

DOI: 10.55105/2500-2872-2024-4-70-86

Развитие низкоуглеродной энергетики в Китае и Японии: сравнительный анализ

К.А. Корнеев, И.Р. Томберг

Аннотация. Китай и Япония относятся к числу ресурсодефицитных стран, что во многом определяет для них важность проведения целенаправленной политики по развитию низкоуглеродных секторов энергетики. В первую очередь, речь идет о ВИЭ и водороде, но стоит учитывать и растущую роль мирного атома – та же Япония, несмотря на последствия фукусимской аварии, постепенно увеличивает долю АЭС в структуре генерации. В статье показано, что задачи достижения «чистого нулевого уровня выбросов», стоящие перед Китаем и Японией, имеют немало схожих черт. Рассматриваемые и сравниваемые страны, естественно, обладают различными финансово-экономическими ресурсами, разной потенциальной и доступной емкостью внутренних рынков для внедрения технологий и продуктов низкоуглеродной энергетики в широком смысле, однако выстраивают государственную политику в данном направлении с опорой на такие стимулирующие механизмы, которые создают собственный технологический фундамент, и с учетом того, какие передовые решения разрабатывают и внедряют ближайшие конкуренты. За минувшие два десятилетия у Японии и Китая сложился формат энергетической кооперации, когда акцент делался больше на поставки энергетического и транспортного оборудования из Японии, включая инвестиции японских компаний в строительство различной энергетической инфраструктуры на территории Китая. Однако в настоящее время КНР уже обладает достаточно большим технологическим потенциалом, чтобы не только удовлетворять свои потребности в производстве оборудования и комплектующих для низкоуглеродной энергетики, но и направлять продукцию такого рода на экспорт. Соответственно, нарастает конкуренция с японскими корпорациями, которые долгое время сохраняли лидерские позиции в сегменте ВИЭ как поставщики готового оборудования и инициаторы трансфера технологий в развивающиеся страны (преимущественно Юго-Восточную и Южную Азию). В статье показано, что, невзирая на имеющиеся разногласия, Япония и Китай поддерживают высокий уровень двусторонних контактов: действуют межправительственные организации и фонды, работают совместные научно-исследовательские центры, продолжается кооперация по линии бизнеса, осуществляются крупные проекты.

Ключевые слова: низкоуглеродная энергетика, энергетическая политика и безопасность, двустороннее сотрудничество, технологическая конкуренция, Япония, Китай.

Авторы:

Корнеев Константин Анатольевич, кандидат исторических наук, старший научный сотрудник Института Китая и Современной Азии РАН (адрес: 117997, Москва, Нахимовский пр-т, 32); ORCID: 0000-0003-3930-6309; E-mail: korneev@iccaras.ru

Томберг Игорь Ремуальдович, доктор экономических наук, главный научный сотрудник Института Китая и Современной Азии РАН (адрес: 117997, Москва, Нахимовский пр-т, 32); ORCID: 0000-0002-1250-7402; E-mail: itomberg@yandex.ru

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Корнеев К.А., Томберг И.Р. Развитие низкоуглеродной энергетики в Китае и Японии: сравнительный анализ // Японские исследования. 2024. № 4. С. 70–86. DOI: 10.55105/2500-2872-2024-4-70-86

Development of low-carbon energy sector in China and Japan: A comparative analysis

K.A. Korneev, I.R. Tomberg

Abstract. Japan and China are in the list of resource-deficient countries, and this fact largely determines the importance of pursuing a targeted policy for the development of low-carbon energy sectors. This refers, first and foremost, to renewable energy and hydrogen, but it is also worth taking into account the growing role of peaceful nuclear energy – Japan, despite the consequences of the Fukushima accident, is gradually increasing the share of nuclear power plants in its generation structure. The authors show that the tasks of achieving “net zero emissions” facing Japan and China have many similar features. The countries under consideration, undoubtedly, have different financial and economic resources, different potential and available capacity of their domestic markets for the implementation of low-carbon energy technologies and products in a broad sense. However, they build public policy in this direction based on the incentive mechanisms that create their own technological foundation, taking into account what advanced solutions are being developed and implemented by their closest competitors. Over the past two decades, Japan and China have elaborated the format of energy cooperation where the emphasis was placed on the supply of energy and transport equipment from Japan, as well as investments by Japanese companies in the construction of various energy infrastructure objects in China. However, at present, China already has sufficient technological potential not only to meet its needs in the production of equipment and components for low-carbon energy, but also to export products of this type. Accordingly, Japanese corporations that used to hold leading positions in the renewable energy segment as suppliers of necessary equipment and initiators of technology transfer to developing countries (mainly in Southeast and South Asia), nowadays face competition with Chinese producers. It is shown that, despite the existing controversy, Japan and China keep a high level of bilateral contacts through intergovernmental organizations and funds, joint research centers, various private business cooperation mechanisms and schemes, all of which foster the implementation of large projects.

Keywords: low-carbon energy industry, energy policy and security, bilateral cooperation, technological competition, Japan, China.

Authors:

Korneev Konstantin A., Candidate of Sciences (World History), Senior Researcher, Institute of China and Contemporary Asia of the RAS (address: 32, Nakhimovsky Av., Moscow, 117997, Russian Federation). ORCID: 0000-0003-3930-6309; E-mail: korneev@iccaras.ru

Tomberg Igor R., Doctor of Sciences (Economics), Chief Researcher, Institute of China and Contemporary Asia of the RAS (address: 32, Nakhimovsky Av., Moscow, 117997, Russian Federation). ORCID: 0000-0002-1250-7402; E-mail: itomberg@yandex.ru

Conflict of interests. The authors declare the absence of the conflict of interests.

For citation: Korneev, K.A., Tomberg, I.R. (2024). Razvitie nizkouglerodnoi energetiki v Kitae i Yaponii: sravnitel'nyi analiz [Development of low-carbon energy sector in China and Japan: A comparative analysis]. *Yaponskiye issledovaniya* [Japanese Studies in Russia], 2024, 4, 70–86. (In Russian). DOI: 10.55105/2500-2872-2024-4-70-86

Введение

Развитие низкоуглеродной энергетики подразумевает поэтапное внедрение целого набора крупных структурных преобразований энергопотребления и энергообеспечения, направленных на формирование обновленной энергосистемы, обеспечивающей достижение энергетической самостоятельности, снижение зависимости от импорта ископаемого топлива (что особенно актуально для Китая и Японии) и создание собственной высокотехнологичной базы как задела для упрочения конкурентных позиций в глобальном контексте.

Основными драйверами развития низкоуглеродной энергетики, которые прямо касаются формирования долгосрочной энергетической политики в Китае и Японии, являются:

- усложнение условий добычи первичных энергоресурсов в ключевых странах-импортерах из-за истощения легкодоступных запасов и роста доли их трудноизвлекаемой части;
- неизбежный переход к разработке и эксплуатации месторождений в сложных природно-географических условиях;
- искусственные ограничения, появляющиеся в силу экономических и геополитических причин, и серьезно влияющие на ландшафт мировых рынков угля, нефти и природного газа.

Перечисленные выше факторы создают не только ценовую неопределенность на глобальных энергетических рынках уже в среднесрочной перспективе (3–5 лет) и провоцируют риски нестабильного предложения в условиях нарастания спроса со стороны развивающихся экономик, в первую очередь, Юго-Восточной и Южной Азии, но и увеличивают вероятность возникновения различного рода конфликтов на почве получения (или сохранения) доступа к разработке месторождений в слаборазвитых странах, не имеющих для этого необходимого оборудования и компетенций, и потому зависимых от зарубежных партнеров.

