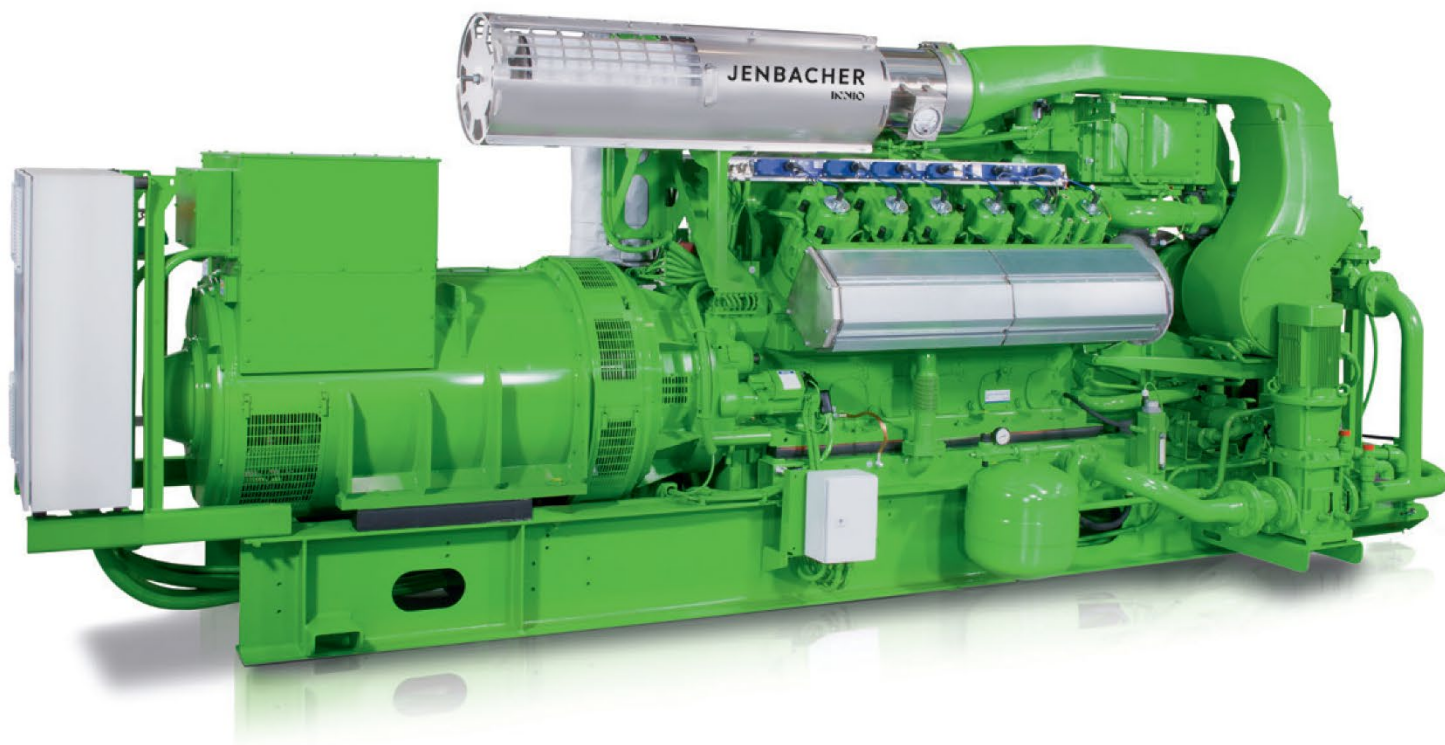


Электрические приводы | Гибридные приводы | Двигатели внутреннего сгорания



ГАЗОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ

Водород как топливо будущего для газовых двигателей

Водород как топливо будущего для газовых двигателей

К 2050 году Европа планирует перейти на энергетическую систему с нулевым выбросом углерода. В будущем синтетические виды топлива, такие как синтетический метан, метанол и водород, в дополнение к биогазу, могут использоваться в качестве топлива для газовых двигателей и таким образом ускорить переход от ископаемых к возобновляемым источникам энергии. В настоящее время почти 55 % действующего парка газовых двигателей Inpio Jenbacher в Европе работает на биогазе или биометане.



АВТОРЫ



**Dr. techn. Dipl.-Ing.
Stephan Laiminger**

Главный технолог компании
Innio Jenbacher GmbH & Co OG,
Енбах (Австрия).



