

Экономика

КНР: совершенствование инфраструктуры для «зеленого» автотранспорта

© 2018

С.Л. Сазонов, Чэнь Сяо

В статье рассматриваются экономические меры Китая в сфере совершенствования источников питания для «зеленого» автотранспорта (на альтернативных источниках энергии) и создания разветвленной сети электрочarged станций. Даны прогнозы о перспективах развития инновационного автотранспорта и инфраструктурных ноу-хау в данной сфере.

Ключевые слова: Китай, энергетическая безопасность, защита окружающей среды, аккумуляторы, водородные двигатели, утилизация батарей.

DOI: 10.31857/S013128120003927-0

Китайские ноу-хау в разработке аккумуляторов

Уже первым шагом в освоении производства автомобилей, использующих альтернативные источники энергии (АИИЭ) в Китае сопутствовал бурный рост выпуска литий-ионных аккумуляторных батарей. В 2017 г. его объем составил почти 38% мирового производства, а технологические характеристики, надежность и качество сегодня полностью соответствуют мировым стандартам¹. Так, президент Европейской ассоциации поставщиков компонентов для автомобилей (CLEPA) в ходе Международного автосалона во Франкфурте (2017 г.) посетовал, что европейцы «вынуждены платить китайцам» от 4 до 7 тыс. евро за каждую аккумуляторную батарею для своих электрокаров.

Впрочем, по признанию специалистов, современные литий-ионные аккумуляторы уже не в полной мере отвечают нуждам бурно развивающегося рынка «зеленых» автомобилей: ведь нынешние батареи емкостью 25 Вт·ч весят примерно четверть тонны, а их удельная энергоемкость на единицу массы составляла в 2017 г. 180 Вт·ч/кг, что обеспечивало в среднем около 300 км пробега без дополнительной зарядки. В будущем этих показателей будет явно недостаточно². В КНР развернулась серьезная конкуренция среди основных производителей. Немало мелких и неконкурентоспособных предприятий вытесняются с рынка: за прошедшие 3 года около 50% неэффективных производителей ба-

Сазонов Сергей Леонидович, кандидат экономических наук, ведущий научный сотрудник ИДВ РАН. E-mail: sazonovch@mail.ru;

Чэнь Сяо, аспирантка ИДВ РАН (КНР). E-mail: xiaoxiao2016@yandex.ru.

тарей для электрокаров (около 90 предприятий) обанкротились, и количество ведущих игроков этого сегмента к началу 2018 г. сократилось до ста³.

В 2016 г. Госсовет КНР постановил выделить более 650 млн юаней для финансирования научных разработок по производству новых видов аккумуляторов и создания системы широких преференций для привлечения прямых иностранных инвестиций в такие разработки⁴.

Китайские ученые разрабатывают новые виды батарей для электрокаров — литий-кислотные и серно-литиевые с удельной энергоемкостью до 400–500 Вт·ч/кг⁵. Будущее электромобилей китайские ученые и инженеры связывают с производством новых моделей электромобилей с натриево-ионными (SIB), металло-фосфатными, литий-полимерными (Li-pol)⁶ и цинко-воздушными (Zinc-Air)⁷ аккумуляторными батареями, которые пока что находятся в стадии разработки, будучи для массового внедрения дорожими⁸.

В начале 2018 г. ученые Даляньского института химической физики Китайской академии наук совместно с китайской компанией Sunrise Power разработали модуль топливного элемента для автомобилей HYMOD-300, который в ходе тестовых испытаний проработал 5 тыс. часов. Модуль может приводиться в действие при температуре -10°C , а также сохранять энергию при температуре -40°C .

Одновременно группа исследователей из Университета в Чжэцзяне разработала инновационную алюминий-графеновую супербатарее, которая может полностью заряжаться всего за 3–5 секунд, а ее емкости достаточно для обеспечения работы в течение 2,5 часов. Батарея теряет менее 10% от своей первоначальной емкости после 250 тыс. циклов зарядки/разрядки и может функционировать при температурах в диапазоне от -40 до $+130^{\circ}\text{C}$. Разработанный образец выдерживает без потери емкости до 10 циклов деформации и менее опасен с точки зрения самовозгорания, чем обычные литий-ионные батареи. Интегрированная структура катода батареи позволяет обеспечивать значение плотности хранения энергии на уровне 111 мА·ч/грамм, а также сверхвысокие динамические характеристики, что позволяет батарее заряжаться за 1,1 секунды.

