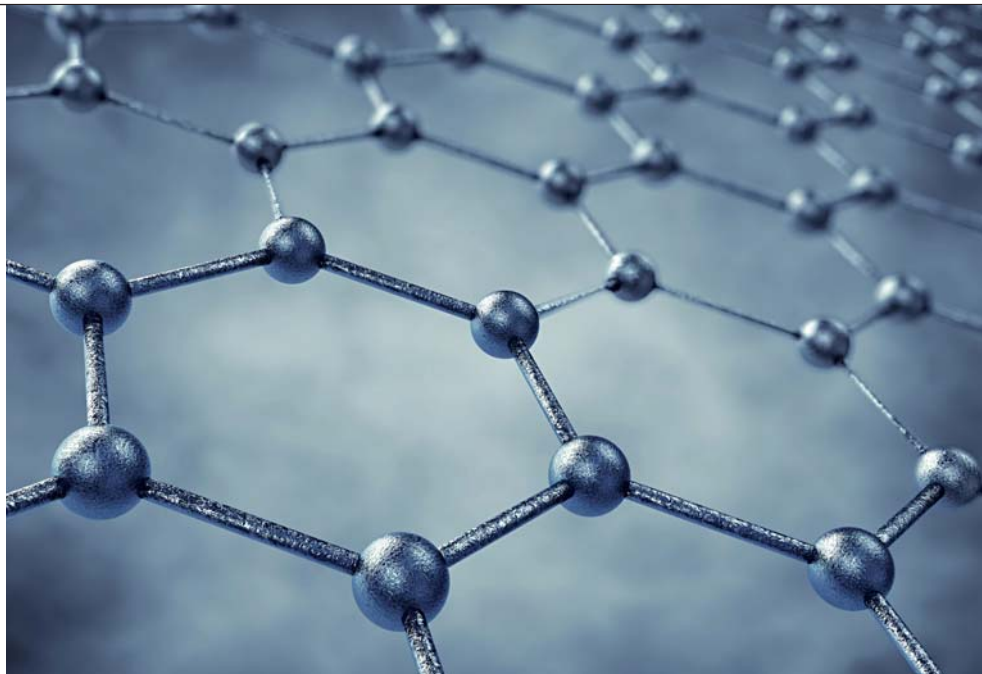


В настоящее время миру определенно необходимо пересмотреть свои подходы к инновационному развитию и проблеме выбросов углерода. Отход от восприятия этого элемента и его производных (таких как углекислый газ) как веществ, потенциально представляющих опасность, позволит глобальной технологии, науке и экономике сделать большой шаг вперед и при этом не навредит экологии, как опасаются активные защитники окружающей среды



Углерод: возможности, а не опасность

Джеймс ВУДХАЙЗЕН, независимый журналист, аналитик, сооснователь журнала *Blueprint*

Оправдание консюмеризма

Всем известно, что Россия и Запад — это далеко не одно и то же. Но даже в России, равно как и в Индии и Китае, среди среднего класса проявляется модное на Западе течение, которое ставит во главу угла непринятие материального достатка, избытка товаров и экономического развития.

Зарождение этой тенденции на Западе можно увидеть еще в фильме «Выпускник», снятом в 1967 году великим и, к сожалению, недавно ушедшим из жизни режиссером Майклом Николсом. В этом фильме руководитель компании пытается внушить молодому герою Дастина Хоффмана, что ему

следует строить свою карьеру в той отрасли, которая в будущем заполонит нас самыми различными товарами — в индустрии пластмасс.

Так что не должно вызывать удивления то, что в Америке, Австралии и Великобритании уже вышло немало книг о феномене консюмеризма — крайне неприятных и даже «заразных» побочных эффектах, вызванных тем, что у нас слишком много вещей. К примеру, с 2011 года два американца, занимающих высокие должности в своих компаниях, Джошуа Филдс Миллберн и Райан Никодемус, совместно написали не менее семи книг по так называемому минималистичному потребительскому поведению, чем сами отправили на производство бумаги немало деревьев. Аналогично лондонский футуролог Джеймс Воллман ввел в обиход идею «потребительского удушья» — ощущения, описанного в известной фразе «Полный гардероб, а надеть нечего».

