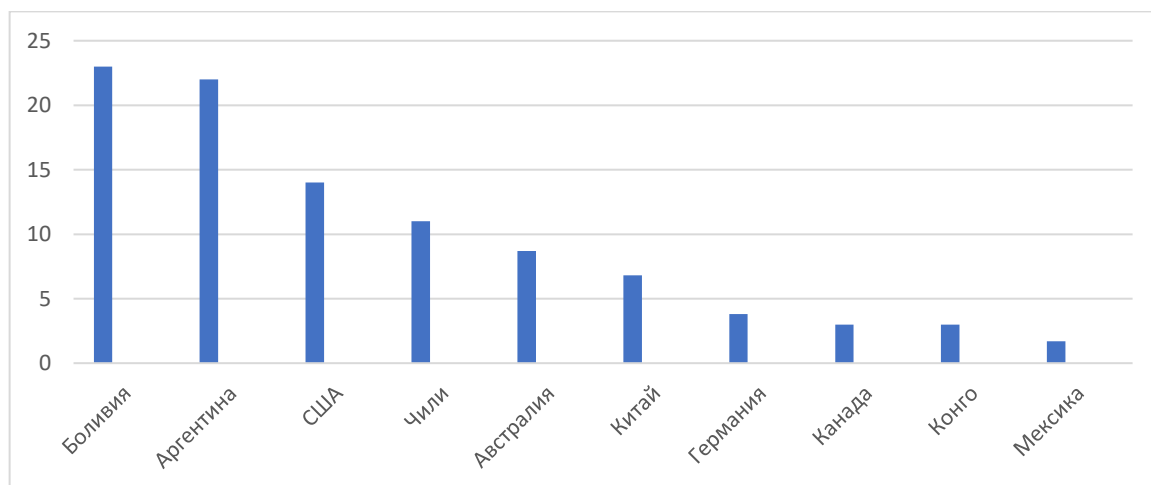


Рисунок 2 – Распределение запасов лития по странам в млн тонн

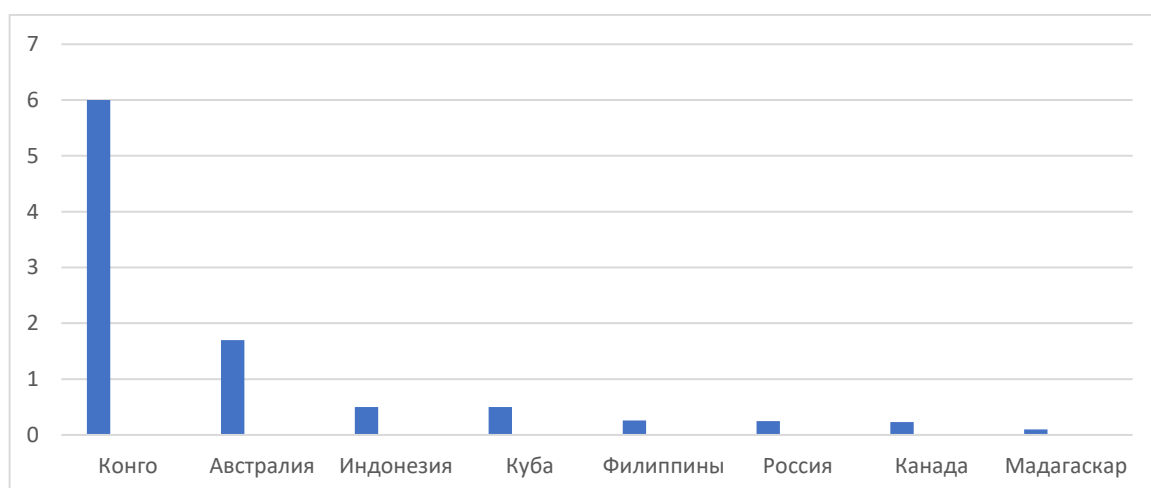


Рисунок 3 – Распределение запасов кобальта по странам в млн тонн

Между тем в среднем на одну силовую батарею электромобиля приходится восемь килограммов лития и пять килограммов кобальта [8]. С учетом прогноза в три миллиарда автомобилей, для изготовления силовых батарей для обеспечения электромобилей, без учета других отраслей потребителей этих металлов, потребуется двадцать четыре миллиона тонн лития и пятнадцать миллионов тонн кобальта. Что по литию составит четверть разведанного

мирового запаса, а по кобальту образуется дефицит в размере четырёх миллионов тонн.

Таким образом на сегодняшний день можно сказать, что технология изготовления электромобиля автомобильной промышленностью практически освоена. Современные электромобили уже на данном этапе превосходят их аналоги с двигателем внутреннего сгорания по многим параметрам, таким как экологичность, надежность, комфорт, экономичность и др.

Однако силовые аккумуляторные батареи электромобилей сводят все эти преимущества на нет. Современная литий-ионная аккумуляторная батарея электромобиля не соответствуют необходимым требованиям по таким параметрам как скорость зарядки, мощность, масса, безопасность, а главное, это слишком высокая стоимость.