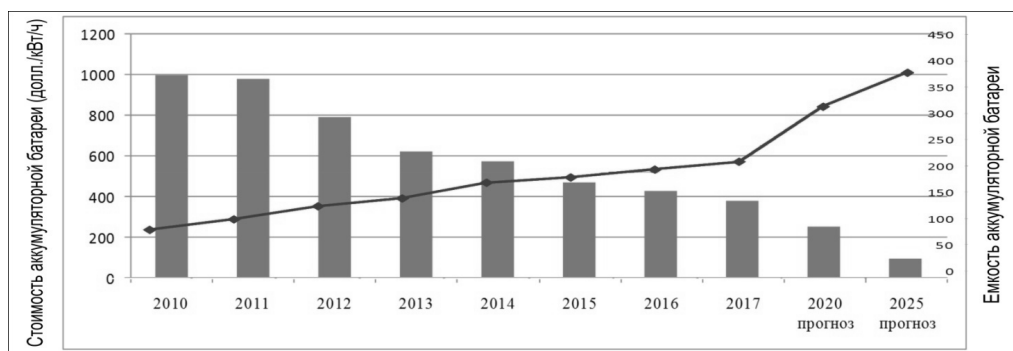


Рис. 1. Основные текущие и перспективные характеристики китайских аккумуляторных батарей (стоимость и энергоемкость)

Источник: Дунли дяньчи чэнвэй синьнэннюань цичэ сяигэ чжундянь: [Аккумуляторы становятся следующей главной заботой для автомобилей, использующие новые источники энергии] // Китайские дороги: [Чжунго гунлу]. 2017. № 5. С. 49; Дунли дяньчи чэнвэй синьнэннюань цичэсяигэ фэнкоу: [Роль аккумуляторных батарей в производстве новых автомобилей на новых источниках энергии] // Цзинцзи цанькаобао. 04.10.2017; Ma Si. Fuel-cell cars set to get more impetus. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/201802/13/WS5a823ca6a3106e7dcc13c6f4.html>.

Китайские инженеры утверждают, что в будущем алюминиево-графеновые аккумуляторные батареи получат широкое применение, хотя признают, что впереди предстоит много работы: после проведения 250 тыс. циклов зарядки/разрядки потребуются время для того, чтобы внедрить в производство новую технологию, ибо сегодня идет речь лишь о математической модели, а не о реальных данных, полученных через тестирование опытных образцов.

В более отдаленном будущем китайские инженеры планируют производить экономичные водород-воздушные аккумуляторные (топливные) батареи с протон-обменной мембраной (это одна из наиболее перспективных технологий разработки топливных батарей) и метало-ионные жидкие аккумуляторные батареи (metal-air ionic liquid battery), плотность энергии которых примерно в 12 раз превышает литий-ионные аккумуляторы.

При производстве литий-ионных батарей (LIB) для электромобилей в Китае стали применяться нетканые материалы — тонкие микропористые полипропилен и полиамид с максимальным размером пор в 16 мкм, где электролит полностью абсорбирован в сепаратор по технологии AGM (Absorbent Glass Mat); сепаратор обеспечивает равномерное перемещение абсорбированной жидкости при равномерном распределении электролита в аккумуляторной батарее.

Аккумуляторные батареи, изготовленные по технологии AGM, гораздо дороже, чем классические LIB аккумуляторы с жидким электролитом, и на внутреннем рынке применяются в основном в электромобилях класса люкс. В 2016 г. в КНР произвели 926 млн кв. м абсорбирующего стекловолоконного холста (на треть больше, чем годом ранее), и доля Китая в его мировом производстве достигла 56%, хотя при внедрении сепараторов наивысшего класса Китай опирается на импорт.

Утилизации батарей

Срок службы аккумуляторов для электрокаров оценивается в 5–8 лет, а по прогнозам Шэньчжэньского института промышленных технологий, в 2020 г. общий объем отработанных литий-ионных батарей достигнет 120–220 тыс. т, превысив в 20 раз показатель 2016 г.