Dr. techn. Dipl.-Ing. Michael Url

Старший инженер компании
Innio Jenbacher GmbH & Co OG,
Енбах (Австрия).



**Dr. techn. Dipl.-Ing.
Klaus Payrhuber**

Руководитель производства,
маркетинга и стратегической
разработки продукции
компании Innio Jenbacher GmbH
& Co OG, Енбах (Австрия).



**Dipl.-Ing. Dipl. Wirtsch.-Ing.
Martin Schneider**

Старший менеджер по
продукции компании Innio
Jenbacher GmbH & Co OG, Енбах
(Австрия).

ЗАДАЧИ ДЕКАРБОНИЗАЦИИ

Мир и климат в мире меняются быстрее, чем когда-либо; уже пройдена отметка содержания 400 ч/млн CO₂ в атмосфере. В различных сценариях подробно описано, как можно замедлить глобальное потепление,

но все эти сценарии объединяет требование существенного сокращения или полного отказа от ископаемых видов топлива. Парламент ЕС разработал «Европейское зеленое соглашение», чтобы превратить текущую задачу в возможность для Европы.

Отказ от ископаемого топлива станет задачей, которую необходимо решить в ближайшие годы и десятилетия. Транспорт, как один из основных источников выбросов CO₂, движется в направлении электрической мобильности. Поскольку аккумуляторным батареям требуется мгновенная электроэнергия при перезарядке, электрическая энергия должна быть всегда доступна. Это подразумевает значительный рост хорошо известных систем возобновляемой энергии, таких как источники энергии ветра и солнца. Поскольку энергия ветра и солнца доступна не всегда, ключом к поддержанию декарбонизации является сохранение электроэнергии. Решение проблемы хранения является важной частью перехода от ископаемых источников энергии к возобновляемым источникам энергии. Это делает решение проблемы хранения важной частью энергетической революции. Для разумного осуществления декарбонизации повсеместно требуется обустройство вместительных хранилищ. Потенциальным решением являются водород (H₂) и синтетическое топливо, поскольку их можно хранить в течение более длительных периодов времени. [1]

ОСНОВНАЯ ЗАДАЧА ПРИ ХРАНЕНИИ ЭНЕРГИИ

Из-за нестабильности возобновляемых источников энергии, таких как ветер и солнце, основной задачей является хранение энергии. С одной стороны, нужно краткосрочное решение, чтобы уравновесить колебания в течение дня. С другой стороны, сезонные колебания требуют хранения нескольких ТВт·ч в течение полугода, **РИС. 1**. Это показывает, что хранение энергии с помощью батарей — это жизнеспособный вариант всего на несколько часов. Сезонное хранение безуглеродного топлива должно осуществляться по пути H₂. Водород можно хранить как в чистом виде, так и в носителях водорода в качестве синтетического топлива.