Однако к настоящему моменту большая часть мира не страдает от слишком обширного выбора. И поэтому полимерной промышленности стоит выступить в защиту консюмеризма единым фронтом. При этом такая тенденция позволит России получить мощный стимул к инновационному развитию — для этого стране необходимо понять, какие производственные преимущества она получает от наличия огромного количества углеводородных ресурсов.





В последние годы в глобальном производстве намечается весьма впечатляющий прогресс. Является ли он, по определению Питера Марша, английского аналитика производственного сектора, известным своими обширными знаниями, знаменем новой промышленной революции [1]? Предвещает ли этот прогресс то, что он называет концом массового производства? Маловероятно. И все же независимо от того, с какими трудностями столкнутся в ближайшие 10 лет наука, технология и экономика, очевидно, что в будущем нас ждет мир более дешевой и при этом сложной продукции, чем та, что доступна нам сегодня. Так что вместо того, чтобы и дальше пренебрегать производственным сектором, России стоит быть в первых рядах исследователей того, какой вклад это производство — не в последнюю очередь с использованием пластмасс и, если брать шире, углеводородов вообще — может сделать в развитие технологии и человечества в целом. Ниже приведено лишь несколько перспективных направлений.

Направления развития

На семинаре Королевской инженерной академии наук Великобритании в прошлом году посетителям были представлены возможности углеродного волокна, углеродных нанотрубок, графеновых покрытий толщиной всего в один атом и искусственных человеческих тканей и костей, созданных методами «синтетической биологии». Эти разработки являются примером того, что жесткие материалы, отличающиеся высокой прочностью при малом весе, становятся все более востребованными.

Сейчас технология уже позволяет осуществлять 3D-печать с помощью не только пластмасс, но и углеродного волокна, прочность которого выше, чем у алюминия. Или возьмем графен: монокристаллы графена большой площади используются в экранах, датчиках, оптических компонентах, гибкой электронике и гибких солнечных панелях. Хлопья графена находят применение в аккумуляторах, ионисторах, упаковке пищевых продуктов и напитков и мембранах для деминерализации воды и очистки жидкостей. Благодаря разработке графена человечество смогло улучшить электро- и теплопроводность в различных процессах, а также понять, какие преимущества способны предоставить материалы, организованные в виде двумерных структур. И это еще не все. Антиотражающие покрытия для металлов, полимеров и стекла на его основе уже способны самостоятельно очищаться и



Рисунок 1. Волокна паутины

восстанавливаться, обладают антибактериальными и гидрофобными свойствами и при этом устойчивы к запотеванию.

В современных солнечных панелях сочетаются гибкость и экономичность полимерных пленок и стабильность неорганических наноструктур. Такой подход открывает возможности к созданию более эффективной и долговечной гелиотехники четвертого поколения.

В сфере синтетической биологии модульные принципы и внедрение генетических последовательностей в микроорганизмы позволили создать новые полимерные материалы и новые виды дрожжей, а также коллагены и бактерии, управляемые с помощью магнитного поля. Другой диапазон возможностей представлен синтетическими белками, которые входят в состав паутинных нитей (рис. 1). Эти белки могут применяться в производстве кабелей, пуленепробиваемых жилетов, перевязочных материалов и искусственных сухожилий.

Разработка новых материалов направлена на создание более полезной продукции и повышение эффективности труда. И вопреки опасениям ярых защитников окружающей среды запасы сырья для производства этих материалов огромны. Так, новые месторож-

Рисунок 2. Разведанные запасы нефти и газа (источник — статистический отчет BP plc по глобальной энергетике)