Китайские инженеры допускают возможность повторного использования таких аккумуляторных батарей (во время вечерних и утренних пиков потребления и на случаи аварий в энергосистемах, а также для тихоходных электромобилей). При этом, однако, ослабевает их производительность вследствие частых и низкоэффективных зарядных циклов.

Ныне в КНР осуществляется переработка всего лишь 13% аккумуляторов, что чревато загрязнением окружающей среды. К тому же запасы сырья для их производства в природе (литий и кобальт) ограничены.

В конце 2016 г. Госсовет КНР обязал ведущих китайских производителей из сферы АИИЭ создать инфраструктуру и поиск инновационных решений для технологических цепочек по переработке отживших свой срок батарей.

В феврале 2018 г. Министерство промышленности и информатизации КНР совместно с 6 другими ведомствами выпустило нормативы по утилизации батарей для АИИЭ, где, в частности, содержится требование к производителям аккумуляторов финансировать затраты на их сбор, хранение и утилизацию.

Сегодня ведущие китайские компании по производству аккумуляторных батарей CATL и GEM Co Ltd (Шэньчжэнь) совместно с автопроизводителями BYD and Dongfeng осуществляют при производстве аккумуляторов для электрокаров и гибридных автомобилей переплавку отслуживших свой срок аккумуляторов (на основе разработанных в сотрудничестве с компаниями Tesla и Toyota технологий) с извлечением крайне нужных и ценных металлов, а также полностью утилизируют побочные отходы.

В 2017 г. перерабатывающие мощности компании CATL позволили «добыть» таким путем до 5 тыс. т кобальта и никеля. Китайская компания China Tower, занимающаяся утилизацией и переработкой аккумуляторов, в начале 2018 г. подписала соглашение с 16 ведущими китайскими автопроизводителями (BYD, Chongqing Changan Automobile, SAIC, BAIC, Geely и др.) о сотрудничестве в производственной утилизации аккумуляторных батарей. China Tower имеет уже более 3 тыс. станций по переработке аккумуляторов в 12 провинциях КНР.

Сети электрозарядных станций

Китайское руководство отчетливо понимает, что успех в области развития автотранспорта на альтернативной энергии зависит от создания высокоэффективной, доступной и относительно недорогой общенациональной системы электрозарядных станций.

С целью побудить провинциальные власти к расширению у себя таких сетей правительство КНР с начала 2016 г. стало предоставлять местным властям и гражданам⁹ субсидии в размере 4,6 тыс. юаней за каждую введенную в строй зарядную колонку¹⁰. С 2012 г. Государственная электросетевая корпорация Китая (ГЭКК, или State Grid Corporation of China, SGCC), будучи основным подрядчиком развертывания национальной сети электрозарядных установок для АИАИЭ, приступила к формированию сети в крупнейших городах, включая Пекин, Шанхай, Тяньцзинь, Шэньчжэнь, Сямэнь, Гуанчжоу, Цзилинь, Ухань, Чунцин, Баотоу, Урумчи, Наньчан и др.

В 2017 г. правительство инвестировало более 120 млн юаней в строительство 214 тыс. электрозарядных станций и 160 тыс. электрозарядных колонок. В начале 2018 г. общее количество первых превысило 325 тыс. единиц, количество вторых составило 445 723 единиц (213 903 общественных и 231 820 частных). По этим показателям Китай является мировым лидером. В среднем соотношение общего числа его электрозарядных колонок к общему количеству наличных единиц АИАИЭ составляет 1:3,8 (т.е. примерно по одной зарядной колонке на каждые 4 электрокара).

При сопоставлении равноценного пробега в 300 км на одной зарядке/заправке транспортного средства стоимость зарядки АИАИЭ (0,5 юаня за 1 кВт/ч, или 28 юаней за полную зарядку) оказывается в 6–7 раз дешевле, чем заправка бензином автомобиля с двигателем внутреннего сгорания (ДВС).

