# Об экологичности электромобилей

*Н.Г. Сысенко[1], А.А. Титков[1], Н.Д. Рейхерт[1], Д.С. Федосеев[1], М. И. Карева[1], М.В. Сидоров[2]*

[1] *Калужский филиал «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана», Калуга*
[2] *Калужский филиал «Российский государственный аграрный университет - МСХА им. А.К. Тимирязева», Калуга*

**Аннотация:** В данной статье рассмотрен ряд вопросов, касающихся экологичности автомобильных средств, оснащенных электрическим двигателем. Рассмотрены современные тенденции по переходу рынка на электромобили, и проблема утилизации и рециклинга элементов электромобилей. Выявлено, что переход от автомобилей с двигателями внутреннего сгорания (ДВС) на электромобили еще не до конца обоснован с точки зрения экологии.
**Ключевые слова:** электромобиль, экологическая безопасность, отходы, аккумулятор, утилизация, рециклинг.

В настоящее время самой обсуждаемой темой в отрасли автомобилестроения является вопрос перехода от автомобилей с традиционным двигателем внутреннего сгорания (ДВС) на электромобили [1]. Обсуждение происходят на самых разных уровнях, начиная с вопроса выработки ДВС своего потенциала, заканчивая вопросом об экологическом ущербе, который наносят автомобили с ДВС.

Целью данной работы является рассмотрение проблемы повышения экологичности применением электромобилей вместо автомобилей, оснащенных традиционными ДВС.

Множество стран наметили своей целью к 2030-2035 годам полностью отказаться от автомобилей с ДВС. Это означает, что автомобилестроители будут наращивать темп производства электромобилей, сопутствующие предприятия будут наращивать темп по производству комплектующих для этих автомобилей, а добывающие заводы - наращивать темп по добыче необходимых редких элементов.

© Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дона», 2007–2021

Отказ от автомобилей с ДВС обусловлен защитой глобального климата и оздоровления окружающей среды [1,2]. В то же время увеличение темпа производство ключевого компонента электромобилей – аккумуляторных батарей (АКБ), незамедлительно вызовет еще большее количество выбросов парниковых газов [3], по сравнению с производством автомобилей с ДВС, не говоря уже о более интенсивном истощении природных ресурсов и ухудшения состояния территории, с которой происходит добыча этих элементов [4,5].

Шведский институт исследований в области окружающей среды (Swedish Environmental Research Institute) опубликовал мета-исследование [4], проведенное по заказу Шведского энергетического агентства и Шведского управления транспортом. Их работа обобщает существующие в мире научные исследования, посвященные анализу энергопотребления и выбросов при производстве аккумуляторов для электромобилей на основе существующих сегодня технологий. Эксперты установили, что при производстве электрического автомобиля в атмосферу в среднем выбрасывается около 8,1 млн. грамма углекислого газа. При производстве автомобиля с ДВС этот показатель составляет 5,5 млн грамма, что на 32% меньше. Разница компенсируется в ходе эксплуатации электромобиля. Если для зарядки используется электроэнергия, вырабатываемая при переработке угля, то для того, чтобы сравняться по общему объёму вредных выбросов, электромобиль должен проехать около 126 тыс. километров [6].

В настоящее время, количество электромобилей на рынке не представляет достаточно значимой величины, по сравнению с автомобилями с традиционным ДВС (7 млн. электромобилей на 2020 г, [7]). Соответственно, достаточно мало отработавших свой срок службы аккумуляторных батарей. Поэтому вопрос об их утилизации или рециклинге еще не оказался в фокусе общественного внимания. Со всей остротой этот

© Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дона», 2007–2021

вопрос встанет в Европе не раньше 2028-2030 годов, ведь еще предстоит выработать свой ресурс аккумуляторным батареям тех электромобилей, которые в ближайшие два-три года в массовом порядке начнут поступать на европейский рынок.

Как заявляют различные производители, срок службы батареи электромобиля должен составлять не менее 8-15 лет [8]. Гарантию именно на такой срок (или на 160 000 километров пробега) получают, к примеру, покупатели электромобиля Volkswagen ID.3, серийное производство которого VW, крупнейший в мире автостроитель, начал в конце 2019 года. Так что время наладить рециклинг или безотходное производство аккумуляторных батарей у Европы еще есть [8,9].

