

УДК: 53.02

DOI: 10.52531/1682-1696-2022-22-3-49-57

Научная статья

# ЗАДАЧА ДОСТИЖЕНИЯ УГЛЕРОДНОЙ НЕЙТРАЛЬНОСТИ ЭНЕРГЕТИКИ К 2060 ГОДУ И ОЦЕНКА РИСКОВ ДЛЯ БЕЗОПАСНОСТИ РОССИИ

И. М. МАЗУРИН

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
ИМ. Г. М. КРЖИЖАНОВСКОГО

В статье сделана оценка возможности энергетической отрасли России достичь углеродной нейтральности к 2060 году. В качестве условия выполнения поставленной задачи рассматривается необходимость создания инженерно-технической структуры с целью создания оборудования, пригодного для модернизации существующих энергетических систем. Также необходимо получить законченные знания и достоверные базовые данные по климатическим гипотезам, в отсутствие которых модернизация существующих энергетических систем принципиально невозможна.

**Ключевые слова:** углеродная нейтральность, оценка рисков.

## ФАНТАЗИЯ О ЖИЗНИ НЕОСНОВНЫХ ГАЗОВ АТМОСФЕРЫ

Выполнение обязательств по достижению углеродной нейтральности к 2060 г., принятые Россией в Парижском климатическом соглашении, требует оценки реальных возможностей решения этой задачи, которая предполагает достижение высочайшего уровня энергоэффективности промышленных процессов генерации и потребления электроэнергии в сочетании с ограничением выбросов в атмосферу углекислоты и метана, как главных виновников глобального потепления по версии МГЭИК, хотя на самом деле 78% эффекта задержки теплового потока в атмосфере Земли принадлежит парам воды [10]. Но пока действуют истины, официально принятые в Рио-де-Жанейро в 1992 г. странами-участниками РКИК в виде гипотезы о причинах глобального потепления.

По решению задачи энергоэффективности в России накоплен опыт и знания, также имеются технологии, большинство из которых, к сожалению, не

*Original article*

## THE TASK OF ACHIEVING CARBON NEUTRALITY OF THE ENERGY SECTOR BY 2060 AND ASSESSING THE RISKS TO RUSSIA SECURITY

I. M. MAZURIN

ENERGY INSTITUTE

THEM. G. M. KRZHIZHANOVSKY

The article assesses the possibility of the Russian energy industry to achieve carbon neutrality by 2060. As a condition for the fulfillment of the task, the necessity of creating an engineering and technical structure in order to create equipment suitable for the modernization of existing energy systems is considered. It is also necessary to obtain complete knowledge and reliable basic data on climate effects, in the absence of which the modernization of existing energy systems is fundamentally impossible.

**KEYWORDS:** carbon neutrality, assessing the risks.

внедрены. Причин такого состояния дел много, но суть одна. За 40 лет, прошедших с начала Перестройки, новые эффективные технологии в энергетике на государственных и акционированных предприятиях внедрять можно было лишь по схеме покупки на рынке готового зарубежного оборудования. Новые отечественные разработки при внедрении требовали затрат на НИОКР, поскольку новые технологии, даже после окончания исследований, требуют доработки по месту применения. Но наши экономисты периода Перестройки во главе с Егором Гайдаром признали невыгодным финансирование своих НИОКР, заявив, что все необходимые технологии дешевле купить в развитых странах. Этот тезис остается и сегодня неоспоримой истиной для большинства экономистов, особенно для выпускников МВА. Однако теория и практика свободного рынка для России очень сильно отличаются от ожидаемых выгод из-за постоянных санкций со стороны США и ЕС. По этой причине надеяться на создание новых эффективных технологий на основе покупки зарубежных разработок нет оснований. Непризнание этой простой истины является первой реальной опасностью для задачи достижения

Россией углеродной нейтральности, и не только. Известно, что при покупке готовых зарубежных технологий и целых предприятий, весомым аргументом остаётся дилерская премия, которую получает менеджер, подписывающий договор на поставку. При этом, чем ниже уровень спроса на приобретаемую технологию, тем выше дилерская премия, которая используется в качестве скрытой взятки для продажи товара невысокого качества за счёт человеческого фактора.