Темпы расширения сети электрозарядных станций в Китае впечатляют: в период 12-й пятилетки ими были оснащены около 25 тыс. км скоростных автомобильных магистралей, проходящих через Шанхай, города региона Пекин — Тяньцзинь — Хэбэй и промышленные центры дельты реки Янцзы (в Китае ежемесячно вводилось в строй почти по 6 тыс. электрозарядных колонок¹¹).

Более того, Государственная электросетевая корпорация Китая (ГЭКК)¹² планировала к концу 2018 г. завершить установку новых современных электрозарядных станций в 160 городах: на всем протяжении скоростной автомагистрали Пекин — Сянган — Аомэнь протяженностью около 2,3 тыс. км, пересекающей страну с севера на юг. Заодно предполагается возвести подобные станции на скоростных шоссе Пекин — Шанхай, Пекин — Далянь, Шэньян — Хайкоу, Ляньюньган — Урумчи, Циндао — Иньчуань, доведя общую протяженность скоростных автомагистралей, оснащенных электрозарядными станциями, до 35 тыс. км¹³. Согласно принятым в КНР нормативам, такие станции будут располагаться на магистралях через каждые 50–70 км., причем каждая будет иметь по 6 зарядных генераторов мощностью 140 кВт/ч, каждый генератор будет способен заряжать до 10 машин одновременно, а сама заправка будет продолжаться не более 15 минут при стоимости около 40 юаней (6 долл.).

Активно внедряются на китайский рынок электрозарядной инфраструктуры зарубежные компании. Так, в Пекине и в Шанхайской экономической зоне Пудун амери-

канский концерн Tesla установил 50 крупных электроразрядных станций; германский BMW Charging Station Wallbox установил в 2017 г. 65 тыс. электроразрядных колонок в 90 китайских городах и намерен довести число своих колонок до 80 тыс. с охватом более 100 крупных городов КНР¹⁴.

В начале 2018 г. в Пекине эксплуатировалось 112,6 тыс. электроразрядных колонок (80,8 тыс. частных и 31,8 тыс. государственных) и 6,4 тыс. электроразрядных станций, которые располагаются на расстоянии не более 5 км одна от другой в пределах 6-го транспортного кольца Пекина¹⁵. Полная заправка электромобиля в столице в среднем составляет около 1 часа при стоимости менее 30 юаней (5 долл.) Здесь же функционируют 290 станций быстрой замены аккумуляторных батарей для электрокаров, что значительно повысило эффективность использования столичного транспорта на электрической тяге — электротакси и электробусов.

Ныне инфраструктура пекинских электроразрядных станций обеспечивает потребности в заправке более 40 тыс. электромобилей, а к 2020 г. этот показатель возрастет до 350 тыс. По прогнозу властей Шанхая, число электроразрядных колонок в городе также почти удесятится: более чем до 250 тыс. единиц¹⁶.

Согласно Решению Госсовета «О плане развития производства автомобилей, использующих альтернативные источники энергии (2013–2020)» к 2020 г. в Китае должно быть установлено 3 млн электроразрядных колонок, из которых более 60% будут государственными¹⁷.

Шоссе из солнечных батарей

Первые пешеходные и велосипедные дорожки с применением технологии фотогальванических элементов появились в 2014 г. в Нидерландах, а первая в мире автомобильная дорога с применением солнечных батарей — два года спустя в нормандской деревне Туувр-о-Перш. Французское правительство намерено в течение ближайших 5 лет построить 966 км таких дорог. Солнечные панели также установлены на некоторых дорогах в Республике Корея, Германии, Италии. И Китай не намерен отставать в этом инновационном тренде.

В декабре 2017 г. в г. Цзинань (пров. Шаньдун) китайская компания Qilu Transportation Development Group после 10 месяцев работы завершила строительство второго участка дороги, который состоит из солнечных панелей, обеспечивающих беспроводную зарядку автомобилей, осуществляемую синхронно с движением электрокара. Разработанные китайскими инженерами инновационные панели способны улавливать и перерабатывать до 25% солнечной энергии, вырабатывая ежегодно 1 млн кВт/ч. Эти же батареи могут использовать излишки энергии для покрытия потребностей 800 домохозяйств, прилегающих к трассе необычного шоссе, а также для растапливания снега в зимнее время, освещения полотна дороги, обеспечения энергопитанием дорожных знаков, камер видеонаблюдения дорожного движения, турникетов для взимания дорожных сборов¹⁸. В дальнейшем в дорожную инфраструктуру автомобильной магистрали планируется инкорпорировать такую функцию, как подключение Интернета.