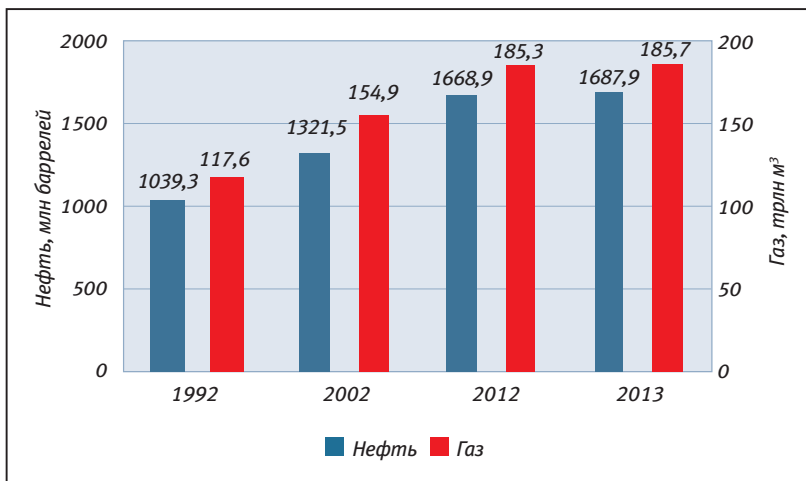




Фото Fraunhofer IFAM

Рисунок 3. Линия печати электронных компонентов во Фраунгоферовском институте в Бремене

дения углеводородов, являющихся базовым сырьем для выпуска пластмасс, открываются ежегодно. При этом нельзя отрицать, что такие материалы позволяют уменьшить вес деталей и, следовательно, расход топлива различных транспортных средств, в том числе общественного транспорта, работающего на возобновляемой энергии. Объемы резервов нефти и газа представлены на рисунке 2.

В последнее время все только и говорят о 3D-печати [2], и это неудивительно с учетом уже хорошо известных возможностей этого метода, а также того, что эта технология с недавнего времени позволяет печатать электронные компоненты на поверхности продукции. Термоэлектрическая и солнечная энергия, светодиодные источники света, датчики в бытовой технике, интерактивная упаковка и этикетки, носимые электронные устройства и дисплеи нового поколения с отличным качеством цветопередачи — во всех этих областях печатная электроника окажется очень полезной.

Например, в Фраунгоферовском институте в Бремене, на севере Германии, установлена роботизированная производственная линия [3], оснащенная самыми различными печатными головками — трафаретными, струйными, диспенсерными и аэрозольными, — которые осуществляют подачу, печать и тепловую обработку различных датчиков и многослойных электрических схем переменной толщины (рис. 3). В подаваемых чернилах применяются не только металлические и керамические компоненты, но и электропроводящие полимеры, белки и ферменты. В качестве подложки используется стекло, текстильные материалы, керамические пластины, кузовные элементы автотранспорта, оконные стекла и другие элементы зданий и сооружений.

Перспективные проекты

Как хорошо понимают в России, важность трубопроводных систем для транспортировки газа, нефти или воды невозможно переоценить. Однако если мы взглянем на российские коммуникации с точки зрения технического уровня, о котором так часто говорит Владимир Путин, то окажется, что ситуация весьма неприятная. Использование металлических труб, ржавчина, временные заплатки и утечки — характерные черты этого сектора. То, как осуществляются манипуляции, связанные с соединением, техническим обслуживанием, ремонтом и проверкой трубопроводов, вызывает ассоциации чуть ли не со средневековьем.

Разве не могут современные разработки в сфере полимеров, подобные упомянутым выше, помочь исправить эту ситуацию? Разве не может Россия, которая обладает столь обширной трубопроводной сетью, стать лидером модернизации этих систем?

Возьмем другую область. По расчетам ООН, миру требуется строить 4000 домов в час только для того, чтобы успевать за ростом населения, а чтобы ликвидировать трущобы, объема строительства должны быть намного больше. В России жилищный вопрос стоит особенно остро. При этом в Китае после землетрясения в Сычуане в 2008 году всего за шесть недель после бедствия возвели миллион сборных домов, школ и больниц, большая часть которых была изготовлена из полистирола. Еще один пример: китайская компания BROAD Sustainable Building Technology Co. Ltd, в штате которой всего около 200 сотрудников, построила 30-этажный сейсмостойкий отель в провинции Хунань всего за 15 дней [4].