Государственная (национальная) энергетическая политика Китая и Японии сегодня формируется с учетом необходимости реагирования на перечисленные выше вызовы, поэтому все большее внимание уделяется низкоуглеродной энергетике в широком смысле, однако в настоящей статье речь в основном пойдет все-таки о ВИЭ (солнце и ветер) и водороде как наиболее перспективных энергоисточниках, дающих очевидный и измеримый эффект в масштабах рассматриваемых государств на горизонте ближайших 10–15 лет [Кистанов, Корнеев 2020]. Для сохранения и/или увеличения темпов экономического роста и упрочения позиций на мировых рынках продукции с высокой добавленной стоимостью решающее значение сегодня имеет предоставление производителям и потребителям бесперебойного доступа к возобновляемой электроэнергии, способной системно поддерживать рост энерговооруженности предприятий и интенсификацию развития целого ряда высокотехнологичных отраслей, а также стимулировать снижение общей энергоемкости экономик.

Развитие новых технологий получения, передачи и хранения возобновляемой энергии, направленных на изменение функционала энергетического сектора, и неизбежное падение конкурентоспособности традиционных видов топлива благодаря уменьшению себестоимости генерации от ВИЭ и водорода, определяют для Китая и Японии необходимость инвестиций в ускорение динамики развития низкоуглеродной энергетики с прицелом на ее доминирование (не менее 50% в общей структуре установленных мощностей и среднегодовой выработки электроэнергии) к 2050–2060 гг.

Показатели и сравнение развития низкоуглеродной энергетики в Японии и Китае

Если Япония стала больше внимания уделять развитию низкоуглеродной энергетики с середины 1990-х гг., то Китай активно подключился к этому процессу в начале 2000-х гг., однако очень быстро обошел Японию по всем параметрам, о чем весьма красноречиво говорит статистика. Однако и Япония, с учетом своей островной специфики, также добилась заметных успехов в части увеличения доли ВИЭ в энергобалансе страны.

Возобновляемые источники энергии (солнечные и ветряные электростанции)

Целесообразно начать с того, что сегмент ВИЭ с начала 2010-х гг. растет очень быстрыми темпами, на порядок превосходящими сопоставимые показатели для традиционной энергетики. Глобальная установленная мощность всех электростанций на ВИЭ за период 2013–2023 гг. увеличилась с 1566 ГВт до 3372 ГВт, из которых порядка 60% обеспечил ввод солнечных электростанций (СЭС), 30% – ветряных (ВЭС), и 10% – прочих альтернативных источников. Объем электроэнергии, выработанной на СЭС и ВЭС, составил в 2023 г. 14% от общемирового показателя, прибавив 2% по отношению к 2022 г. С привлечением других низкоуглеродных источников, к числу которых относятся АЭС и ГЭС, доля электроэнергии, выработанной различными нетрадиционными (альтернативными) генераторами, достигла нового рекорда – 39% от общемирового показателя, который равнялся почти 30 000 ТВт·ч. При сохранении таких темпов роста, доля только солнца и ветра в структуре глобальной генерации электроэнергии может вплотную приблизиться к 40% в 2035 г.¹

Заметнее всего в 2023 г. выросли установленные мощности солнечной энергетики – на 24%, второе место заняла ветряная энергетика с ростом на 17%. Уже более чем в 60 странах мира СЭС и ВЭС производят не менее 10% генерируемой ежегодно электроэнергии, и эта тенденция только набирает обороты, особенно в Азиатском регионе, где лидерами являются Китай, Япония, Республика Корея и Индия. Очевидно, что именно этот регион обеспечит наибольшую концентрацию технологий и инноваций в области низкоуглеродной энергетики в долгосрочной перспективе².

Возобновляемая и водородная энергетика, а также накопители, входят в число наиболее важных драйверов экономического роста в Китае. В 2023 г. Китай обеспечил 38% глобальных инвестиций в развитие низкоуглеродной энергетики – 676 млрд долл. из 1765 млрд долл., идущие на втором месте США – 17% или 303 млрд долл. Доля прочих стран и регионов заметно ниже: ЕС в целом – 341 млрд долл., Великобритания – 74 млрд долл., Бразилия – 35 млрд долл., Индия – 31 млрд долл., Япония – 30 млрд долл.³ Темпы роста отдельных низкоуглеродных сегментов высокие – например, производство солнечных панелей в КНР в 2023 г. превысило уровень 2013 г. почти в 9 раз, а литий-ионных аккумуляторов – более чем в 3 раза. В 2023 г. на долю Китая пришлось 48% глобального ввода мощностей СЭС и ВЭС (123 ГВт из 266 ГВт), в то время как в Японии ввели в эксплуатацию только 6 ГВт возобновляемых мощностей (15% от глобального показателя). Если смотреть чуть подробнее, то Китай в 2023 г. обеспечил 47%

¹ Renewable Energy Statistics 2023. IRENA Report. <https://www.irena.org/Publications/2023/Jul/Renewable-energy-statistics-2023> (дата обращения: 04.06.2024).

² Global Electricity Mix 2024. Our World in Data. <https://ourworldindata.org/electricity-mix> (дата обращения: 04.06.2024).

³ World Energy Investment 2023. International Energy Agency Data. <https://www.iea.org/reports/world-energy-investment-2023/overview-and-key-findings> (дата обращения: 05.06.2024).

общемирового ввода мощностей ВЭС (33 ГВт из 71 ГВт) и 50% мощностей СЭС (57 ГВт из 115 ГВт). Японии, конечно, далеко до такой динамики, однако по доле ВИЭ в общей структуре генерации разница не так велика – всего в Китае 980 ГВт возобновляемых мощностей (без учета ГЭС), что составляет 33% от общего парка генерирующей мощности (2920 ГВт), а в Японии – 84 ГВт возобновляемых мощностей (также без учета ГЭС), что составляет 25% от общего парка мощности в стране (370 ГВт)⁴.

Довольно интересный факт – в список 10 самых крупных в мире производителей поликристаллического кремния, наиболее распространенного материала для изготовления солнечных панелей, по итогам 2023 г. входило 7 китайских компаний. В свою очередь, рейтинг из 10 крупнейших в мире производителей кремниевых пластин и ячеек полностью сформирован из китайских компаний. При этом для данной важной подотрасли характерна очень высокая концентрация показателей: на долю 10 крупнейших компаний в 2023 г. приходилось 90% глобального производства поликристаллического кремния, а в сегменте выпуска готовых модулей из кремния эта доля достигала 95%. Более того, среди 15 крупнейших мировых производителей оборудования для ветроэнергетики почти половина – также компании из КНР. Очевидно, что влияние китайских компаний на глобальный рынок возобновляемой энергетики огромно, хотя не далее, как 15 лет назад, основные производственные ниши занимали США, страны ЕС и Япония. Здесь важно упомянуть, что в конце 2000-х гг. Япония входила в топ-3 поставщиков технологий и оборудования возобновляемой энергетики в Китай, во многом способствовав формированию отрасли ВИЭ в КНР, а теперь ситуация зеркальна – Япония является крупным импортером различных компонентов для строительства СЭС и ВЭС⁵.

Стимулирующим фактором для опережающего развития солнечной энергетики в КНР является наличие хорошей собственной ресурсной базы. Например, доля Китая в общемировом производстве кремния в 2023 г. составила 68%, а по добыче серебра и меди, которые также применяются для выпуска солнечных модулей, страна занимала 2-е (14%) и 4-е (9%) места в мире соответственно⁶. Еще одним важным фактором является продолжающееся сближение традиционной и возобновляемой энергетики по общему уровню стоимости единицы мощности. Ввод в эксплуатацию мощностей СЭС в КНР в 2023 г. оценивался в 720 долл./кВт, а наземных ВЭС – 1100 долл./кВт. Аналогичный показатель для газовых ТЭС в 2023 г. составлял около 560 долл./кВт, для угольных ТЭС – 800 долл./кВт. Для Японии значение приведенных показателей в 1,2–1,3 раза выше, что обусловлено как узким внутренним рынком, дающим ограниченный эффект масштабирования, так и высокими ценами на сопутствующие энергетические услуги⁷.