Как только производители сумеют исключить, или хотя бы значительно сократить количество дефицитных, и дорогостоящих материалов в силовой батарее, без потерь в её характеристиках, что значительно уменьшит цену батареи, сразу же мы увидим взрывной рост парка электромобилей.

#### Список литературы

1. Сколько автомобилей насчитывается во всем мире в 2024 году: дан ответ. – URL: <https://daily-motor.ru/autonews/129744> (дата обращения: 10.12.2024).
2. Углеродный след электромобиля / А. В. Стасюк, И. В. Кузнецов, В. В. Стасюк [и др.] // Развитие современной науки и технологий транспортных процессов : Матер. Всерос. науч.-практ. конференции, Воронеж, 15 января 2024 года. – Воронеж, 2024. – С. 31-36. – DOI 10.58168/DMSTTP2024\_31-36.
3. Снижение выбросов загрязняющих веществ автотранспорта системой селективного каталитического восстановления (SCR) / Р. А. Кораблев, В. П. Белокуров, А. Д. Голев [и др.] // Наука и инновации в современном мире : Материалы Национальной научно-практической конференции, Воронеж, 22 января 2024 года. – Воронеж, 2024. – С. 22-29. – DOI 10.58168/SIMW2024\_22-29. – EDN YCDEXG.
4. «Дороги назад нет». Как Европа решила заглушить бензиновые двигатели. – URL: <https://www.autonews.ru/news/6360d5939a7947421cad8d4?ysclid=lq55i0sfsn892168314> (дата обращения: 10.12.2024).

5. Концепция по развитию производства и использования электрического автомобильного транспорта в Российской Федерации на период до 2030 года. – URL: <https://sudact.ru/law/rasporiazhenie-pravitelstva-rf-ot-23082021-n-2290-r/kontseptsii-po-razvitiu-proizvodstva-i/> (дата обращения: 10.12.2024).

6. Батареи электромобилей подешевели с 2010 года почти в 10 раз. – URL: [https://auto.ru/mag/article/batarei-elektromobiley-podesheveli-s-2010-goda-pochti-na-poryadok/?utm\\_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F](https://auto.ru/mag/article/batarei-elektromobiley-podesheveli-s-2010-goda-pochti-na-poryadok/?utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F) (дата обращения: 10.12.2024).

7. Мировые ресурсы лития. – URL: <https://nedradv.ru/nedradv/ru/ratings?rubric=10bf605261c2320b59dda400e8765096> (дата обращения: 10.12.2024).

8. 9 ключевых металлов и минералов в батарее электромобилей. – URL: <https://journal.tinkoff.ru/short/ev-battery/> (дата обращения: 10.12.2024).

## References

1. How many cars there are in the whole world in 2024: given answer. – URL: <https://daily-motor.ru/autonews/129744> (date of address: 10.12.2024).

2. Carbon footprint of an electric car / A. V. Stasyuk, I. V. Kuznetsov, V. V. Stasyuk [et al.] // Development of modern science and technology of transport processes: Proceedings of the All-Russian scientific-practical conference, Voronezh, January 15, 2024. – Voronezh, 2024. – P. 31-36. – DOI 10.58168/DMSTTP2024\_31-36. – EDN PELEHL.

3. Reduction of motor vehicle pollutant emissions by the system of selective catalytic reduction (SCR) / R. A. Korablev, V. P. Belokurov, A. D. Golev [et al.] // Science and innovation in the modern world : Proceedings of the National Scientific and Practical Conference, Voronezh, January 22, 2024. – Voronezh, 2024. – P. 22-29. – DOI 10.58168/SIMW2024\_22-29. - EDN YCDEXG.

4. “There is no road back”. How Europe decided to choke off gasoline engines. – URL: <https://www.autonews.ru/news/6360d5939a7947421cad8d4?ysclid=lq55i0sfsn892168314> (date of access: 10.12.2024).

5. Concept for the development of production and use of electric motor transport in the Russian Federation for the period up to 2030. – URL: <https://sudact.ru/law/rasporiazhenie-pravitelstva-rf-ot-23082021-n-2290-r/kontseptsii-po-razvitiu-proizvodstva-i/> (access date: 10.12.2024).

6. Batteries of electric cars have fallen in price since 2010 almost 10 times. – URL: [https://auto.ru/mag/article/batarei-elektromobiley-podesheveli-s-2010-goda-pochti-na-poryadok/?utm\\_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F](https://auto.ru/mag/article/batarei-elektromobiley-podesheveli-s-2010-goda-pochti-na-poryadok/?utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F) (access date: 10.12.2024).

7. World resources of lithium. – URL: <https://nedradv.ru/nedradv/ru/ratings?rubric=10bf605261c2320b59dda400e8765096> (access date: 10.12.2024).

8. 9 key metals and minerals in the battery of electric vehicles. – URL: <https://journal.tinkoff.ru/short/ev-battery/> (date of reference: 10.12.2024).