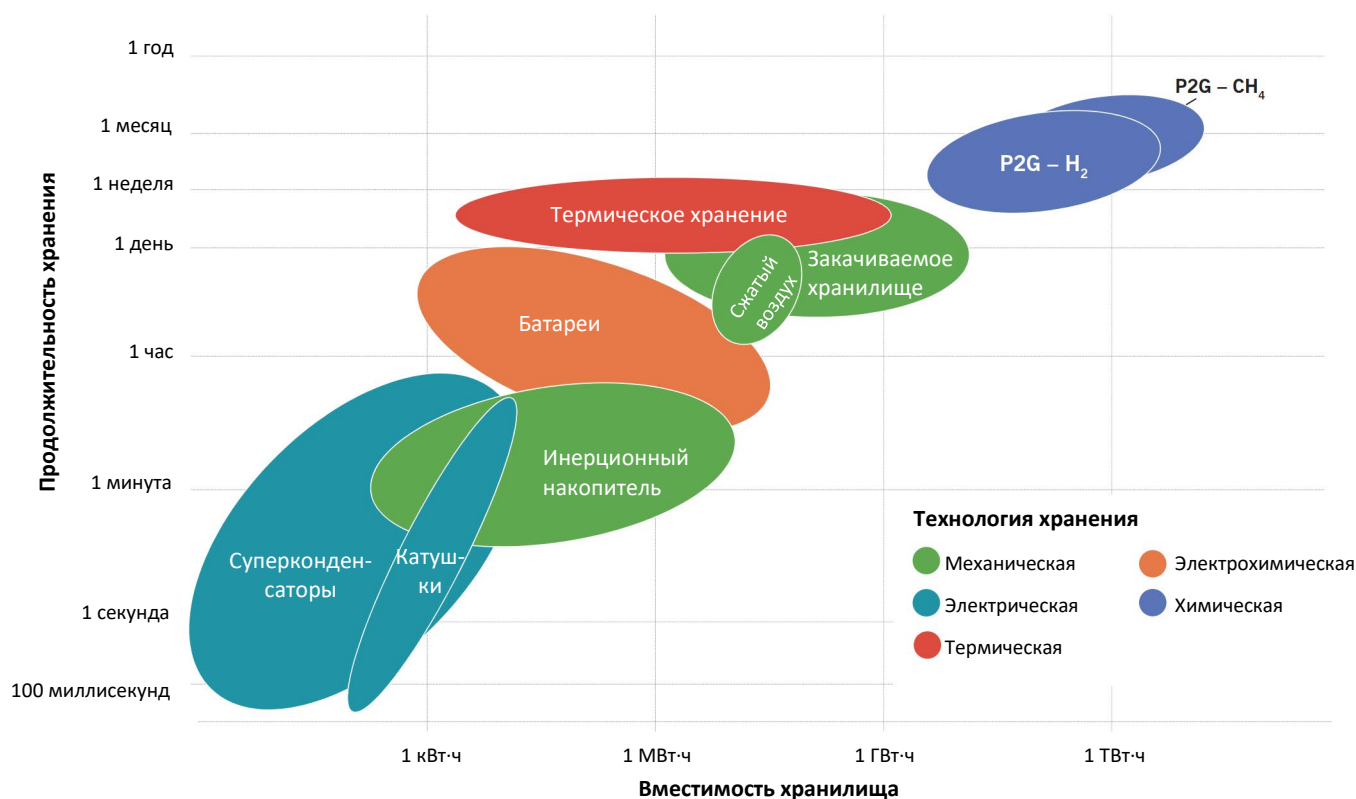


РИС. 1. Зависимость емкости вариантов хранилища энергии от продолжительности (© Innio Jenbacher)

Все варианты хранения, в которых энергия хранится в химической форме, начинаются с H₂, полученного путем электролиза воды в качестве первого

шага. H₂ может храниться непосредственно в подземных хранилищах или может подаваться в трубопровод природного газа,

что приводит к образованию смеси природного газа и H₂. Если H₂ подается в трубопровод, возможны разные скорости смешивания; данная ситуация