Накопители энергии

Применение ВИЭ-генераторов (с учетом прерывистого характера их работы) в масштабах средних и крупных энергосистем затруднительно без использования накопителей энергии, роль которых – запасать излишки в период высокой загрузки и отдавать их в сеть потребителям в периоды снижения – в безветренную погоду или ночью, когда

⁴ Renewable Energy Statistics 2023. IRENA Report. <https://www.irena.org/Publications/2023/Jul/Renewable-energy-statistics-2023> (дата обращения: 04.06.2024).

⁵ Renewable Energy Market 2023. International Energy Agency Data. <https://www.iea.org/reports/renewable-energy-market-update-june-2023> (дата обращения: 05.06.2024).

⁶ World Mining Data 2024. Federal Ministry of Finance Report and Statistics, Austria. https://world-mining-data.info/?World_Mining_Data___PDF-Files (дата обращения: 05.06.2024).

⁷ Renewable Energy Market 2023. International Energy Agency Data. <https://www.iea.org/reports/renewable-energy-market-update-june-2023> (дата обращения: 05.06.2024).

уровень инсоляции минимален. Логично, что Китай как крупнейший в мире производитель электроэнергии при помощи ВИЭ постепенно развивает этот сегмент. Совокупная мощность накопителей энергии превысила 40 ГВт в 2023 г., что в эквиваленте выдаваемой в сеть электроэнергии составляет 74,5 ГВт·ч – суточное потребление небольшой европейской страны. Самым распространенным типом по-прежнему остаются литий-ионные батареи, на долю которых пришлось 95% ввода мощностей, но растут и перспективные сегменты различных проточных окислительно-восстановительных батарей большой емкости⁸. Высокая доля именно литий-ионных решений напрямую связана с наличием у Китая собственной сырьевой базы – в 2022 г. страна стала третьим по величине производителем лития в мире (с долей более 15%)⁹. Необходимость накопления энергии для балансировки энергосистем особенно характерна для регионов Китая с высокой концентрацией ВИЭ – это автономный район Внутренняя Монголия (15% мощности действующих в КНР ветрогенераторов, или 50 ГВт из 342 ГВт), а также Синьцзян-Уйгурский автономный район, где расположено 10% мощности СЭС, или 28 ГВт из 292 ГВт¹⁰.

Если говорить о Японии, то отсутствие ресурсной базы не позволяет ей претендовать на сколько-нибудь значимые позиции в плане добычи не только углеводородов, но и минералов, редких и редкоземельных металлов. Япония закупает карбонат лития как раз в КНР (80% всего импорта), а также в США и Чили. Поэтому и установленная мощность накопителей энергии для балансировки ВИЭ-генераторов гораздо скромнее, порядка 14 ГВт (с целью произвести еще 40 ГВт к 2030 г.) – сказывается высокая цена конечного продукта. Тем не менее, в масштабах энергосистемы Японии – это хороший показатель, лишь немного уступающий показателю Германии, где из возобновляемых источников вырабатывается более 50% всей электроэнергии ежегодно¹¹. Для справки следует упомянуть, что накопители сегодня – один из быстрорастущих сегментов мировой энергетики, драйвером которого являются не только ВИЭ, но и распределенная (децентрализованная) энергетика. Если в 2021 г. глобальные инвестиции в сегмент накопителей составили 10 млрд долл., то в 2022 г. показатель возрос до 21 млрд долл., а в 2023 г. превысил 37 млрд долл. К 2030 г. ежегодный объем инвестиций превысит 100 млрд долл. Китай обеспечивает около 40% таких инвестиций, Япония – 7–8%¹².

Водородная энергетика

Еще одним важным направлением для Китая и Японии является водородная энергетика. Фактически, речь идет о применении низкоуглеродного водорода (может производиться из различных ископаемых топлив с использованием установок улавливания и хранения углерода, или способом электролиза воды с поставкой электроэнергии от ВИЭ, ключевой критерий – четкое пороговое значение выбросов 9,8–4,4 и ниже кг CO₂-экв./кг H₂) как универсального энергоносителя, способного частично снизить зависимость от импортируемых первичных

⁸ Global Energy Storage Market Report 2023. China Energy Storage Alliance. <https://en.cnesa.org/latest-news> (дата обращения: 06.06.2024).

⁹ Lithium Statistics and Information. U.S. Geological Survey. <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/lithium-statistics-and-information> (дата обращения: 06.06.2024).

¹⁰ Decarbonising China & the World: Chinese Energy SOEs Supercharge Renewable Investment in Response to the 14th Five-Year Plan. https://climateenergyfinance.org/wp-content/uploads/2023/11/FINAL-301123-Decarbonising-China-the-World_-Chinese-Energy-SOEs-Supercharge-Renewable-Investment-1-1.pdf (дата обращения: 08.06.2024).

¹¹ Global Energy Storage Market Report 2023. China Energy Storage Alliance. <https://en.cnesa.org/latest-news> (дата обращения: 06.06.2024).

¹² World Energy Investment 2023. International Energy Agency Data. <https://www.iea.org/reports/world-energy-investment-2023/overview-and-key-findings> (дата обращения: 08.06.2024).

энергоресурсов и ускорить движение на пути к углеродной (климатической) нейтральности [Zhou, Baldino 2022].

Глобальные тенденции развития водородной энергетики носят неоднозначный характер. Если еще в 2021–2022 гг. МЭА, а также другие крупные международные исследовательские и консалтинговые центры оптимистично оценивали рост всех значимых сегментов (производство и мировые продажи установок на протонно-обменных топливных элементах и твердооксидных топливных элементах, ввод мощностей электролизеров для производства низкоуглеродного водорода), предполагая, что к 2035 г. показатели увеличатся минимум в 5–6 раз по сравнению с текущими (порядка 1,8 ГВт совокупных мощностей топливных элементов и чуть более 2 ГВт электролизных мощностей), то в 2023–2024 гг. подходы изменились.

Для примера – число анонсированных проектов в области низкоуглеродной водородной энергетики год от года растет, но окончательные инвестиционные решения приняты менее чем по 7% из них на сумму в 40 млрд долл. Всего в мире по состоянию на 2023 г. зарегистрировано 1400 таких проектов (включая крупнотоннажный экспорт водорода), а необходимые для их осуществления инвестиции оцениваются в 570 млрд долл. Количество реализуемых на практике проектов по производству низкоуглеродного водорода не позволяет достичь цели в 38 млн т даже в рамках самого консервативного из сценариев МЭА (States Policies Scenario) к 2030 г., поскольку в стадии проектирования находятся объекты всего на 3 млн т в дополнение к действующим (100 тыс. т), строящимся (1 млн т) и утвержденным (2 млн т)¹³. Тем не менее в Китае и Японии ситуация отличается от общемировой, поскольку важность развития водородной энергетики для этих стран высока, прежде всего, в контексте достижения лучших показателей энергетической самостоятельности. Япония, например, планирует к 2035 г. до 40% конечного потребления энергии в стране обеспечивать за счет возобновляемых источников. То есть сегмент низкоуглеродной водородной энергетики в Китае и Японии демонстрирует темпы роста, превышающие общемировые показатели, несмотря на то, что в 2022–2023 гг. в Японии наметилось определенное замедление, связанное с общим сокращением инвестиций в «экологически чистый» водород [Azhgaliyeva, Ram, Zhang 2023]. Целесообразно более подробно остановиться на следующих составляющих: автомобили на водородных топливных элементах (ВТЭ), производство, транспортировка и хранение низкоуглеродного водорода.