Россия вполне могла бы реализовать подобные проекты, причем не используя бездумное копирование китайского опыта, а адаптировав имеющиеся технологии к собственным условиям. Как и в Великобритании, в России есть свои проблемы с типовой жилой застройкой. Однако Советского Союза больше не существует — близится 2015 год. Уже есть новые материалы, технологии 3D-печати, роботы, связь через Интернет и китайская промышленность в качестве мощного конкурента. Так что в этот раз проблема может быть решена куда более эффективно.

Создание и модернизация трубопроводных систем и строительство жилых домов — вот лишь два сектора, предоставляющих широкие возможности развития с использованием полимерных материалов. Есть и другие, более скромные, но от этого

не менее значимые варианты. Взять сектор розничной торговли, который в России в течение последних лет растет очень активно. Всего год назад китайские ученые и другие специалисты из Массачусетского технологического института, Гарвардского университета и Химико-биологического центра американской армии в Эджвуде (США) применили прозрачные полимерные матрицы пленочного типа, наполненные светорассеивающими наночастицами серебра, доступными в свободной продаже, для демонстрации в витринах магазинов прозрачных спроецированных изображений [5].

Правда об углероде

Индустриализация привела к увеличению выброса парниковых газов и, следовательно, во многом обусловила глобальное потепление [6]. При этом наибольший вклад внес углекислый газ. Так что нужно переключаться на производство с минимумом или полным отсутствием выбросов углерода, верно?

Не так быстро. Такой чрезмерно упрощенный и категоричный подход сейчас

очень распространен. Но не стоит забывать, что около 18% человеческого тела составляет углерод. Деревья и растения, потребляющие углекислый газ и перерабатывающие его с помощью фотосинтеза в кислород, тоже состоят из углерода. Неправильно считать угольные и газовые электростанции, вырабатывающие углекислый газ, «грязными» предприятиями. Также неверно в дискуссии об углекислом газе противопоставлять «грязный» уголь и более «чистый» газ. Пора уже перестать считать углерод изгоем.

Эта тема очень болезненна. В США Национальный совет по охране ресурсов желает полностью ликвидировать выбросы углерода в атмосферу планеты, связанные с деятельностью человека. И это несмотря на полное отсутствие единой методики расчета этого параметра для граждан и домохозяйств [7]. В своей новой книге *This changes everything* («Это меняет все») канадская радикальная активистка Наоми Кляйн использует оборот «изрыгающий углерод» пять раз — применительно к дорогам, грузовым кораблям, авиалайнерам, праздникам и дельте Жемчужной реки в

Инноваций — больше, сотрудничество — проще!

Только передовые технологии обеспечивают экологичность и эффективность **рециклинга пластмасс** и высокое качество гранулята. Только преданность своему делу приводит к настоящему успеху.

НА ШАГ ВПЕРЕДИ



Посетите нас на «Интерпластике»!
Москва, Россия · 27-30 января 2015
Павильон 8.1, стенд В23

Next Generation Recyclingmaschinen GmbH
www.ngr.at

NGR
RECYCLING MACHINES
MEMBER OF NEXT GENERATION GROUP



Рисунок 4. Спускаемый модуль «Филы», совершивший посадку на комету Чурюмова — Герасименко

Китае. Вместо этой отрыжки цивилизации ярые защитники природы хотят получить безуглеродные дома, города и курорты. Такая точка зрения представлена на множестве сайтов, например, zerocarbonhub.org, zerocarbonfootprint.co.uk, zerocarbonworld.org и других.

Как сказал итальянский химик Примо Леви в воспоминаниях о своей работе, которую он вел в концентрационном лагере Освенцим [8], углерод — это «единственный элемент, способный образовывать длинные стабильные цепочки без огромных энергетических затрат, а для земной жизни, насколько мы знаем, требуются как раз длинные цепочки. Так что углерод является ключевым элементом живой материи».

Благодаря химическим свойствам углерод имеет огромное значение не только в технике, но и в царстве растений, животных и, конечно же, человеческом организме. Ведь не зря же недавняя миссия космического аппарата «Розетта», запущенного ЕС на комету Чурюмова — Герасименко, закончилась успехом! в поиске углерода, источника жизни на Земле.