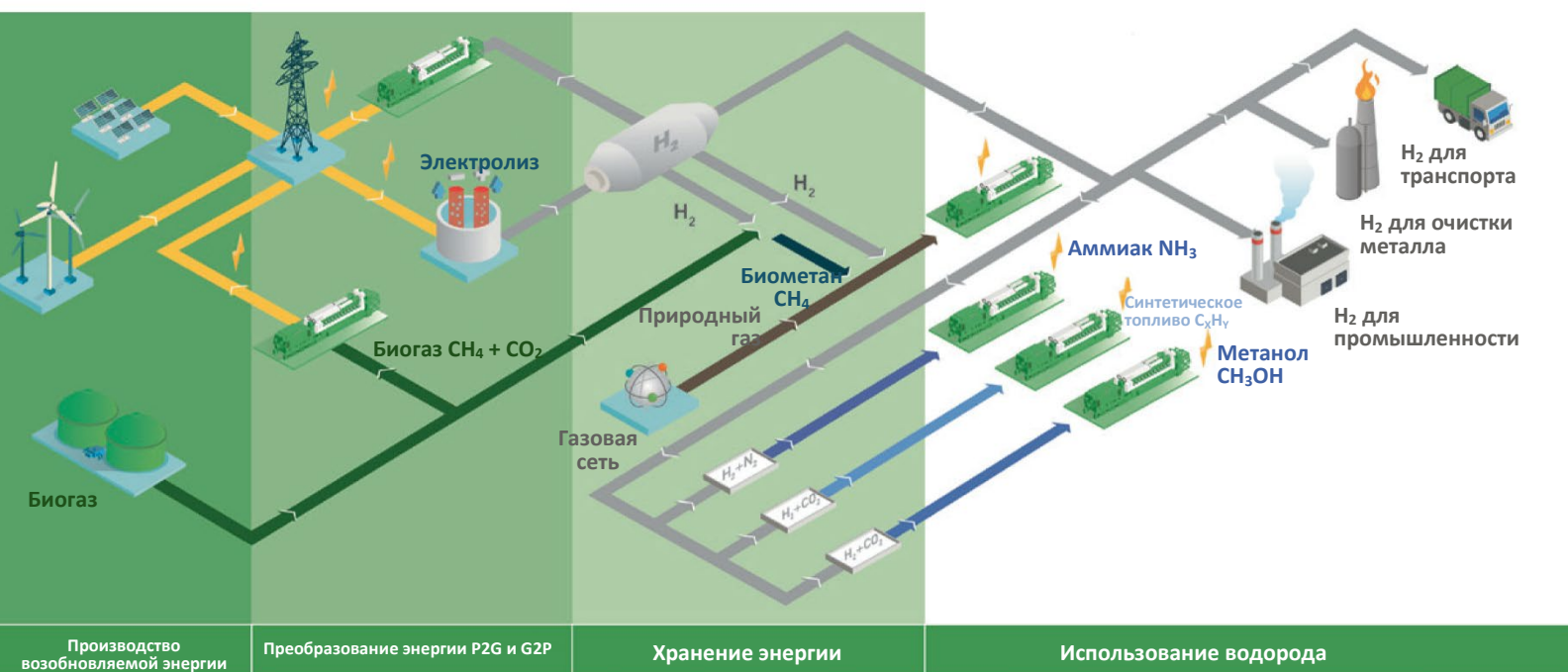


РИС. 2. Роль газовых двигателей Jenbacher в будущем (© Innio Jenbacher)



РИС. 3. Проекты с различным качеством газа (содержание H₂) (© Innio Jenbacher)

в настоящее время разрешена. В качестве альтернативного решения чистый H₂ может храниться или транспортироваться по трубопроводам, что позволяет легко использовать чистый водород. Очень высокий уровень чистоты H₂ на выходе из установки «энергия в газ» (PtG) будет сохраняться для последующих процессов.

Возможность переработки H₂ в метан (также называемый синтетическим природным газом, SNG) или другое экологически чистое топливо имеет много преимуществ. Эти виды топлива можно использовать в существующей инфраструктуре без значительных изменений, поэтому переход на инфраструктуру без ископаемого топлива будет легким, по крайней мере, с точки зрения конечного пользователя. Но у этого процесса есть обратная сторона — потребность в CO₂. Несмотря на новый рекордно высокий уровень содержания CO₂ в атмосфере, для этого отдельного процесса концентрация в атмосфере слишком мала. Другой вариант — отделить CO₂ от выхлопных газов электростанции и использовать его для производства синтетического топлива, **РИС. 2**.

Если появится возможность производить экономичное синтетическое топливо, отказаться от ископаемого топлива будет относительно просто, поскольку конечному пользователю не нужно будет вносить никаких изменений в свои активы (либо вносить минимальные). Прямо сейчас есть демонстрационные установки,

технология надежна и работает, но это слишком дорого по сравнению с использованием ископаемого топлива.

ТОПЛИВО ДЛЯ ГАЗОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

«Зеленый» синтетический метан является превосходным дополнением и заменой природному газу. Синтетический метан производится в процессе метанизации из водорода. Такой синтетический метан обладает теми же физическими свойствами, что и природный газ, и, соответственно, может закачиваться в систему природного газа без ограничений и изменений газовой инфраструктуры. Все конечные потребители газа, включая газовые двигатели, могут продолжать надежную работу с текущими оптимизированными рабочими характеристиками и стандартами выбросов.

Водород может сыграть важную роль в замещении ископаемого природного газа. Он изначально не содержит углерода и может использоваться в качестве топлива для газовых двигателей. В следующие десятилетия дальнейший рост ветропарков и солнечных батарей смогут обеспечить «зеленый» водород в результате процесса превращения энергии в газ. Несмотря на отличие от природного газа, водород может перекачиваться по трубопроводам и емкостям, благодаря чему возможно использование в некоторой степени существующей инфраструктуры природного газа. Водород может

использоваться в различных сферах, таких как промышленность, отопление, транспорт и генерирование электроэнергии.

Водород может закачиваться в трубопроводы природного газа. В этом случае особенно важно располагать информацией о доле водорода в природном газе. Innio Jenbacher рекомендует предусмотреть установку датчика водорода для определения содержания H₂ в природном газе и регулировки двигателя соответствующим образом.

ВОДОРОД В КАЧЕСТВЕ ТОПЛИВА ДЛЯ ГАЗОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Газовые двигатели хорошо подходят для использования самых разных газов, поэтому использование водорода и смесей водорода с природным газом для генерирования энергии является практичным вариантом. В зависимости от состава газовой смеси необходимы различные регулировки двигателей.