В 2023 г. Китай стал единоличным лидером по количеству вновь зарегистрированных транспортных средств на водородных топливных элементах, уверенно обогнав рынки США, Японии и Южной Кореи. Продажи таких автомобилей в Китае превысили 6 тыс. штук по итогам 2023 г. (рост 34% по отношению к 2022 г.). Но доля легковых автомобилей невелика, более 80% – это коммерческий транспорт¹⁴. Для сравнения – в Японии за весь 2023 г. продали только 422 транспортных средства на ВТЭ (падение на 50% по отношению к 2022 г.), однако, в отличие от Китая, это в основном обычные легковые автомобили, которые люди используют для ежедневных поездок. Всего же в Японии находятся в эксплуатации порядка 10 тыс. единиц транспорта на ВТЭ¹⁵, в Китае – более 30 тыс. единиц¹⁶.

В дополнение к общенациональным планам по доведению числа автомобилей на ВТЭ до 50 тыс. единиц на дорогах страны к 2025 г., 29 провинций Китая включили в свои региональные

¹³ Green Hydrogen: Energizing the Path to Net Zero 2023. Deloitte's 2023 Global Green Hydrogen Outlook and Report. https://www.researchgate.net/publication/371534124_Green_hydrogen_Energizing_the_path_to_net_zero (дата обращения: 12.06.2024).

¹⁴ A Total Number of Globally Registered Fuel Cell Electric Vehicles Sold from January to December in 2023. https://www.sneresearch.com/en/insight/release_view/229/page/ (дата обращения: 17.06.2024).

¹⁵ Number of New Fuel Cell Electric Vehicle (FCEV) Registrations in Japan from 2014 to 2023. <https://www.statista.com/statistics/682128/japan-fuel-cell-vehicle-new-registrations/> (дата обращения: 17.06.2024).

¹⁶ New LCV Sales are Booming in China. <https://www.globalfleet.com/en/fleet-strategy/global/features/new-energy-lcv-sales-are-booming-china-through-government-support> (дата обращения: 17.06.2024).

программы строительство более 1200 водородных заправочных станций (ВЗС) к концу 2025 г. При условии осуществления этих планов количество ВЗС в Китае к концу 2026 г. может в 1,5 раза превысить общее число действующих на сегодня ВЗС в мире (примерно 1100 ед., причем из них 350 – в КНР, в Японии – 160, и в планах довести до 200 к 2025 г.)¹⁷. Планы КНР по эксплуатации 50 тыс. на дорогах страны в 2025 г. кажутся вполне реалистичными, а что касается Японии, то не слишком понятно, за счет чего она собирается выполнить поставленные правительством амбициозные цели (800 тыс. транспортных средств на ВТЭ и более 1000 ВЗС к 2030 г.), которые не изменились и после пересмотра национальной водородной стратегии летом 2023 г.¹⁸ Тем не менее, и в Китае, и в Японии доля транспорта на ВТЭ по-прежнему остается незначительной на фоне ускоренного развития электротранспорта. Для сравнения: в 2023 г. в КНР было продано порядка 6,7 млн единиц электромобилей, в Японии – более 1,8 млн единиц (включая гибриды)¹⁹.

Что касается производства низкоуглеродного водорода, который и рассматривается в качестве ключевого энергоносителя будущего, то здесь и Япония, и Китай заявляют весьма амбициозные планы. Китай планирует ежегодно производить до 3 млн т (при прогнозируемой потребности в 6 млн т) такого водорода к 2030 г. и более 10 млн т к 2030 г. при прогнозируемой потребности в 15–16 млн т²⁰, в то время как Япония планирует ежегодно производить не менее 500 тыс. т (при общей прогнозируемой потребности в 3 млн т) к 2030 г. и порядка 3 млн т при прогнозируемой потребности в 6 млн т к 2035 г.²¹ Основным способом производства – электролиз воды с поставкой электроэнергии от возобновляемых источников (СЭС и ВЭС), поскольку этот способ позволяет обеспечить «низкоуглеродный» статус водорода со значением выбросов 4,4 и ниже кг CO₂-экв./кг H₂. В мире достаточно развиты и технологии получения низкоуглеродного водорода методом паровой конверсии метана с применением установок улавливания и хранения CO₂, которые также позволяют минимизировать углеродный след. Но для Китая и Японии как крупнейших импортеров природного газа в этом почти нет экономической целесообразности, поскольку высокая стоимость газа (не говоря уже об устойчивой структуре потребления – для получения водорода придется закупать дополнительные объемы) только увеличивает и без того немалую стоимость 1 кг низкоуглеродного водорода (в среднем 4–5 долл./кг в Китае и 6–8 долл./кг в Японии)²².

В таком контексте электролиз воды остается, по сути, единственным способом, однако для работы электролизеров требуется вода высокой степени очистки, также велик и ее расход – порядка 9 л уходит на выработку 1 кг водорода. И в Китае, и в Японии запасы пресной воды ограничены и не могут быть использованы для производства водорода в заявленных промышленных масштабах, иначе это приведет к элементарным перебоям с обеспечением населения, не говоря уже о прочих технологических и производственных нуждах. Остаются варианты с очисткой сточных вод или опреснением морской воды, но применение специальных

¹⁷ Global Hydrogen Review 2023. International Energy Agency. <https://www.iea.org/reports/global-hydrogen-review-2023> (дата обращения: 18.06.2024).

¹⁸ Japan Automotive Fuel Cell Market Size. Spherical Insights. <https://www.sphericalinsights.com/reports/japan-automotive-fuel-cell-market> (дата обращения: 18.06.2024).

¹⁹ Trends in Electric Cars 2023. International Energy Agency. <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2024/trends-in-electric-cars> (дата обращения: 18.06.2024).

²⁰ Lou, Yu., Corbeau, S. China's Hydrogen Strategy: National vs. Regional Plans. SIPA at Columbia University. <https://www.energypolicy.columbia.edu/publications/chinas-hydrogen-strategy-national-vs-regional-plans/> (дата обращения: 20.06.2024).

²¹ Japan Basic Hydrogen Strategy. Edition of June 6, 2023. https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene_shinene/suiso_seisaku/pdf/20230606_5.pdf (дата обращения: 20.06.2024).

²² Production Costs of Green Hydrogen Worldwide by Select Country (Japan and China). Statista Analysis. <https://www.statista.com/statistics/1086695/green-hydrogen-cost-development-by-country/> (дата обращения: 21.06.2024).

очистителей и опреснителей на 2–3 долл. увеличивает итоговую стоимость 1 кг водорода. Другой интересный момент – для достижения заявленных показателей производства в 3 млн т к 2030 г. Китаю нужно ввести в эксплуатацию не менее 10 ГВт мощностей электролизеров и зарезервировать порядка 150 млрд кВт·ч электроэнергии от возобновляемых источников на этот процесс (всего в Китае ВИЭ выработали в 2022 г. более 2500 млрд кВт·ч электроэнергии). Японии же для производства 500 тыс. т водорода к 2030 г. надо ввести в эксплуатацию порядка 3 ГВт мощностей электролизеров и зарезервировать 30–40 млрд кВт·ч электроэнергии от ВИЭ, причем всего в Японии ВИЭ выработали в 2022 г. 200 млрд кВт·ч [Franzmann, Heinrichs, Lippkau 2023].

По состоянию на декабрь 2023 г. в Китае действовало примерно 1,5 ГВт мощностей электролизных установок, которые произвели до 100 тыс. т низкоуглеродного водорода (производство обычного, или т. н. грязного водорода в Китае для нужд промышленности оценивается в 33 млн т ежегодно). Прогнозируется, что до конца 2024 г. введут в эксплуатацию еще порядка 1 ГВт, и суммарная установленная мощность всех электролизеров достигнет 2,5 ГВт. Это позволит получать порядка 220 тыс. т низкоуглеродного водорода ежегодно²³. В целом, если темпы ввода электролизных установок в Китае сохранятся на уровне 1–1,5 ГВт в год (а такое вполне вероятно), к 2030 г. можно достичь рубежа в 10 ГВт. Вопрос заключается в наличии устойчивого внутреннего спроса – будут ли промышленность, транспорт и энергетика нуждаться в 3 млн т экологически чистого водорода ежегодно? Пока динамика такова, что эту цифру можно смело делить на 3 и определить реальную потребность Китая в низкоуглеродном водороде в диапазоне 0,8–1,5 млн т в год к 2030 г., то есть в 6 раз ниже прогнозируемой. Если Китаю удастся выйти даже на такие показатели, это будет большим успехом, особенно на фоне снижения оптимизма в отношении развития водородной энергетики в США и странах ЕС.