При этом несмотря на то, что в органическую химию, занимающуюся веществами на основе углерода, технически не входит описание взаимодействий самого элемента в его различных аллотропных модификациях, а также реакций углекислого газа, органические соединения формируют более обширную и разностороннюю область, чем неорганические. Это тоже свидетельство в пользу углерода.

Инновационные материалы

Одни только примеры применения чистого углерода для создания новых материалов способны показать, насколько замечателен этот элемент. Так, «Филы», спускаемый модуль аппарата «Розетта», оснащен рамочной антенной и опорными стойками, сделанными из углеродного волокна (рис. 4). Эти стойки оказались в шесть раз легче стальных аналогов и при этом на 50% жестче.

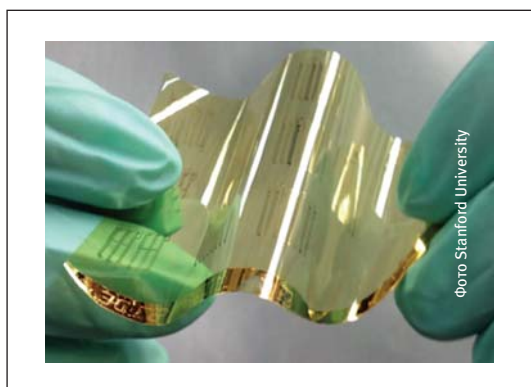
Другой пример: американское Управление по контролю за пищевыми продуктами и лекарственными препаратами (FDA) в прошлом году одобрило использование пластмасс, в основе структуры которых также лежит углерод, для изготовления черепных имплантатов [9]. Такие модули уже созданы американской компанией Oxford Performance Materials Inc., которая использовала в качестве их основы полиэфирэфиркетон.

В сфере электроники сейчас начинают применяться углеродные нанотрубки совместно с графеном. Полученные в лабораторных условиях продукты очень впечатляют. Ориентированные углеродные нанотрубки при смешивании с допированными азотом листами из модифицированного оксида графена (рис. 5) образуют волокна, которые могут интегрироваться в предметы одежды из тканых материалов и действовать в качестве микроионисторов. Они способны подавать энергию на носимые медицинские устройства с той же эффективностью, что и традиционные литий-ионные аккумуляторы. В гибкой электронике надежные и быстро функционирующие цепи из углеродных нанотрубок можно дополнительно допировать специальным веществом, что позволяет им выдерживать колебания мощности так же хорошо, как стандартным кремниевым компонентам, и обеспечивает повышенную прочность и производительность по сравнению со специальной гибкой полимерной электроникой.

Еще одним примером применения углерода в виде нанотрубок является их объединение с графеном для производства мощных гелиоэнергетических ячеек. Кроме того, согласно данным последних исследований [10], прохождение через такие нанотрубки электрических импульсов способно увеличивать их диаметр, преобразовывать одностенные трубки в многостенные или превращать их в многослойные наноленты графена — и все это при не очень высокой температуре и давлении и без необходимости использовать опасные химикаты. Такие процессы окажутся полезными для создания электроники с высокой проводимостью, а также армирования композитов, применяющихся в транспорте и производстве спортивных товаров.

Помимо физики и химии технологические прорывы, связанные с использованием углерода, намечаются и в биологии. Так, европейский Консорциум биотехнологических отраслей промышленности намеревается [11] наладить улучшенный процесс делигнификации целлюлозы, предназначенной для выпуска тканых материалов, пленок и

Рисунок 5. Гибкая электронная схема на основе углеродных нанотрубок





термопластичных компаундов. Организация намерена улучшить ферментацию растительного сырья для создания биологических ПАВ и специальных углеводов для применения в косметической и фармацевтической промышленности, которые будут дешевле, чем существующие аналоги. Среди других проектов центра стоит отметить разработку новых методов переработки лесопроductции в упаковочные материалы, бумажные изделия, волокна, клеевые материалы и даже компоненты для автомобилестроения и строительства. Кроме того, за счет использования аналогичных технологий для переработки свекловичной и картофельной пульпы, а также пивной дробины организация надеется создать материалы для новых красок и покрытий.