Innio Jenbacher уже много лет эксплуатирует газовые двигатели на топливе с высоким содержанием водорода. В работу поступают отходящие газы сталеплавильного производства и синтетические газы с высоким содержанием водорода до 60 % об. В последних проектах используется местный водород в смесях с природным газом до 70 % об. К лету 2020 года планируется обеспечить работу первой теплоэлектроцентрали на смеси от 0 до 100 % об. водорода, **РИС. 3**.

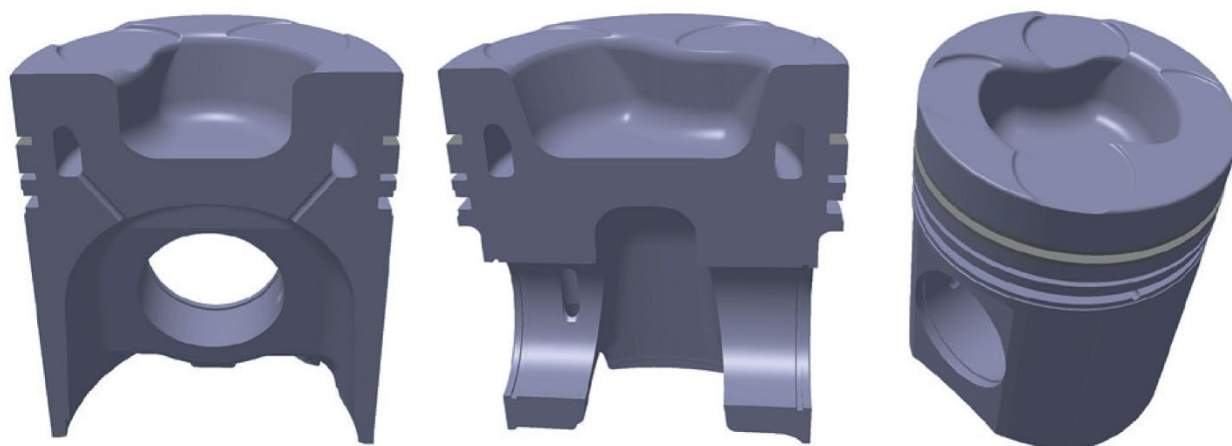


РИС. 4. Примеры газовых поршней с чашеобразным верхом (© Innio Jenbacher)

Новые двигатели предназначены для работы на газах широкого диапазона качества, хотя КПД и другие рабочие параметры могут пострадать. Настоящая проблема — это существующий парк техники. Газовые двигатели рассчитаны на работу десятилетиями, и значительное изменение граничных условий может не компенсировать их замену. По этой причине необходимо разработать комплекты модернизации для продолжения эксплуатации уже существующих электростанций.

СТРАТЕГИЯ СЖИГАНИЯ ВОДОРОДА

Innio Jenbacher имеет большой опыт использования непереносимых газов. Некоторые из этих газов, в том числе газ, получаемый из свалок и угольных шахт, имеют в своей основе CH_4 и имеют характеристики горения, аналогичные характеристикам природного газа. Другая большая группа газов, такая как газы для газификации и производства стали, имеет в своей основе H_2 и CO . В таких

сферах применения содержание H_2 может достигать 70 % об. Качество газа остается стабильным при нормальной работе, поэтому двигатели могут быть рассчитаны на использование этих газов. Если ожидается большое изменение качества газа, например, из-за смешения нескольких типов газа, то требуется прилагать большие усилия и искать необходимые компромиссы в отношении характеристик двигателя.