Но даже при желании частного или государственного предприятия внедрить у себя отечественный эффективный проект, собственных оборотных средств чаще всего не хватает, а двузначные проценты по банковским кредитам при осуществлении многолетних проектов в энергетике значительно сократили количество смельчаков.

Времена с централизованной государственной энергетикой во главе с Минэнерго и Главниипроектом канули в Лету. Промышленная энергетика в современном акционерном варианте для решения задач энергоэффективности и ресурсосбережения (а теперь ещё и «декарбонизации») производства, потребует не только энтузиазма, но и длинных денег в виде кредитов под скромные, хотя бы однозначные, проценты. По этой причине без государственного финансирования нет оснований надеяться на появление отечественных прорывных энергоэффективных технологий с признаком экологичности.

Причина такого положения дел вполне понятна. Расчленённая на удельные княжества Единая Энергетическая Система (ЕЭС) России в виде отдельных АО и ПАО утратила научный и инвестиционный потенциал, необходимый для решения на современном уровне задач развития энергетике. Ничего существенного из «успешной приватизации» объектов ЕЭС, кроме её разрушения не получилось. Об этом было написано немало статей ведущих специалистов отрасли, которые оценили последствия развала структуры ЕЭС и ликвидацию Минэнерго в его прежнем качестве, как стратегическую ошибку и как личную трагедию.

Сегодня мы продолжаем наблюдать постоянно нарастающие катастрофические последствия ещё одной, теперь уже глобальной, реформы мировой энергетики – «климатической». Для России эта реформа началась в 1987 г. с бездумно принятых руководством СССР «добровольных» обязательств в рамках Монреальского протокола по защите озонового слоя атмосферы, что привело к уничтожению нескольких отраслей промышленности и продолжает разворачиваться на наших глазах в виде «зелёного» энергетического перехода, который Россия планирует реализовать на основе фальсифицированной системы оценки углеродного следа, поскольку до сих пор нет полной картины эмиссии газов в атмосферу Земли. Пока известны лишь оценки выбросов антропогенных газов, которые связаны с деятельностью человека. Но совер-

шенно не систематизированы и не изучены объёмы и состав выбросов неантропогенных, т.е. природных газов. Это вулканические аэрозоли и газы, среди которых  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ , газы содержащие фтор и хлор, в том числе и практически весь набор фреонов, производимых человеком в заводских условиях до наступления запретов на их производство по обязательствам Монреальского протокола. Отдельную группу представляют газы, выбрасываемые через рифтовые разломы Земной коры. Это горючие метан и водород. По объёму выбросов все три основные группы газов вполне сопоставимы. Но водород и метан в атмосфере под действием молний могут либо сгорать, либо даже взрываться, выделяя тепловую энергию, образуя влагу и  $\text{CO}_2$ . Этот известный физический эффект в официальных отчётах МГЭИК (международной группы экологов по изменению климата) вообще не упоминается, поскольку они считают, что грозовые разряды никак не влияют на климат и на тепловые процессы в земной атмосфере. При этом разброс в оценках количества выбрасываемых метана и водорода по разным источникам достигает величины от сотен миллионов до миллиардов тонн в год. Это неизбежно приводит к неопределённости в оценке влияния парниковых газов на рост глобальной температуры в рамках гипотезы об антропогенном характере глобального потепления от выбросов  $\text{CO}_2$ . Кроме того, климатологи не учитывают соразмерный вклад в тепловые балансы земной атмосферы, который вносят землетрясения [8] и извержения вулканов. Здесь необходимо знание точных данных по массовым и тепловым балансам с учётом выбросов обоих видов горючих газов в атмосферу Земли, а также по выбросам вулканических газов и количестве выделяемого тепла при землетрясениях. Отсутствие точных данных по источникам и стокам всех видов энергии в атмосфере Земли лишает оснований выводы об истинных причинах глобального потепления. При этом нарастающая концентрация  $\text{CO}_2$  в атмосфере Земли с темпом 2 ppm (ppm-миллионная доля) в год, отмечаемая в официальных публикациях, совершенно безосновательно приводится в качестве единственной причины увеличения глобальной температуры и объясняется исключительно техногенной деятельностью человека. Такой перенос причины эффекта от множества действующих факторов на один, единственный из действующих, явно рассчитан на полных профанов. Этот приём, взятый у древних греков, наиболее часто используется в политических и коммерческих целях. Для решения инженерной задачи по достижению углеродной нейтральности такой подход не даст результата по причине невозможности создания технического задания в отсутствии надёжной расчётной базы. Без неё невозможно приступить к проектированию оборудования для решения задачи углеродной нейтральности и модернизации существующих энергетических систем, не говоря об изготов-

лении и испытаниях нового оборудования, которое предполагается создавать для обсуждаемой задачи. Нерешённым остаётся также вопрос о достаточности энергетических и сырьевых ресурсов у мирового сообщества для решения задачи по стабилизации глобальных климатических изменений.