При этом по сравнению с проектом по изучению графена, поддержку которому оказывает министр финансов Великобритании Джордж Осборн, с бюджетом целых 60 млн фунтов стерлингов, объем средств, выделяемых на деятельность центра со стороны Европейской Комиссии, просто смехотворен — всего 50 млн евро на текущий рабочий план, в который входит 16 проек-

тов, и менее 1 млрд евро на всю деятельность с 2014 по 2020 год.

Потенциал CO₂

Обширные возможности использования углерода в виде нанотрубок, слоев графена или длинноцепочечных молекул показывают, что категоричность защитников природы в отношении этого элемента необоснованна. Но что насчет углекислого газа? Опять же, это не абсолютное зло.

Особое внимание привлекают три американские компании: Skyonic Corporation, Joule Unlimited Inc. и Novomer Inc. Skyonic использует соль, воду и электричество для преобразования выбросов электростанций в пищевую соду, соляную кислоту и хлорную известь. Joule Unlimited применяет бактериальные катализаторы для переработки промышленных выбросов углекислого газа вместе с непитьевой водой и солнечной энергией (рис. 5) для получения различных видов топлива [12], включая отдельные марки дизельного топлива, которые, согласно заявлениям компании [13], не содержат серы или ароматических веществ. В Joule Unlimited считают, что этот процесс более

LN MOLDDES
molds for the plastic industry

LN Moldes | Португалия

25 лет работы на рынке литьевой оснастки

**Высокотехнологичные
пресс-формы**

www.lnmoldes.pt

Приглашаем вас посетить наш **стенд С08 в павильоне 8.2** на выставке «**Интерпластика-2015**» в Москве 27-30 января

На правах рекламы

BRÜCKNER MASCHINENBAU

B

STRETCHING THE LIMITS

Линии для производства высококачественной пленки

Добро пожаловать к нам на стенд

ИНТЕРПЛАСТИКА FOB46

Москва
27-30 января 2015

A Member of Brückner Group www.brueckner.com

На правах рекламы

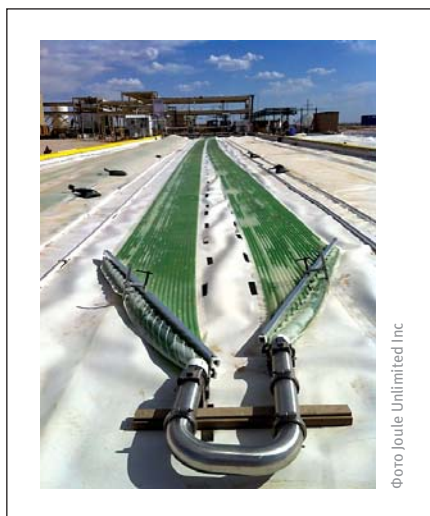


Фото Joule Unlimited Inc

Рисунок 6. Демонстрационные установки Joule Unlimited в городе Хоббс, США

эффективен, чем генерация топлива из морских водорослей [14]. Novomer разработал металлические катализаторы, такие как бета-дииминат ацетата цинка, позволяющие осуществлять быструю полимеризацию углекислого газа с образованием органических молекул, называемых эпоксидами [15]. Процесс протекает под давлением и не требует высоких температур или больших энергетических затрат. В результате появляется возможность получать сравнительно недорогие и биоразлагаемые пластмассы (поликарбонаты, полиуретаны), до

50% исходного сырья которых получено из углекислого газа.

Намного сложнее добывать углекислый газ непосредственно из атмосферы, а не в виде промышленных выбросов. У такого способа есть свои сторонники [16] и противники [17]. Однако не следует полностью сбрасывать его со счетов как технологически нереализуемый и принципиально неэкономичный или, в стиле Наоми Кляйн, как оправдание нашего нежелания менять свой стиль жизни. Глобальное потепление идет не столь быстро, и у нас еще есть время разработать жизнеспособную модификацию этого метода.