Что касается Японии, то по состоянию на декабрь 2023 г. в стране действовало порядка 100 МВт мощностей электролизных установок, которые произвели не более 30 тыс. т низкоуглеродного водорода (производство «грязного» водорода в Японии оценивается в 3–4 млн т ежегодно). Однако в планах намечено увеличить количество мощностей электролизеров до 15 ГВт к 2030 г.²⁴, то есть Японии нужно будет вводить в среднем по 2,5 ГВт ежегодно начиная с 2024 г., что не имеет ничего общего с реальностью и, судя по всему, через 1–2 года приведет к очередному пересмотру показателей Базовой водородной стратегии, принятой еще в 2017 г. и уже серьезно пересмотренной в 2023 г. (в основном по причине того, что не удалось достичь поставленных целей). Потребность японского внутреннего рынка в низкоуглеродном водороде вряд ли превысит 200–300 тыс. т к 2030 г. (то есть в 15 раз меньше прогнозируемой), но при сохранении текущей динамики достичь даже таких показателей у страны не получится. Важное уточнение – ввод новых мощностей электролизеров как в Китае, так и в Японии должен сопровождаться строительством СЭС и ВЭС специально под эти цели, иначе придется брать электроэнергию от угольных и газовых станций.

Развитие водородной энергетики невозможно без создания инфраструктуры хранения и транспортировки, поскольку далеко не всегда центры производства и потребления водорода расположены в непосредственной близости. Чаще бывает наоборот – в местности, где хорошие условия для размещения СЭС либо ВЭС, часть генерируемой электроэнергии от которых может идти на производство водорода, нет достаточного количества потребителей, преимущественно сконцентрированных в крупных агломерациях.

²³ Le, M., Selvaraju, K. China Set to Smash National Hydrogen Targets, Solidifying Lead in Global Electrolyzer Market. <https://www.rystadenergy.com/news/china-hydrogen-targets> (дата обращения: 21.06.2024).

²⁴ Japan: Hydrogen Strategy – November 2023. MFAT Report. <https://www.mfat.govt.nz/en/trade/mfat-market-reports/japan-hydrogen-strategy-november-2023> (дата обращения: 22.06.2024).

Для успешного решения таких инфраструктурных вопросов Китай собирается построить самый длинный в мире водородный трубопровод протяженностью 737 км. Соглашение о кооперации по осуществлению данного проекта подписали компания Tangshan Haitai New Energy Technology (подразделение производителя солнечных панелей Haitai Solar) и дочерняя структура CNPC – компания China Petroleum Pipeline Engineering (CPPEC). Трубопровод пойдет от завода по производству «зеленого» водорода в г. Чжанцзякоу до порта Цаофэйдянь в провинции Хэбэй. Инвестиционная емкость проекта оценивается почти в 900 млн долл. Это довольно много, поскольку требуется внедрение целого ряда новых технологических решений, одно из которых – стабильная работа трубопровода при давлении в 63 атм. вместо стандартных для Китая 40 атм. Это необходимо, чтобы передавать больше объема газа при неизменном сечении трубы. В декабре 2023 г. проект получил одобрение правительства провинции Хэбэй, строительство должны начать в июне 2024 г., а закончить летом 2027 г.²⁵

Вообще, Китай активно реализует проекты строительства водородных трубопроводов в рамках национального плана по развитию сети протяженностью не менее 6000 км до 2035 г.²⁶ Государственная корпорация Sinopet ведет разработку проекта строительства водородного трубопровода длиной 400 км от города Уланчаб (автономный район Внутренняя Монголия) до нефтехимического комплекса в столице, г. Пекине. Пока же самым длинным в мире считается водородный трубопровод между Францией и Бельгией длиной 400 км²⁷.

В 2023 г. Sinopet приступила к реализации масштабного проекта Ordos по производству «зеленого» водорода во Внутренней Монголии. Водород предполагается получать способом электролиза, для чего будут построены дополнительные мощности ВИЭ – 450 МВт ВЭС и 270 МВт СЭС. Суммарная мощность электролизеров составит 390 МВт, чего достаточно для производства более 30 тыс. т экологически чистого водорода в год. Примерный срок завершения строительства – 2026 г. Этот проект сегодня является одним из крупнейших в мире с объемом привлекаемых инвестиций более 830 млн долл., однако его дополнительное значение еще и в том, что отрабатываются технологии хранения больших объемов водорода. Для этого в рамках данного проекта предполагается сооружение нескольких специальных емкостей общей вместимостью 288 тыс. м³, где водород будет с минимальными потерями храниться в течение нескольких недель для последующей доставки потребителям (преимущественно предприятиям химической промышленности) как раз через сеть трубопроводов²⁸.

Достижения Японии в области развития инфраструктуры транспортировки и хранения водорода гораздо скромнее, чем у Китая. Впрочем, менее емкий внутренний рынок, небольшая территория и высокая концентрация населения в отдельных агломерациях (Токио и Осака как пример) и не ставят задач, сопоставимых по масштабу с Китаем. В настоящее время в Японии действует всего лишь один водородный трубопровод длиной чуть более 1 км, построенный к Олимпиаде 2021 г. В конце марта 2024 г. крупнейшая японская газовая компания Tokyo Gas сообщила, что до конца года начнет первые коммерческие поставки водорода по трубопроводу объемом 150 м³ в час для нужд потребителей в пределах территории бывшей Олимпийской деревни. Что это за потребители и как они собираются использовать водород, не сообщается, однако, с большой долей вероятности, речь идет о заправке водородом автобусов и грузовиков

²⁵ China to Build World's Longest Hydrogen Pipeline to Transport Green Hydrogen. <https://www.pipeline-journal.net/news/china-build-worlds-longest-hydrogen-pipeline-transport-green-hydrogen> (дата обращения: 23.06.2024).

²⁶ China to Build World's Longest Hydrogen Pipeline to Transport Green Hydrogen. <https://www.pipeline-journal.net/news/china-build-worlds-longest-hydrogen-pipeline-transport-green-hydrogen> (дата обращения: 23.06.2024).

²⁷ China's First Long-Distance Hydrogen Pipeline. <https://dialogue.earth/en/digest/chinas-first-long-distance-hydrogen-pipeline/> (дата обращения: 24.06.2024).

²⁸ Yuan, H., Yang, M. World's Largest Green Hydrogen Plant Breaks Ground in Ordos. China Daily. <https://www.chinadaily.com.cn/a/202302/17/WS63ef4bcea31057c47ebaf741.html> (дата обращения: 24.06.2024).

на топливных элементах. Водород будет поступать в трубопровод с завода компании ENEOS производительностью 300 м³ в час²⁹.

С учетом амбициозных целей по развитию производства низкоуглеродного водорода в Японии на горизонте ближайших 10–15 лет становится вполне очевидным, что без создания трубопроводной инфраструктуры не обойтись. Однако каких-либо явных планов на этот счет правительство не озвучивало, поэтому не очень понятно, каким именно образом предполагается перевозить водород по стране, чтобы снабжать им сотни заправочных станций, а также десятки предприятий и объектов энергетики. Конечно, остается вариант производства и потребления на месте, но такой подход десятилетиями применяется в химической и нефтеперерабатывающей промышленности и не имеет ничего общего с низкоуглеродной экономикой [Демина, Мазитова 2023]. Установка же собственного производства рядом с АЗС (электролизеры) сопряжена с большими затратами, рисками безопасности и высокой итоговой ценой 1 кг водорода (более 10 долл./кг), что делает такой подход заведомо неконкурентоспособным. То есть экономически гораздо целесообразнее производить водород в промышленных масштабах на нескольких крупных предприятиях и потом направлять его потребителям по сети трубопроводов.