Источники и стоки тепла и схема образования  $\text{CO}_2$  в земной атмосфере на основе отечественных данных прежних лет.

При рассмотрении тепловой картины земной атмосферы, среди внутренних источников тепловой энергии, помимо известного эффекта выделения энергии при конденсации водяного пара ( $10^{19}$  Дж) ещё и выделяются энергия от грозных разрядов в атмосфере, а также в виде теплоты сгорания метана, водорода и окиси углерода от действия грозных разрядов. Поскольку годовое количество гроз 40–50 тысяч, а грозных, т.е. высоковольтных искровых разрядов в атмосфере не менее 2 млрд в год, то даже и не очень большая энергия одного разряда на уровне 30–50 кВт час за год превращается в 60–100 млрд кВт час и неизбежно достигнет существенной тепловой величины  $100 \times 10^9 \times 3,6 \times 10^6 = 3,6 \times 10^{17}$  Дж, хотя и уступающей на два порядка количеству тепла, выделяемого при конденсации пара в атмосфере. Но грозной разряд является ещё и спусковым крючком для поджига горючих газов, которые присутствуют в атмосфере Земли. Грозные разряды выжигают метан, водород и другие горючие газы. При горении метана образуется влага и  $\text{CO}_2$ , а также выделяется теплота сгорания метана. Водород при горении в атмосфере выделяет энергию и участвует в образовании влаги. Последствия сгорания можно оценить достаточно точно, поскольку концентрации этих газов в атмосфере известны. Но не весь метан и водород выгорают от грозных разрядов в стратосфере, поскольку грозы бывают не так часто. Часть общего объёма метана и водорода, не попав в зону действия грозного разряда, разрушает озоновый слой и пройдя через мезосферу, догорит почти полностью в термосфере. Несгоревшие остатки атмосферных газов, в основном лёгкие гелий и неон, покинут земную атмосферу, образуя хорошо наблюдаемый со стороны «хвост», но не такой яркий, как у комет. Количество газа, уходящего в космос из земной атмосферы оценивается по разным источникам от 30 до 100 тыс. т в год. Несмотря на неопределённость в соотношении количества водорода и метана, уходящих из атмосферы Земли в космос, можно оценить количество сгоревшего от грозного разряда метана.

При средней длине разрядного промежутка грозного разряда в 1 км и радиусе воздействия высоковольтного грозного разряда на ионизированные газовые молекулы около 5 м, средний грозной разряд выжигает неосновные газы из 20–25 тонн воздуха. За год это составит  $5 \times 10^{10}$  тонн воздуха. При концентрации метана в атмосфере 1 ppm (одна часть на миллион)

за счёт грозных разрядов из воздуха, попавшего в зону грозных разрядов выгорит не менее  $5 \times 10^4$  тонн метана при общем количестве воздуха в атмосфере  $5 \times 10^{15}$  тонн. Не выгоревший, но ионизированный метан (вместе с водородом) продолжит движение в верхние слои атмосферы, образуя кластеры и выполняя функции центров конденсации. При этом будет выделяться энергия конденсации в довольно значительном количестве, о чём известно из публикаций, посвящённых движению ионизированных молекул атмосферных газов [8]. Выше отмечено, что энергия процесса конденсации влаги оценивается в  $10^{19}$  Дж за год. Метан при этом является газом-участником создания процесса конденсации влаги в атмосфере после того, как он станет ионом, но не попадёт в канал грозного разряда. Атмосферный метан при концентрации 1 ppm, попавший в канал разряда сгорит и образует углекислоту и влагу. При этом образуется 137,5 тыс. тонн углекислоты и выделяется  $2 \times 10^{15}$  Дж тепловой энергии.