Протяженность участка автомобильной дороги составила 1,12 км¹⁹, он состоит из трех слоев, которые способны выдерживать вес грузовика среднего размера. Верхний слой представляет собой прозрачный бетон, который по свойствам похож на стандартный асфальт. Центральный слой — солнечные панели (батареи) общей площадью 5875 кв. м. Нижний слой представляет собой изоляцию для защиты солнечных батарей от влажности, исходящей от земли. Общая мощность этих солнечных панелей составляет 817,2 кВт. Автомобильная дорога, гарантийный срок службы которой определен в 20 лет, в техническом отношении уже готова к эксплуатации, однако

различные тесты и проверки предполагается завершить в начале 2019 г.²⁰ Стоимость прокладки и эксплуатации этого инновационного участка автомобильной дороги пока не оглашается, но по заверению китайских специалистов, она составляет 50% себестоимости подобных «солнечных дорог» в западных странах, причем по мере развития сети подобных магистралей в Китае их прокладка будет постоянно дешеветь.

Это уже второй участок инновационного шоссе в г. Цзинань. Первый участок дороги со встроенной фотогальванической инфраструктурой протяженностью 160 м был проложен в сентябре 2017 г. Также в конце 2017 г. в г. Шаосин (пров. Чжэцзян) был построен участок фотогальванической дороги²¹. В перспективе китайские инженеры планируют применять автономное управление электромобилей на этих специальных дорогах при помощи компьютеров, которые возьмут на себя организацию процесса движения, составление маршрута, осуществление контроля за возможными опасностями и управление машиной, что позволит обеспечить максимальный комфорт и безопасность. Водителю электромобилей по этим дорогам останется лишь задать конечный пункт назначения, а остальные функции возьмет на себя компьютер. В отдаленной перспективе планируется строительство автомобильных дорог с встроенной системой беспроводной зарядки электромобилей. Способ передачи энергии будет аналогичен принципу работы большинства зарядных устройств: индукционные катушки, встроенные под дорожным покрытием, генерируют магнитные поля, которые трансформируются в электрическую энергию, необходимую для работы двигателя²².

В начале 2018 г. в пров. Чжэцзян началось строительство первой «интеллектуальной» интерактивной скоростной автомагистрали с повышенным уровнем информативности и безопасности. Магистраль, шириной в 6 полос и протяженностью в 161 км, она свяжет г. Ханчжоу (административный центр этой провинции) с г. Шаосин и крупнейшим в мире портом Нинбо-Чжоушань (в 2017 г. его грузооборот превысил 1 млрд т). Строительство и введение магистрали в эксплуатацию намечено на 2022 г. и будет приурочено к открытию летних Азиатских игр в г. Ханчжоу. Вдоль маршрута будут установлены солнечные панели для выработки электроэнергии для питания светодиодов, которые в автоматическом режиме будут передавать на компьютер проезжающих автомобилей сведения о состоянии дорожного полотна (в случае появления осадков, либо гололеда), возможных заторах, авариях на пути движения автомобиля. Китайские проектировщики предусматривают интегрировать в полотно дороги оборудование для беспроводной зарядки электрокара во время движения. Правительство КНР планирует в будущем внедрить эти технологии на всех скоростных автомагистралях страны²³.

Авто на водородном топливе

В последние годы в Китае активно развивается автотранспорт, использующий водородное топливо. Лидерами в его разработке и производстве являются автопроизводители Zhongtong Bus Holding Co., Yutong и Beijing Automotive Group.