Отчасти решением проблемы может стать так называемое подмешивание водорода в природный газ и передача его по действующим газопроводам, о чем периодически говорят в Японии³⁰. Однако уже неоднократно доказано, что подмешивание более 10% водорода в силу его химических свойств меняет свойства газа и требует усовершенствования технологического оборудования трубопроводов (компрессоров, контрольно-измерительных приборов, и т. д.), иначе значительно возрастает вероятность аварий. Немаловажно и то, что на выходе этот водород необходимо отделить. Естественно, затраты на такие операции велики, а передача 5–10% водорода в смеси с природным газом для обеспечения предполагаемых больших объемов слабо влияет на ситуацию – то есть все-таки нужна специализированная инфраструктура.

В вопросах создания инфраструктуры хранения прогресс также нельзя назвать существенным. Наиболее адекватный пример последних лет – строительство и запуск в 2023 г. в эксплуатацию компанией Mitsubishi Power водородного полигона в городском округе Такасаго. Это первый в Японии подобный проект, где основной акцент делается на производстве водорода способом электролиза, однако предполагается и апробация технологий совместного сжигания водорода и природного газа в различных пропорциях в газовых турбинах. Для производства используют щелочной электролизер норвежской компании HydrogenPro AS с выходной мощностью 1100 м³/ч, самой высокой в мире, а для хранения водорода построили подземные хранилища общей вместимостью 39 тыс. м³³¹.

В завершение раздела следует отметить, что в качестве важного инструмента достижения климатической нейтральности используется и углеродное регулирование. В январе 2024 г. в КНР объявили о запуске в стране добровольного углеродного рынка. Это, несомненно, является еще одной мерой по сокращению выбросов CO₂ и переходу на экологически чистые источники энергии – ВИЭ, водород, биотопливо. Уже сегодня на долю Китая приходится порядка 24% от общего числа различных действующих в мире проектов по снижению углеродного следа. Получать «чистые» углеродные единицы можно за инициативы в области лесонасаждения,

²⁹ Tokyo Gas to Start Japan's First Pipeline Hydrogen. <https://www.spglobal.com/commodityinsights/en/market-insights/latest-news/energy-transition/032824-tokyo-gas-to-start-japans-first-pipeline-hydrogen-supply-march-29> (дата обращения: 26.06.2024).

³⁰ Japan's NTT to Study Hydrogen Transportation Through Existing Pipelines. Hydrogen Tech World Data. <https://hydrogentechworld.com/japans-ntt-to-study-hydrogen-transportation-through-existing-pipelines> (дата обращения: 26.06.2024).

³¹ Mitsubishi Power Launches Production at Takasago H2 Park. <https://www.chemengonline.com/mitsubishi-power-launches-production-at-takasago-hydrogen-park/> (дата обращения: 28.06.2024).

солнечной, ветряной и водородной энергетики³². Однако в данном начинании Япония опередила Китай – основываясь на положительном опыте «Технического демонстрационного проекта для рынка углеродных единиц», реализованного Министерством экономики, торговли и промышленности (МЭТП) в 2022 г., Токийская фондовая биржа в октябре 2023 г. официально запустила торговлю углеродными единицами³³.

Обзор двустороннего сотрудничества в области низкоуглеродной энергетики

Наиболее содержательный и активный этап японо-китайского сотрудничества в области низкоуглеродной энергетики пришелся на период конца 1990-х – начала 2010-гг. После запуска Китаем своей масштабной инициативы «Один пояс и один путь» в 2013 г. это сотрудничество демонстрирует нисходящую динамику, что и неудивительно. Формат реализации инициативы предусматривал резкое усиление внимания Китая к энергетической проблематике, причем не только в виде более масштабного участия китайских корпораций в разработке месторождений первичных энергоресурсов за рубежом (в странах Центральной и особенно Юго-Восточной Азии, где напрямую пересекались интересы Китая и Японии), но и в плане явного увеличения китайского высокотехнологичного экспорта в сегменте низкоуглеродных технологий, а именно – различного оборудования для солнечной, ветряной и водородной энергетики. Буквально за 5–7 лет китайские компании существенно потеснили европейские, японские и американские на мировом рынке, заняв нишу системообразующих глобальных производителей солнечных панелей, ветряных турбин и т.д.

Фактически в начале-середине 2000-х гг. в КНР стартовали несколько больших программ стимулирования развития возобновляемой энергетики – ключевым стал национальный закон «О возобновляемых источниках энергии» от 2005 г. [Schuman, Lin 2012] – и отрасль стала привлекательной для инвестиций. Поэтому в 2000-е гг. рынок продукции для низкоуглеродной энергетики в Китае рос очень высокими темпами, и, поскольку собственная технологическая база была слабой, развитие отрасли осуществлялось преимущественно благодаря закупкам оборудования за границей. Японские корпорации Sumitomo и Mitsubishi Heavy Industries поставляли в Китай ветрогенераторы средней и большой мощности (10 кВт – 1 МВт), а Sharp и Куосега – солнечные панели [Grafström, 2017]. Собственно, поставки из Японии закрывали до 20% потребности растущей отрасли, счет шел на сотни миллионов долларов. Например, в середине 2000-х гг. Китай импортировал порядка 10–12 ГВт мощностей ветряных турбин ежегодно, общая зависимость от иностранных поставщиков составляла более 70%. Однако уже к началу 2014 г. китайские производители покрывали почти 95% потребностей внутреннего рынка, и начали продавать свое оборудование в другие страны, причем сначала в Индию и отдельные страны ЮВА (Индонезия, Филиппины), а потом и в Латинскую Америку (Бразилия, Аргентина, Чили), Европу и также соседям – Японии и Южной Корее, пусть и не в таких больших объемах – около 5% совокупного экспорта [Grafström, 2017].

К концу 2010-х гг. Китай вышел на лидирующие позиции как экспортер оборудования для ветряной и солнечной энергетики. Экспорт ветрогенераторов за период 2017–2022 гг. находился в диапазоне 3–8 ГВт ежегодно с пиком 7,2 ГВт в 2021 г. Всего же Китай в данный период экспортировал различного оборудования для ветроэнергетики на сумму порядка 15 млрд долл. ежегодно, и закупки со стороны азиатских партнеров (государств ЮВА,

³² Carbon Trading in China: Relaunch of the Certified Emission Reduction Scheme. The Hong Kong CGI. <https://cgj.hkcgj.org.hk/carbon-trading-china-relaunch-certified-emission-reduction-scheme> (дата обращения: 28.06.2024)

³³ Japan Carbon Credit Market. <https://www.jpx.co.jp/english/equities/carbon-credit/index.html> (дата обращения: 30.06.2024).

Индии, Японии и Республики Корея) обеспечили до 3,5 млрд долл.³⁴ Что касается экспорта солнечных панелей, то цифры еще более внушительные – начиная с 2020 г. Китай экспортирует не менее 100 ГВт в год, а в 2022 г. экспортировал 212 ГВт на сумму порядка 52 млрд долл.³⁵ В целом же на Китай в 2023 г. приходилось 70–80% глобального экспорта оборудования для низкоуглеродной энергетики, в то время как доля Японии не превышала 3% (по большей части это солнечные панели) и складывалась в основном за счет поставок в Мексику, Индию и ряд государств Юго-Восточной Азии (Таиланд, Малайзия, Вьетнам), с которыми у нее сформировались устойчивые деловые связи еще в середине-конце 2000-х гг.³⁶

Несмотря на то, что Япония давно проиграла конкуренцию Китаю на мировом рынке оборудования для развития возобновляемой энергетики, свои потребности страна закрывает более чем на 80% и в ближайшей перспективе вряд ли станет чрезмерно зависимой от поставок из Китая. Это сохраняет высокую привлекательность Японии как технологического партнера для КНР, особенно по направлениям, где сегодня ведутся важные перспективные разработки – например, те же перовскитные солнечные элементы. Поэтому сотрудничество между странами продолжается, что вполне подтверждается практикой.