По данным МГЭИК [16] ежегодно в атмосферу добавляется 480 Мт метана, из которых 130 Мт метана неантропогенного происхождения и 350 Мт – антропогенный метан. Это количество обеспечивает постоянное повышение концентрации метана в атмосфере на 2% в год, на что необходимо 100 Мт из пришедшего в атмосферу метана. Из остающихся «неиспользованных» 380 Мт метана в космос из земной атмосферы по разным источникам ежегодно уходит от 30 до 100 тыс. т газов, в массе которых в основном гелий и метано-водородная смесь т.е. не более 0,1 Мт. Если предположить, что время жизни метана в атмосфере Земли по МГЭИК даже и составляет 14 лет, то для сохранения существующей концентрации метана, и при ежегодном росте на уровне 2% в год, надо найти сток для существующего избыточного метана в размере 379,9 Мт ежегодно. Вполне возможным механизмом для осуществления стока является сгорание метана в грозных разрядах и в термосфере Земли, где температура на уровне  $1000^\circ \text{C}$ , но давление при этом уже в области вакуума. При температуре самовоспламенения метана в районе  $600^\circ \text{C}$ , вероятность такого окончания его недолгой жизни в атмосфере Земли довольно высока, если самовоспламенение метана происходит во всём диапазоне концентраций. От действия грозных разрядов, а также за счёт высокой температуры термосферы, за год должна выгореть практически вся масса избыточного метана, т.е. 379,9 Мт. Это приведёт к выделению тепловой энергии от сгорания метана при его удельной теплоте сгорания в воздухе  $40 \times 10^6$  Дж/кг, получим:  $379,9 \times 10^6 \times 10^3 \times 40 \times 10^6 = 1,51 \times 10^{19}$  Дж. Для метано-водородной смеси энергия сгорания будет чуть выше и составит  $\sim 55 \times 10^6$  Дж/кг, что увеличит общую величину до  $2 \times 10^{19}$  Дж. При отсутствии процесса выгорания метана темп нарастания его концентрации в атмосфере может составить не известные по публикациям 2% в год, а 8%, поскольку количество

уходящего метана из земной атмосферы в космос в основном зависит от энергии молекулы уходящего газа и мало зависит от его концентрации. Величина его ухода оценивается от 30 до 100 тыс. тонн метана в год. Её обоснованно считать квазипостоянной. По этой причине можно утверждать, что иного механизма для ликвидации нарастающей концентрации метана, просто нет. Более того, этот механизм может работать в двух режимах. До объёмной концентрации метана в воздухе 5,5% имеет место выгорание метана в канале искрового разряда, а при более высокой концентрации метана в воздухе возможно объёмное горение метана, которое может перейти в объёмный взрыв. Такое стечение обстоятельств вполне возможно при выходе больших масс метана из газгидратных месторождений над морем, или над тундрой при её отогреве. Воронки диаметром в несколько метров и глубиной несколько десятков метров, отмеченные в тундре, являются иллюстрацией возможных последствий взрыва метана в местах его локального выхода при разрушении газовых гидратов. Объёмные взрывы над Охотским морем были также зафиксированы, хотя случаются крайне редко. В рамках представленной физической модели, на основе которой массовые и тепловые балансы метана находят своё объяснение, время жизни основной массы метана составит не более полутора лет, что вполне соответствует экспериментальным данным полученным в Лаборатории высоких напряжений ЭНИН им. Г.М. Кржижановского АН СССР, опубликованным в 60-е годы проф. И.С. Стекольниковым и его учениками [4].

Учитывая, что помимо эмиссии 480 Мт метана, указанных в 5-ом отчёте МГЭИК, существуют ещё и периодические выбросы метано-водородной смеси через рифтовые разломы земной коры в соизмеримых с упоминаемыми в отчётах МГЭИК количествах, то не без оснований можно утверждать, что в тепловых и материальных балансах атмосферы Земли после уточнения величины эмиссии метано-водородной смеси через рифтовые разломы Земли за каждый год, необходимо в тепловых балансах Земли учесть теплоту от сгорания метана и метано-водородной смеси от действия грозных разрядов, поскольку их общая величина вполне соразмерна с теплом от сжигания углеводородного топлива и не меньше теплоты конденсации водяного пара в атмосфере. При этом надо учитывать и количество углекислого газа, которое образуется при этом.