В декабре 2017 г. в Ухане был представлен образец городского автобуса, использующий водородное топливо. Автобус длиной 8,5 м явился разработкой компании Wuhan Tiger Fuel Cell Vehicle Co., и ожидается, что в конце 2018 г. он уже будет эксплуатироваться на улицах г. Ухань. Он имеет 56 пассажирских мест, может проезжать на одной заправке более 450 км, процесс дозаправки занимает всего 3–5 минут; автобус способен работать при температурах до -20 градусов Цельсия и автоматически выявлять возникшие неполадки в работе. Компания Tiger Fuel Cell Vehicle Co. подписала соглашение о создании СП с производителем автомобилей на новых источниках энергии Wuhan Skywell, которое в ближайшие два года выпустит 3 тыс. таких автобусов. Планировалось уже в 2018 г. установить в Ухане первую водородную заправочную станцию, а в ближайшие три года их число достигнет 21 единиц²⁴.

С целью расширения и углубления разработок в области производства аккумуляторных батарей на водородном топливе в Уханьской зоне технико-экономического развития создается научно-исследовательский центр, который сможет сформировать индустриальную цепочку, объединяющую разработку, производство и продажу водородных топливных элементов для «зеленых автомобилей» в сотрудничестве с автомобильными производителями Китая (в Ухане базируется ряд автомобильных компаний, включая одну из крупнейших автомобильных корпораций страны Дунфэн, Dongfeng Motor Corporation). Инвестиции в создание этого центра составят около 12 млрд юаней (1,8 млрд долл.), а годовой объем промышленного производства центра после введения его в эксплуатацию составит 35 млрд юаней²⁵.

В марте 2018 г. презентация автобуса, оснащенного двигателем на водородном топливе состоялась и в г. Чэнду. Длина автобуса — 10,5 м, он способен проезжать 500–600 км при полном заполнении топливного бака, причем после израсходования водородного топлива он может продолжить свой ход на электрической тяге. Разработка программы создания данного транспортного средства обошлась в 6 млрд юаней, планируется в ближайшее время выпустить 25 тыс. подобных автобусов.

Еще о видах на будущее

Научно-исследовательский центр автомобильной корпорации BYD (Build Your Dreams) разрабатывает технологию быстрой заправки, которая при помощи более мощных электрических кабелей сможет обеспечить полную зарядку электромобилей за полчаса, 80% — за 15 минут, а 50% — за 3–5 минут. Крупная китайская автомобильная корпорация Chery, участница госпрограммы развития промышленности альтернативной энергетики, планирует создать в Китае широкую сеть электрозарядных станций, где водители электрокаров имели бы возможность осуществлять не только обычную зарядку аккумуляторов, но и поменять разряженные аккумуляторные батареи на заряженные.

В 2016 г. общая мощность произведенных в Китае литий-ионных аккумуляторных батарей для АИАИЭ составила 28 ГВт/ч, в конце 2017 г. — 110 ГВт/ч, а в 2020 г. правительство КНР планирует довести этот показатель до 220 ГВт/ч²⁶.

Развитие в Китае промышленности производства зарядных батарей для АИАИЭ генерирует значительный мультипликативный эффект в различных отраслях экономики страны, способствует созданию около 100 тыс. новых рабочих мест на самом производстве литий-ионных аккумуляторов и более 200 тыс. дополнительных рабочих мест в сопредельных отраслях промышленности КНР.

Для повышения качества и емкости аккумуляторных батарей для альтернативного транспорта Госсовет КНР постановил сконцентрировать к 2021 г. 90% производства литий-ионных аккумуляторов на ключевых предприятиях 5–10 ведущих отечественных производителей, а к 2025 г. довести удельную энергоемкость на единицу массы литий-ионных аккумуляторов до 400–450 Вт-ч/кг. Это позволит в 2025 г. увеличить дальность пробега электромобилей до 500 км на одной подзарядке, а в 2030 г. — до 800–900 км, в результате «зеленые авто смогут успешно конкурировать с автомобилями, имеющими двигатели внутреннего сгорания»²⁷.