К середине 2000-х гг. стало понятно, что Китаю и Японии необходимо выстраивать полноценный диалог по целому ряду энергетических вопросов, поскольку эти две страны фактически формировали архитектуру региональной энергетической безопасности. Во время визита премьера Государственного совета КНР Вэнь Цзябао в Токио в апреле 2007 г. состоялся первый развернутый диалог между министрами энергетики Японии и Китая. По его итогам Министерство экономики, торговли и промышленности Японии и Государственный комитет по делам развития и реформ КНР опубликовали «Совместную декларацию об укреплении сотрудничества между Японией и Китаем в энергетике», в которой обе стороны согласились укреплять двустороннее сотрудничество в области энергосбережения и поддержания энергетической безопасности в регионе Северо-Восточной Азии. Предполагалось, что Китай получит от Японии передовые технологии для повышения энергоэффективности экономики, что было выгодно и Японии, поскольку это помогло бы контролировать растущий спрос на первичную энергию со стороны Китая и способствовало бы сокращению выбросов CO₂ и других парниковых газов.

В рамках диалога на уровне министров энергетики обе стороны также провели семинар по энергетическому сотрудничеству между Японией и Китаем, в котором приняли участие 230 компаний и более 650 руководителей предприятий энергетики из обеих стран. Семинар был разделен на четыре секции: электроэнергетика, нефть и газ, уголь и возобновляемые источники энергии. В результате стороны пришли к общему пониманию необходимости ускоренного развития возобновляемой энергетики и договорились о дальнейших контактах в данном направлении. На протяжении 2010-х гг. Китай и Япония также неоднократно участвовали в различных многосторонних диалогах высокого уровня по энергетическому сотрудничеству. Это заседания Рабочей группы по энергетике в рамках Азиатско-Тихоокеанского экономического сотрудничества (АТЭС), и аналогичной рабочей группы в рамках Ассоциации государств Юго-Восточной Азии (АСЕАН) [Minoura 2011].

³⁴ David, A. Chinese Wind Turbine Export Growth Continued in 2021. U.S. International Trade Commission. https://www.usitc.gov/publications/332/executive_briefings/ebot_chinese_wind_turbine_export_growth_continued_in_2021.pdf (дата обращения: 01.07.2024).

³⁵ Export Volume of Solar Photovoltaic Equipment in China in 2021 and 2023, by Component. Statista Analysis. <https://www.statista.com/statistics/1391057/solar-photovoltaic-export-volume-by-component-china/> (дата обращения: 03.07.2024).

³⁶ Solar Panel Exports from Japan. Volza Grow Global. <https://www.volza.com/p/solar-panel/export/export-from-japan/> (дата обращения: 04.07.2024).

Двустороннее энергетическое сотрудничество Китая и Японии достигло наибольшего прогресса в области энергоэффективности и охраны окружающей среды. С 2006 г. регулярно и успешно проводится Китайско-японский комплексный форум по энергосбережению и охране окружающей среды, в котором принимают участие соответствующие министерства и деловые круги обеих стран. Последний на текущий момент 16-й форум прошел в феврале 2023 г., в мероприятии приняли участие 870 представителей государственных органов власти, заинтересованных компаний и организаций, включая таких высокопоставленных лиц, как министр экономики, торговли и промышленности Японии в 2022–2023 гг. Нисимура Ясутоси, председатель Японо-китайской экономической ассоциации Мунэока Сёдзи и председатель Национальной комиссии по развитию и реформам КНР Хэ Лифэн. На форуме был проведен обмен меморандумами о запуске 17 новых совместных проектов. Благодаря этому число таких проектов достигло 430 с момента проведения первого форума.

На форуме были организованы четыре сессии. Первая традиционно касалась аспектов повышения энергоэффективности и достижения лучших показателей энергосбережения, вторая затрагивала проблемы развития электротранспорта, третья охватывала вопросы внедрения интеллектуальных энергетических систем, а четвертая была посвящена применению водорода. Акцент именно на водороде не случаен – Китай и Япония уделяют этому направлению самое пристальное внимание, о чем подробно рассказано в предыдущем разделе статьи. В целом же предполагается, что водород станет важной составной частью низкоуглеродной экономики будущего, поскольку его можно использовать и как энергоноситель, и как топливо для транспорта, и для балансировки работы энергетических систем на основе ВИЭ, и для снижения углеродного следа в нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности, черной металлургии и т. д. Будучи ресурсодефицитными государствами, Китай и Япония довольно сильно заинтересованы в наличии собственного источника энергии, который позволит заметно снизить зависимость от импортируемых ископаемых ресурсов – угля, нефти и природного газа. Водородная экономика пока – концепция будущего, но Китай и Япония прилагают большие усилия для того, чтобы она стала реальностью на горизонте ближайших 15–20 лет³⁷.

Хороший накопленный багаж и потенциал к дальнейшему расширению кооперации есть у отдельных энергетических компаний, а также отраслевых и научно-исследовательских центров. Однако со временем подобные контакты стали происходить гораздо реже и в ограниченном формате. Например, в апреле 2024 г. в японских СМИ прошла серия публикаций, обвиняющих руководство Института возобновляемой энергетики в тесных отношениях с правительством КНР (вплоть до получения финансирования от китайской стороны). Поводом стало включение логотипа Государственной электросетевой корпорации Китая в слайды для заседания Целевой группы по возобновляемым источникам энергии, и вопросы от представителей ряда министерств и правительственных учреждений на этот счет поступили докладчикам прямо во время выступления. Через несколько дней Институт возобновляемой энергетики вынужден был опубликовать на сайте опровержение того, что имел какие-либо неофициальные контакты с Государственной электросетевой корпорацией Китая³⁸.

Тем не менее, взаимодействие не только на уровне правительств, но и по линии отдельных компаний продолжается. Токийская энергетическая компания (ТЕРСО) и Государственная электросетевая корпорация Китая достаточно активно сотрудничают с середины 2000-х гг., один из недавних совместных проектов – участие инженеров ТЕРСО в проектировании двухконтурной линии электропередачи напряжением 1 млн В и техническое консультирование

³⁷ The 16th Japan-China Energy Conservation and Environment Forum Held. Ministry of Economy, Trade and Industry of Japan. https://www.meti.go.jp/english/press/2023/0211_001.html (дата обращения: 08.07.2024).

³⁸ On the Relationship Between Renewable Energy Institute and SGCC. REI News. <https://www.renewable-ei.org/en/activities/information/20240410.php> (дата обращения: 12.07.2024).

китайских коллег в процессе ее строительства. Энергетическая компания Кандэн (КЕРСО) с середины 2000-х гг. поставляет оборудование китайским партнерам для создания систем передачи данных по трансмиссионным линиям³⁹. Есть и другие примеры, что указывает на интерес к японским технологиям в Китае. Поэтому рано говорить о том, что Япония полностью уступила Китаю именно технологическое лидерство в Азиатском регионе. По количественным показателям – да, Китай далеко впереди, но вот по качественным все не так однозначно.