При 379 Мт метана, упоминаемого в балансах МГЭИК, при его сгорании от действия грозных разрядов и в термосфере, образуется 1042 Мт  $\text{CO}_2$  и 852 Мт влаги, что увеличивает концентрацию  $\text{CO}_2$  в атмосфере на 0,2 ppm в год, а также повышает влажность воздуха.

Но выбросы метана и водорода из земных глубин через рифтовые разломы по данным В.Л. Сывороткина

[13] на порядок выше, в сравнении с данными МГЭИК и составляют примерно 4,5 млрд тонн в год. После сгорания метана в атмосфере образуется  $\text{CO}_2$  в количестве 12,7 млрд тонн, что даст увеличение концентрации  $\text{CO}_2$  на 2 ppm в год. При этом надо отметить, что по данным МГЭИК ежегодные выбросы  $\text{CO}_2$  в атмосферу от всех видов сжигания топлива в год составляют не менее 33 млрд т. Конкретно в 2018 г. выбросы составили 37,1 млрд т. В пересчёте на концентрацию это составляет 7,3 ppm. Вместе с образованием  $\text{CO}_2$  от сгорания метана общая величина ежегодного увеличения концентрации должна составить в год 9,5 ppm. С другой стороны, по данным ежегодных измерений темп подъёма концентрации  $\text{CO}_2$  в атмосфере Земли составляет 2 ppm, что позволяет утверждать о наличии постоянного стока образующегося  $\text{CO}_2$ . Если за основу принять вероятную реакцию стока для  $\text{CO}_2$  за счёт образования  $\text{H}_2\text{CO}_3$ , то влагу для образования угольной кислоты, может дать горение метана от грозных разрядов, точнее окисление метана кислородом, в которой помимо образования  $\text{CO}_2$  образуется ещё и влага. Её вполне достаточно для образования угольной кислоты и связывания  $\text{CO}_2$ . Кроме того, вторым каналом стока  $\text{CO}_2$  могут быть и грозные разряды, которые будут разрушать  $\text{CO}_2$  с образованием осколков от разрушенных молекул при диссоциативной ионизации, которая свойственна  $\text{CO}_2$  в отличие от основных атмосферных газов  $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$  и  $\text{Ar}$ , которые не разрушаются, образуя молекулярный ион. Кроме того, в тропосфере за счёт высокой влажности воздуха возможен сток  $\text{CO}_2$  за счёт реакции образования угольной кислоты.

Сохранять в качестве истины версию МГЭИК с временем жизни  $\text{CO}_2$  в атмосфере Земли в диапазоне 150–200 лет нет оснований, если в последние 10 лет заявляемый ежегодный выброс  $\text{CO}_2$  от всех видов сжигания топлива был не меньше 30 Гт. Иначе, даже при условии жизни в атмосфере на уровне 150 лет, концентрация  $\text{CO}_2$  сегодня уже приблизилась бы к концентрации кислорода, поскольку  $\text{CO}_2$  в атмосферу в сравнимых объёмах поступает не только от деятельности человека. В силу того, что  $\text{CO}_2$  при грозных разрядах подвергается диссоциативной ионизации и может «жить» не более 1,5 лет. Кроме того, можно утверждать, что грозные разряды не только «чистильщики атмосферы», но они ещё являются механизмом поддержания концентрации  $\text{CO}_2$  в атмосфере на относительно стабильном уровне. При этом Солнце совместно с соседними планетами, как и прежде, управляют механизмом регуляции атмосферных процессов на Земле. Активность Солнца, как известно определяет частоту появления гроз на Земле. Представленная модель находится в рамках существующих более полувека представлений о роли грозных разрядов в атмосфере. Несмотря на то, что советская наука вопрос о продолжительности жизни