Версии газовых двигателей Innio Jenbacher для сфер применения,

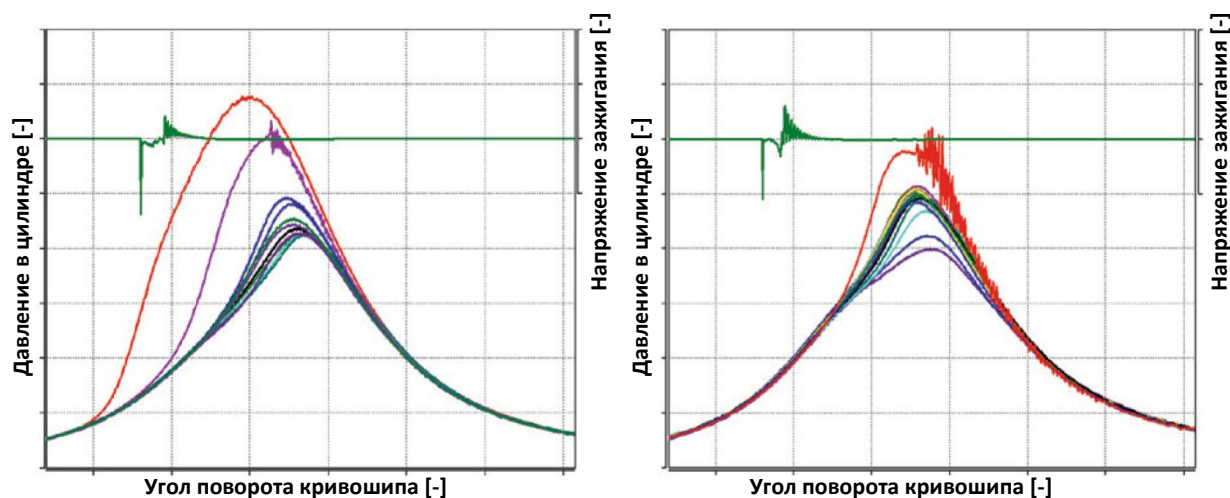


РИС. 5. Явления горения: природный газ с детонационным циклом (слева) и самовоспламенением H_2 (справа) (схема) (© Innio Jenbacher)

не использующих природный газ, отличаются от стандартных двигателей, работающих на природном газе. Одним из примеров является поршневая конструкция двигателя Innio Jenbacher, тип 6. Стандартное исполнение предполагает плоский или очень мелкий чашеобразный верх. Здесь турбулентность для быстрого сгорания создается продувкой камеры предварительного сгорания газом.

Газ с высоким содержанием H_2 не может быть безопасно преобразован в системе камеры предварительного сгорания. Система прямого зажигания является предпочтительным путем с определенным уровнем турбулентности в основной камере, приводимым в движение впускным вихрем, и поршнем специальной формы для его прерывания, **РИС. 4**.

Основным фактором стабильного горения H_2 является стратегия горения, начинающаяся с подготовки смеси, движения заряда, воспламенения заряда и до самого основного процесса сгорания, а также стратегия заряда. Однако, особенно с газами с высоким содержанием H_2 и/или CO , могут

наблюдаться аномальные явления горения, **РИС. 5**. Циклы начинают ускорять горение и переключаются на самовоспламенение без детонации. Поскольку детонация отсутствует, стандартная система управления двигателем не видит этих явлений, что приводит к серьезным повреждениям двигателя. Благодаря системе управления, контролирующей давление в цилиндре, эти явления можно увидеть и обеспечить безопасную и стабильную работу двигателя.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ключевым элементом декарбонизации энергоснабжения является эффективное хранение возобновляемой энергии. Важное значение имеет выбор решения для эффективного краткосрочного и долгосрочного хранения. Одним из наиболее многообещающих решений в соответствии с текущим состоянием развития является хранение на основе водорода, либо непосредственно в виде водорода (под давлением в подземных хранилищах или трубопроводах), либо в виде синтетических углеводородов,

таких как метан или метанол. Во время дефицита возобновляемых источников энергии (ветра и солнечной энергии) это синтетическое топливо может быть преобразовано обратно в тепло и электроэнергию.

Для обеспечения безопасного использования газа с различными концентрациями водорода, особенно при использовании существующей газовой инфраструктуры, Innio продолжит вкладывать значительные средства в исследования и разработки. Эти меры направлены на охват комбинированного производства тепла и электроэнергии с использованием широкого спектра газовых смесей (до 100 % водорода), чтобы содействовать в строительстве электростанций с нейтральным и нулевым выбросом углерода.

ССЫЛКИ

[1] Laiminger, S.: Водород как топливо будущего для газовых двигателей. 29^й конгресс CIMAC, Ванкувер, 2019

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ НАЧИНАЕТСЯ ЗДЕСЬ.

ЭНЕРГИЯ

CO₂



**ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ.
ВЕЗДЕ И В ЛЮБОЕ ВРЕМЯ.**

Наши высокоэффективные технологии для генерации электроэнергии и сжатия газа готовы к будущему. Инновационные энергетические решения, которые меняют ситуацию с экономической и экологической точек зрения. Начните свою энергетическую трансформацию уже сегодня. С газовыми двигателями INNIO.

INNIO.COM