Заключение

Перспективы низкоуглеродной энергетики и в Китае, и в Японии оцениваются вполне оптимистично – эти две страны являются несомненными региональными локомотивами в плане развития ВИЭ и водородной энергетики, а Китай доминирует еще и в глобальном масштабе, доказывая, что целенаправленные усилия дают значительный результат. Согласно большинству имеющихся прогнозов, к 2050 г. на долю возобновляемых источников энергии и водорода будет приходиться в среднем 56% мирового конечного потребления энергии (в 2023 г. этот показатель равнялся 23%). По различным регионам мира конечное потребление энергии за счет ВИЭ и водорода составит от 50% до 80%. Если опираться на соответствующие национальные планы и обязательства стран, Китай должен попасть в диапазон 70–80%, Япония – 60–70% (но это при оптимистичном сценарии, то есть в случае, если японское правительство минимум в 2 раза ускорит темпы развития низкоуглеродной энергетики)⁴⁰.

По состоянию на декабрь 2023 г. общая доля низкоуглеродных источников, включая биомассовые установки, атомные, ветровые, солнечные и гидроэлектростанции в структуре электрогенерации КНР составила 35%. В 2010 г. этот показатель не превышал 20%, так что прогресс очевиден⁴¹. В Японии доля низкоуглеродных источников составила около 30%, это немногим меньше, чем у Китая, но с учетом того, что авария на АЭС «Фукусима» в 2011 г. фактически отбросила Японию на несколько шагов назад, данный результат вдвойне весомей⁴². Конечно, до желаемых 60–70% энергетической независимости (то есть на импорт первичной энергии остается только 30%) Японии еще далеко, и вряд ли этот показатель может быть достигнут ранее 2050 г., однако справедливости ради следует отметить, что, несмотря на все успехи Китая и его глобальное лидерство в области возобновляемой энергетики, уголь по-прежнему остается основным энергоисточником – 60% ежегодной генерации электроэнергии, и его доля снижается медленно. Более того, Китай постоянно вводит в строй новые угольные ТЭС, пусть и на обновленной технологической платформе (так называемые сверхкритические угольные ТЭС с КПД до 40%), в то время как Япония постоянно выводит из эксплуатации объекты угольной генерации, меняя их на газовые ТЭС и ВИЭ. К 2030 г. Япония вообще планирует отказаться от угля как энергоисточника, а в сегменте транспорта – полностью отойти от использования двигателей внутреннего сгорания к 2035 г.

Есть у Японии и успехи в области транспортировки водорода, где она уверенно опережает Китай. Речь идет о Suiso Frontier – первом в мире танкере, предназначенном для

³⁹ On the Relationship Between Renewable Energy Institute and SGCC. REI News. <https://www.renewable-ei.org/en/activities/information/20240410.php> (дата обращения: 12.07.2024).

⁴⁰ Renewable Energy Sources will Account for 56% of Global Final Consumption by 2050. Enerdata Scenarios. <https://eneroutlook.enerdata.net/forecasting-renewable-final-consumption.html> (дата обращения: 15.07.2024).

⁴¹ 2023 China Electricity Mix Yearly Review. CEF Analysis and Report. https://climateenergyfinance.org/wp-content/uploads/2024/01/MONTHLY-CHINA-ENERGY-UPDATE-_2023-China-Electricity-Mix-Yearly-Review-1-1.pdf (дата обращения: 14.07.2024).

⁴² Electricity in Japan in 2023. Low Carbon Power Analysis and Report. <https://lowcarbonpower.org/region/Japan> (дата обращения: 16.07.2024).

перевозки жидкого водорода, который был спущен на воду в 2019 г. Позже, в 2022 г., танкер в рамках тестового рейса доставил в японский порт Кобэ жидкий водород, полученный при помощи газификации из австралийского угля. Рейс прошел в штатном режиме – тем самым японские судостроители доказали, что транспортировка водорода морем с технической точки зрения вполне возможна, правда, экономической целесообразности в этом пока нет, и судно по прямому назначению не используется на постоянной основе⁴³.

2020-е гг. характеризуются нарастанием геополитической напряженности в регионе Северо-Восточной Азии, поскольку Китай четко проводит независимую внешнюю политику, направленную на продвижение собственной модели глобализации, а Япония по-прежнему ориентируется на США, чьи позиции в регионе ослабевают. Тем не менее, имеющийся положительный опыт двустороннего энергетического сотрудничества между Японией и Китаем показывает, что их контакты вполне устойчивы, несмотря на изменения геополитического ландшафта, которые произошли за последние 20 лет. Обе стороны хотят избежать выраженных конфликтов и вместо этого стремятся к продолжению взаимовыгодного сотрудничества. Для Японии экономические связи с Китаем очень важны, поскольку ей никак не удастся преодолеть долговременную стагнацию, и она становится все более зависимой от китайской экономики. Справедливо и обратное – экономика Китая, пусть в значительно меньшей степени, но также зависит от японского рынка и инвестиций. К тому же Китай и Япония имеют схожие проблемы в части энергетической безопасности, а многие вопросы внешней политики, такие как проблема Северной Кореи, защита жизненно важных морских путей, региональное сотрудничество в Восточной Азии, требуют взаимной координации. В КНР по-прежнему ценят японские технологии, которые помогают повысить энергоэффективность промышленности и сохранить окружающую среду. С учетом вышесказанного следует ожидать, что тенденция к партнерству и кооперации все-таки останется доминирующей в рамках двусторонних японо-китайских отношений в обозримой перспективе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Демина О.В., Мазитова М.Г. Роль Японии на формирующемся глобальном рынке водорода // *Японские исследования*. 2023. № 4. С. 65–80. DOI: 10.55105/2500-2872-2023-4-65-80
- Кистанов В.О., Корнеев К.А. Энергетическая политика Китая – собственные уникальные особенности и влияние опыта Японии // *Проблемы Дальнего Востока*. 2020. № 3. С. 67–79. DOI: 10.31857/S013128120009644-9

REFERENCES

- Dyomina, O.V., Mazitova, M.G. (2023). Rol' Yaponii na formiruyushchemsya global'nom rynke vodoroda [Japan's Role in the Emerging Global Hydrogen Market]. *Yaponskiye issledovaniya* [Japanese Studies in Russia], 4, 65–80. (In Russian). DOI: 10.55105/2500-2872-2023-4-65-80
- Kistanov, V.O., Korneev, K.A. (2020). Energeticheskaya politika Kitaya – sobstvennye unikal'nye osobennosti i vliyanie opyta Yaponii [China's Energy Policy – Its Own Unique Features and the Impact of Japan's Experience]. *Problemy Dal'nego Vostoka* [Far Eastern Studies], 3, 67–79. (In Russian). DOI: 10.31857/S013128120009644-9

⁴³ Hydrogen Transportation. ANZ. <https://www.anz.com/content/dam/anzcom/pdf/institutional/reports/hydrogen-transportation.pdf> (дата обращения: 18.07.2024).

* * *

- Azhgaliyeva, D., Ram, K., Zhang, H. (2023). *Hydrogen in Decarbonization Strategies in Asia and the Pacific*. Asian Development Bank Institute.
- Franzmann, D., Heinrichs, H., Lippkau F., et al. (2023). Green Hydrogen Cost-Potentials for Global Trade. *International Journal of Hydrogen Energy*, 48 (85), 33062–33076.
- Grafström, J. (2017). *China's Wind Power Development – An Anatomy of Mishaps*. The Ratio Institute and Lulea University of Technology Working Paper No. 317.
- Minoura, H. (2011). *Energy Security and Japan-China Relations: Competition or Cooperation?* The University of Tokyo.
- Schuman, S., Lin, A. (2012). China's Renewable Energy Law and its Impact on Renewable Power in China: Progress, Challenges and Recommendations for Improving Implementation. *Energy Policy*, 51, 89–109.
- Zhou, Y., Baldino, Ch. (October 2022). Defining Low-Carbon Gas and Renewable Gas in the European Union. *International Council on Clear Transportation Briefing*, 2–10.

Поступила в редакцию: 29.07.2024

Received: 29 July 2024

Принята к публикации: 20.10.2024

Accepted: 20 October 2024