Правительство ориентирует ведущие отечественные электротехнические компании к 2020 г. довести среднюю энергоемкость аккумуляторных батарей электромобилей до 240 Вт-ч/кг (электробусов — до 180 Вт-ч/кг, электромобилей, обеспечивающих логистические перевозки в пределах городов — до 140 Вт-ч/кг), а себестоимость до 2 юаней Вт/ч. Планируется повысить энергоемкость аккумуляторных батарей до 350 Вт-ч/кг, а себестоимость снизить до 1,5 юаня Вт/ч. Таким образом, поставлена цель — превратить Китай в мирового лидера по производству аккумуляторных батарей для ЭМ со значительным объемом продаж на глобальном рынке, который, по оценкам

западных экспертов, ежегодно будет возрастать в среднем на 7,9%, причем к 2025 г. его объем достигнет 95,57 млрд долл.²⁸

Реализация принятой Госсоветом КНР «Программы развития автомобилестроения на основе энергосбережения и новой энергетики (2011–2020)» в части развития новых типов инновационных энергоносителей позволит перейти к полномасштабному производству принципиально новых источников альтернативной энергии, повысить их емкость, снизить габариты и себестоимость, потеснить на мировом рынке ведущих западных производителей инновационных аккумуляторов для нового поколения «зеленых автомобилей».

Масштабное развитие национальной сети электростанций позволит решить приоритетную задачу Программы — предоставить к 2020 г. удобную, быструю и относительно недорогую заправку 5-миллионного парка автомобилей, использующих альтернативные источники энергии. Развитие промышленной переработки аккумуляторных батарей призвано обеспечить решение не менее грандиозной задачи, поставленной руководством КПК перед автомобильной промышленностью на основе новой энергетики, — превратить Китай в страну с самыми большими в мире экологически чистыми территориями.

1. В марте 2018 г. в г. Сининь (пров. Цинхай) началось строительство крупного завода по производству карбоната лития, который используется в производстве аккумуляторных батарей для электромобилей. Совместным проектом промышленной группы Qinghai Salt Lake и Шэньчжэньской инвестиционной компании стоимостью 4,85 млрд юаней предполагается получить 30 тыс. т лития в год. Подробнее см.: Production base for lithium battery material planned in NW China. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/201802/05/WS5a7807f3a3106e7dcc13ad86.html>; Extending lead in the market for green cars. URL: http://www.china.org.cn/business/2018-02/05/content_41126107.htm.
2. Li Fusheng. Customers charged up about new choices for electric cars. URL: http://www.chinadaily.com.cn/business/motoring/2017-09/25/content_32446029.htm.
3. Jing Shuiyu, Hu Meidong (China Daily). Battery giant buys stake in lithium firm. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/201803/14/WS5aa88351a3106e7dcc1418bd.html>.
4. Charging piles for electric cars mushrooming in China. URL: http://www.china.org.cn/business/2017-12/11/content_50096807.htm.
5. Дунли дяньчи чэнвэй синьнэньюань цичэ сянгэ фэнкоу: [Роль аккумуляторных батарей в производстве новых автомобилей на новых источниках энергии] // Цзинцзи канькаобао 04.10. 2017.
6. Эти батареи позволят повысить эффективность и упростить производство, причем литий-полимерные аккумуляторы могут иметь любую форму при очень малой толщине (до 1 мм).
7. Цинко-воздушные батареи обладают прекрасными экологичными свойствами, а продукты, получаемые в результате реакции воздушно-цинковых элементов, абсолютно безопасны для здоровья человека, материалы для их производства не загрязняют окружающую среду и могут быть вторично использованы после переработки.
8. Ань синьнэньюань цичэ гуйцзюй чжицзао синьнэньюань цичэ: [Стандарты производства аккумуляторов для автомобилей, использующих новые источники энергии] // Цзинцзи канькаобао. 25.06.2017.
9. К марту 2018 г. около 80% новых владельцев электрокаров установили собственные электрозарядные колонки. См.: Китай три года подряд лидирует по производству и продажам автомобилей на новых источниках энергии. URL: <http://russian.people.com.cn/n3/2018/0309/c31518-9435240.html>.
10. Battery breakthroughs sought. URL: http://www.ecns.cn/business/2016/02-29/200913_1.shtml.
11. Li Fusheng (Chinadaily.com.cn). China has the most public EV charging stations worldwide. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/201801/11/WS5a5759d9a3102c394518e9e1.html>.