Но даже если на завод по утилизации будет приходить почти весь процент используемых батарей, проблемы все равно останутся. На заводах привезенный утиль проходит только ручной отбор, после чего проходит процедуру дробления. Во время этой процедуры батарейки идут на конвейере через специальные измельчители, а кусочки железа выбираются из потока магнитами, но зачастую не полностью. Оставшуюся массу, содержащую в себе большое количество разнообразных химических элементов, отправляют в цех для гидро- или пирометаллургии.

При пирометаллургии происходит обработка высокими температурами, которая очищает металлы и делает их готовыми к новому использованию. Гидрометаллургический метод заключается в том, что весь объем материала заливается серной кислотой, постепенно образуется соленый раствор. Потом этот раствор выпаривается и получаются кристаллические сульфаты, применяемые в качестве удобрений в сельском хозяйстве и в роли реагентов в химической промышленности.

Согласно директиве 2006/66/ЕС [10], отвечает за рециклинг АКБ тот, кто ввел их в оборот. А именно – автостроительные компании [10,11]. В 2020

© Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дона», 2007–2021

году Volkswagen запустил пилотный проект по рециклингу, цель которого - утилизировать порядка 3000 батарей в год, постепенно наращивая темп. Компания также рассчитывает на то, что наплыв утилизируемых батарей придется на конец 2020-х годов, и к этому времени у компании уже будет рабочая технология и отлаженная линия по утилизации и рециклингу элементов АКБ. Как сообщает сама компания, в данный момент VW повторно использует 53% содержащихся в них материалов и планируется рост этого показателя до 73-97% [12].

К безотходному производству стремится и Audi, хотя пока только по никелю и кобальту. По результатам испытания их технологии, свыше 90 процентов кобальта и никеля из аккумуляторных батарей для электромобиля Audi e-tron можно использовать повторно.

Немецкая компания Duesenfeld из Брауншвейга утверждает, что разработанная ею технология измельчения без сжигания графита и электролита способна превратить во вторичное сырье до 85% отслужившего аккумулятора [13].

Но, даже несмотря на «бурную деятельность» многих компаний по решению поставленной задачи, сколько - либо значимых результатов в утилизации и рециклинге элементов, пока не достигнуто. А все высокие проценты - лишь высказывание людей, продвигающих свои интересы в данной отрасли.

Электромобили, имеющиеся на современном рынке, были выпущены примерно с 2017 года. А это значит, что они уже отработали 4 года из заявленных оптимистичных 8-15, и вопрос их утилизации может возникнуть не к заявленным 2030-2035 годам, а к 2025 году. Но есть и электромобили, которые по тем или иным причинам уже необходимо утилизировать сейчас, до выработки полного срока службы. Разборка, рециклинг их элементов и утилизация в настоящее время возможны лишь вручную. Повышен риск

© Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дона», 2007–2021

нанесения серьезного урона здоровью рабочих. Из-за того, что автопроизводители стремятся обезопасить свою интеллектуальную собственность и позиции на рынке, они вынуждены делать АКБ своих электромобилей разными, отличающимися друг от друга. Это, в свою очередь, приводит к невозможности автоматизации процесса разборки этих батарей.

Повышение темпа добычи редких элементов приводит к ухудшению состояния разрабатываемой территории. Так, например, литий добывают либо из породы, обогащенной литием, либо из солончаков (крупнейшая зона добычи расположена в Чили). Для того, чтобы добыть 1 тонну лития, необходимо 250 тонн породы, или 750 тонн солевого раствора. При этом литий от примесей в породе можно очистить лишь химическим путем, а это значит, что раствор, из которого был извлечен литий, использовать дальше нельзя. Следует также обратить внимание, что технологический процесс такой, что для расплавления 1 тонны лития, необходимо испарить 1900 тон пресной воды. И все это без учета выбросов углекислого газа в атмосферу [14].