Даже если человечество вдруг примет решение полностью исключить выбросы углекислого газа в атмосферу, углерод все равно будет повсюду — не только в составе тканей живых существ и конструкционных материалов и компонентов, но и в виде топлива для транспорта, по крайней мере до тех пор, пока емкость аккумуляторов электротранспорта не возрастет стократно. На настоящий момент соотношение следующее: 250 кДж/кг (по весу) или 260 кДж/л (по объему) для электрических батарей и 44,4 тыс. кДж/кг и 24,8 тыс. кДж/л для топлива на основе нефти. Независимо от того, будем мы и дальше добывать углеводороды или наладим их синтез, они все равно останутся неотъемлемой частью нашей жизни. Собственно говоря, одним из преимуществ технологии захвата углекислого газа из атмосферы является потенциал для сокращения выбросов транспорта [18], количество которых в настоящее время растет быстрее всего.

Подводя итог, можно сказать, что CO₂ — это не только парниковый газ, но и важный химический ресурс с большим потенциалом, и производителям и переработчикам пласт-

масс стоит задуматься о том, как раскрыть его наиболее эффективным образом.

Новая инфраструктура

Конкурс Virgin Earth Challenge, организованный Ричардом Бренсоном, предлагает 25 млн долларов тому, кто разработает экологически безопасный и экономически жизнеспособный способ удаления углекислого газа из атмосферы. При этом, как замечает Кляйн, он известен следующим высказыванием: «Углерод — это враг. Нужно нападать на него всеми доступными средствами, иначе, как и на любой другой войне, множество людей погибнет». Это яркий пример того, как даже те убежденные борцы с глобальным потеплением, что стремятся реализовывать рациональные и полезные проекты, активно используют гиперболы и играют на панических настроениях.

Подходы к индустриальному рециклингу углекислого газа и сокращению выбросов углерода во всех областях промышленности показывают, что идея враждебности к углероду, при том что является предельно односторонней, имеет в некотором роде мессианскую или даже манихейскую природу. В третьем абзаце «Капитала», своего самого известного труда, Карл Маркс отмечает: «Многообразные способы употребления вещей есть дело исторического развития». В отношении углерода можно сказать, что мы находимся в доисторическом периоде. Нам еще только предстоит осознать потенциал этого замечательного вещества.

Мы никогда не создадим «новую углеродную экономику» — такое определение было бы очевидным преувеличением, как «интернет-экономика», «век биотехнологий» и многие другие. Но мир определенно уже готов к новой углеродной инфраструктуре [6], в рамках которой полимерная промышленность, в том числе в России, может добиться очень заметных результатов за счет использования этого элемента. ■■

Carbon: Opportunities, Not Just Dangers

James Woudhuysen

Today the world should definitely reconsider its approaches to innovation and to problems with carbon emissions. After all, the chemistry of carbon and its derivatives is not nearly as well understood as it could be. For the world economy and for the planet's scientists and technologists, putting carbon to work in a New Carbon Infrastructure, using high-tech means to recycle the chemical on a large scale, will be a key task for the 21st century.

Литература

1. <http://amzn.to/1gQK1zN>.
2. <http://bit.ly/1mzDKqd>.
3. <http://bit.ly/1hjrKw5>.
4. <http://youtu.be/HdpmQM9vY>.
5. <http://bit.ly/1yIEhwk>.
6. Woudhuysen J., Kaplinsky J. Energise! A future for energy innovation. Beautiful Books, 2009.
7. <http://bit.ly/1uopHFL>.
8. <http://bit.ly/1r9NgIO>.
9. <http://bit.ly/1vzE00Z>.
10. <http://bit.ly/1vzNwRN>.
11. <http://bit.ly/1uScd8U>.
12. <http://bit.ly/1tchBAS>.
13. <http://bit.ly/1uPnyby>.
14. <http://bit.ly/1y097RA>.
15. <http://bit.ly/1zNanYA>.
16. <http://bit.ly/154ng6K>.
17. <http://bit.ly/1BZ6pkD>.
18. <http://bit.ly/1AB51mu>.