12. ГЭСК является одной из крупнейших в мире электросетевых компаний. Подробнее см.: Доходы Государственной электроэнергетической инвестиционной корпорации Китая впервые превысили 200 млрд юаней. URL: <http://russian.people.com.cn/n3/2018/0221/c31518-9428453.html>.
13. State Grid official predicts 60% rise in EV sales in China in 2018. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/201803/09/WS5aa1f79ea3106e7dcc140a16.html>.
14. Hao Yan. BMW to install 80,000 public charging poles nationwide. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/201803/26/WS5ab86391a3105cdcf6514454.html>.
15. Радиус обслуживания сети общественных станций подзарядки электромобилей в пределах шести транспортных колец Пекина составляет около 5 км. URL: http://russian.china.org.cn/business/txt/2017-08/09/content_41379718.htm.
16. Shanghai to build 10 times more vehicle charging piles by 2020. URL: http://www.chinadaily.com/business/motoring/2017-04/06/content_24320855.htm.
17. Zheng Yiran. EV charging network to expand. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/201801/19/WS5a613492a3106e7dcc1352f8.html>; China's public NEV charging piles up 51% in 2017. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/201801/22/WS5a656210a3106e7dcc135bed.html>.
18. Китай является мировым лидером по развитию солнечной энергетики. По состоянию на начало 2018 г., установленная мощность фотогальванических элементов в КНР составляла 120 ГВт. См.: Non-fossil fuel accounts for 17.6 pct of China's energy output. URL: http://en.ce.cn/main/latest/201712/27/t20171227_27446900.shtml; Объем выработки электричества с использованием техники фото voltaжа в Китае впервые превысил отметку в 100 млрд кВт/ч. URL: <http://russian.people.com.cn/n3/2018/0103/c31518-9311044.html>.
19. Этот участок составляет часть высокоскоростной кольцевой автомобильной дороги в южной части г. Цзинань.
20. Xing Yi. Road of future paved with solar panels. URL: http://www.chinadaily.com.cn/cndy/2017-12/22/content_35356391.htm.
21. Иностранцы СМИ заинтригованы строительством автодороги на солнечной энергии в Китае: возможно, такая дорога сможет заряжать автомобили, двигающиеся по ней. URL: http://russian.china.org.cn/exclusive/txt/2017-12/28/content_50172993.htm.
22. Синьнэньюань цичэ тидай жаньючэ цзиньчжу мохэци: [Переход к замене традиционных автомобилей на новые, использующие альтернативную энергию, находится на первоначальном этапе] // Цичэ юньшу. Пекин. 2017. № 5. С. 23–24.
23. «Умную» суперавтоостраду построят на востоке Китая». URL: <http://russian.people.com.cn/n3/2018/0124/c31518-9419012.html>.
24. Новый автобус на водородном топливе представили в Центральном Китае. URL: http://russian.china.org.cn/business/txt/2017-12/29/content_50174154.htm.
25. Первый в Китае промышленный парк по разработке и производству водородных топливных элементов будет построен в Ухане. URL: http://russian.china.org.cn/business/txt/2017-12/24/content_50159860.htm.
26. Robert Blain, Chen Yingqun. Taking the pole position. URL: http://chinadaily.com.cn/weekly/2017-12/15/content_35308105.htm; Jing Shuiyu. Shake-up looms over auto battery segment. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/201803/12/WS5aa5f4b9a3106e7dcc1410fb.html>.
27. Ань синьнэньюань цичэ гуйцзюй чжицзао синьнэньюань цичэ: [Стандарты производства аккумуляторов для автомобилей, использующих новые источники энергии] // Цзинцзи канькаобао. 25.06.2017; Тишэн чаньнэн хэ цзишу мэнканьгунсиньбу чжэнцю цичэдунли дяньци гуйфань ицзянь: [Повышение производственных мощностей и технического порога мощности. Министрство промышленности и информации ищет стандартные решения совершенствования автомобильных батарей] // Цичэ юньшу. Пекин. 2017. № 7. С. 11–12.
28. Ma Si. Fuel-cell cars set to get more impetus. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/201802/13/WS5a823ca6a3106e7dcc13c6f4.html>; Global auto battery market to hit \$95.57b by 2025: Study. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/201803/13/WS5aa7944aa3106e7dcc1415ec.html>.