Таким образом, можно сделать вывод, что неподготовленность рынка к разрешению экологической стороны вопроса производства электромобилей, высокий уровень сложности добычи основных составляющих элементов и отсутствие эффективных технологий переработки отработавших электромобилей, означают, что переход от автомобилей с ДВС к электромобилям всё еще не до конца обоснован с точки зрения экологии. В 2017 году был продан 1 млн. электромобилей. Это означает, что к 2032 году, когда у них закончится срок службы, нас ждет примерно 250 000 тонн неутилизируемых аккумуляторов. В 2020 году было продано 3 млн. электрокаров, а это еще 750 000 тонн неутилизируемых аккумуляторов к 2035 году. К 2030 году, по прогнозам аналитиков, мировой парк

© Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дона», 2007–2021

электрокаров может достигнуть 445 млн. штук. А это 590 000 000 тонн аккумуляторов, которые выкинут на свалку без какой-либо утилизации к 2035 году.

**Литература**

1. Un climate change conference UK 2021. URL: ukcop26.org/ (дата обращения: 02.11.2021).

2. COP26 The Glasgow climate pact. URL: ukcop26.org/wp-content/uploads/2021/11/COP26-Presidency-Outcomes-The-Climate-Pact.pdf (дата обращения: 02.11.2021).

3. Производство литий-ионных аккумуляторов: климатическая катастрофа? URL: renen.ru/production-of-lithium-ion-batteries-a-climatic-catastrophe/ (дата обращения: 05.11.2021)

4. Romare M., Dahllöf L. The life cycle energy consumption and greenhouse gas emissions from lithium-ion batteries. – 2017. – 48 p.

5. Nealer R. Cleaner cars from cradle to grave: How electric cars beat gasoline cars on lifetime global warming emissions. – Union of Concerned Scientists., 2015. – 43 p.

6. Эксперты сравнили вред экологии от производства электромобилей и авто с ДВС. URL: regnum.ru/news/it/3312237.html (дата обращения: 21.11.2021).

7. Рынок электрокаров в цифрах и в последних сделках. URL: vc.ru/transport/199864-rynok-elektrokarov-v-cifrah-i-v-poslednih-sdelkah (дата обращения: 27.11.2021).

8. Устройство батарей Nissan Leaf, Tesla Model S и Chevy Bolt – чей аккумулятор лучше. URL: ecotechnica.com.ua/stati/966-ustrojstvo-batarej-nissan-leaf-tesla-model-s-i-chevy-bolt-chej-akkumulyator-luchshe.html (дата обращения: 21.11.2021).

© Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дона», 2007–2021

9. Электромобили в Европе (и мире): цифры в шести инфографиках. URL: euro-pulse.ru/eurotrend/elektromobili-v-evrope-i-mire-tsifryi-v-shesti-infografikah/ (дата обращения: 27.11.2021).

10. Директива Европейского Парламента и Совета Европейского Союза 2006/66/ЕС от 06.09.2006 о батареях и аккумуляторах, об отходах батарей и аккумуляторов и об отмене Директивы 91/157/ЕЭС. URL: base.garant.ru/70198106/ (дата обращения: 21.11.2021).

11. Электромобилей все больше, а что с утилизацией батарей? URL: dw.com/ru/электромобилей-все-больше-а-что-с-утилизацией-батарей/a-51778780 (дата обращения: 27.11.2021).

12. Volkswagen открыл завод по утилизации аккумуляторов электромобилей. URL: greenstartpoint.ru/volkswagen-otkryl-zavod-po-utilizaczii-akkumulyatorov-elektromobilej/ (дата обращения: 27.11.2021).

13. Стартап разрабатывает экологически безопасный процесс утилизации литий-ионных аккумуляторов электромобилей. URL: bbc.kr.ua/business/startap-razrabatyvaet-ekologiceski-bezopasnyi-process-utilizacii-litii-ionnyx-akkumulyatorov-elektromobilei (дата обращения: 02.12.2021).

14. Литий: зачем нужен, как добывается и хватит ли его нам? URL: habr.com/ru/company/selectel/blog/531298/ (дата обращения: 02.12.2021).

## References

1. Un climate change conference UK 2021. URL: ukcop26.org/ (date assessed: 02.11.2021).

2. COP26 The Glasgow climate pact. URL: ukcop26.org/shhp-content/uploads/2021/11/COP26-Presidency-Outcomes-The-Climate-Pact.pdf (date assessed: 02.11.2021).

© Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дона», 2007–2021

3. Proizvodstvo litij-ionnyh akkumuljatorov: klimaticheskaja katastrofa? [Lithium-Ion Battery Manufacturing: A Climate Disaster?] URL: renen.ru/production-of-lithium-ion-batteries-a-climatic-catastrophe/ (date assessed: 05.11.2021)

4. Romare M., Dahlljof L. The life cycle energy consumption and greenhouse gas emissions from lithium-ion batteries 2017. 48 p.

5. Nealer R. Cleaner cars from cradle to grave: How electric cars beat gasoline cars on lifetime global warming emissions Union of Concerned Scientists, 2015. 43 p.

6. Jeksperty sravnili vred jekologii ot proizvodstva jelektromobilej i avto s DVS. [Experts compared the harm to the environment from the production of electric vehicles and cars with internal combustion engines]. URL: regnum.ru/neshhs/it/3312237.html (date assessed: 21.11.2021).

7. Rynok jelektrokarov v cifrah i v poslednih sdelkah. [The electric car market in numbers and in recent transactions]. URL: vc.ru/transport/199864-rynok-elektrokarov-v-cifrah-i-v-poslednih-sdelkah (date assessed: 27.11.2021).

8. Ustrojstvo batarej Nissan Leaf, Tesla Model S i Chevy Bolt – chej akkumuljator luchshe. [Battery arrangement for Nissan Leaf, Tesla Model S and Chevy Bolt - whose battery is better]. URL: ecotechnica.com.ua/stati/966-ustrojstvo-batarej-nissan-leaf-tesla-model-s-i-chevy-bolt-chej-akkumuljator-luchshe.html (date assessed: 21.11.2021).

9. Jelektromobili v Evrope (i mire): cifry v shesti infografikah [Electric vehicles in Europe (and the world): numbers in six infographics]. URL: euro-pulse.ru/eurotrend/elektromobili-v-evrope-i-mire-tsifryi-v-shesti-infografikah/ (date assessed: 27.11.2021).

10. Direktiva Evropejskogo Parlamenta i Soveta Evropejskogo Sojuza 2006/66/ES ot 06.09.2006 o batarejah i akkumuljatorah, ob othodah batarej i akkumuljatorov i ob otmene Direktivy 91/157/EJeS. [Directive 2006/66 / EC of the

© Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дона», 2007–2021

European Parliament and of the Council of the European Union of 06.09.2006 on batteries and accumulators, on waste batteries and accumulators and repealing Directive 91/157 / EEC]. URL: base.garant.ru/70198106/ (date assessed: 21.11.2021).

11. Jelektromobilej vse bol'she, a chto s utilizaciej batarej? [There are more and more electric vehicles, but what about the disposal of batteries?]. URL: shhshhshh.dshh.com/ru/jelektromobilej-vse-bol'she-a-chto-s-utilizaciej-batarej/a-51778780 (date assessed: 27.11.2021).

12. Volksshhagen otkryl zavod po utilizacii akkumuljatorov jelektromobilej. [Volkswagen opened a plant for the recycling of batteries for electric vehicles]. URL: greenstartpoint.ru/volksshhagen-otkryl-zavod-po-utilizaczii-akkumuljatorov-elektromobilej/ (date assessed: 27.11.2021).

13. Startap razrabatyvaet jekologicheski bezopasnyj process utilizacii litij-ionnyh akkumuljatorov jelektromobilej. [The startup is developing an environmentally friendly process for recycling lithium-ion batteries from electric vehicles]. URL: bbc.kr.ua/business/startap-razrabatyvaet-ekologiceski-bezopasnyi-process-utilizacii-litii-ionnyh-akkumuljatorov-elektromobilei (date assessed: 02.12.2021).

14. Litij: zachem nuzhen, kak dobyvaetsja i hvatit li ego nam? [Lithium: why is it needed, how is it obtained and will it be enough for us?]. URL: habr.com/ru/company/selectel/blog/531298/ (date assessed: 02.12.2021).

© Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дона», 2007–2021