неосновных газов в земной атмосфере решила полвека назад, к сожалению отечественные климатологи не отыскали в отечественных академических изданиях публикаций на эту тему и воспользовались завышенными на 2–4 порядка данными МГЭИК по временам жизни в земной атмосфере для неосновных газов, исключив из рассмотрения влияние на них грозových разрядов. Целью этого исключения было необоснованное выдвигание  $\text{CO}_2$  на роль главного виновника глобального потепления с обязательным условием по достижению углеродной нейтральности энергетики под международным контролем в рамках принятых обязательств сначала по Киотскому протоколу, а теперь и по Парижским соглашениям. Это очень похоже на схему защиты озонового слоя по идее Монреальского протокола, т.е. на основе добровольных обязательств по недоказанной гипотезе принимаются разорительные «добровольные» обязательства. Потом выясняется ложность причин, на основе которых были приняты запреты, но убытки предъявить некому, поскольку решение принято добровольно. Эта теперь уже знакомая схема научной диверсии, которая опасна тем, что на основе ошибочной гипотезы, расцвеченной СМИ до глобальных размеров, принимаются недоказанные выводы и создаются «открытия» по малоизученным климатическим эффектам. На их основе навязываются политические решения по разорительным, и не совсем осмысленным, попыткам стабилизации естественной изменчивости климата. При этом для удобства использования приёма придания частному признаку бесконечной широты общего понятия, природоохранную деятельность стали связывать с понятием экологической деятельности, т.е. имеющую не только природоохранную функцию, но и непосредственно затрагивающую здоровье и безопасность человека. А здесь уже глобальные климатические задачи связали с конституционным приоритетом, т.е. непосредственно со здоровьем человека. Теперь уже не Санэпидемнадзор с санитарными врачами являются главными защитниками здоровья человека в техносфере, а экологи. Санитарная медицина вместе с прокуратурой утратили свой статус в области защиты человека от техногенной опасности. Им определили место в потребительском надзоре для нескончаемой войны на торгово-бытовом фронте. Создававшаяся ситуация представляет серьёзную опасность для населения, живущего в непосредственной близости с техногенными объектами, которые выбрасывают в атмосферу токсичные вещества 1-й и 2-й групп опасности, поскольку экологические службы пока не имеют своего необходимого аналитического оборудования и своих санитарных врачей. По этой причине их оперативность, реальные возможности и профессиональный уровень явно недостаточны для реальной защиты здоровья и безопасности человека в техногенной среде.

Для России, как показал опыт Монреальского протокола, развитие событий по достижению углеродной нейтральности представляет значительную потерю средств на решение искусственной задачи, основанной на гипотетических предположениях о роли  $\text{CO}_2$  в глобальном потеплении. В аналогичной ситуации, для замены запрещённых для использования ХФУ-фреонов, безопасных для человека, пришлось использовать якобы безопасные для озонового слоя ГФУ-фреоны. Представителем этой группы фторсодержащих фреонов является R-134a, навязанный всему миру американской ТНК Дюпон де Немур в качестве замены запрещённым «озоноопасным» ХФУ. В 1991 г. Санэпидемнадзор лишили прав контроля за безопасностью фреонов, используемых в бытовых холодильниках. Фреоны в холодильных камерах контактируют с пищевыми продуктами из-за негерметичности испарителей. Обязанности по контролю за фреонами с 1991 г. передали Министерству экологии РФ с целью выполнения обязательств России по охране озонового слоя. Учёный Совет Минэкологии в 1994 г. по предложению проф. И.М. Калниня, выступавшего от имени АО «Холодбыт», приняло решение использовать ядовитый и нестабильный R-134a в качестве замены фреона-12, не обратив внимание на его свойства и состав примесей, опубликованные в США. В течение 25 лет этот ядовитый хладагент использовался в мире и в России, несмотря на то, что более подробные и полные данные по составу примесей в R-134a, опубликованные в США в 1998 г., подтверждали его исключительную опасность для человека. Сертификата на его использование в бытовых холодильниках он в США так и не получил, но в России ему оформили ПДК на уровне  $3000 \text{ мг/м}^3$  без указания состава примесей. До настоящего времени его по причине ядовитости так и не запретили. Запрет на этот фреон введён из-за его парниковой опасности по Кигалийской поправке (2016 г.) в связи с большим временем жизни в атмосфере Земли. МГЭИК на этот счёт все знает и оно подтвердило предположение президента США Барака Обамы о парниковой опасности R-134a, но методики расчёта времени жизни R-134a так и не представила до сегодняшнего дня.

Теперь можно довольно точно определить убытки, которые за 30 лет понесли Россия и 196 стран-участниц Монреальского протокола, приняв за истину гипотезу Молины-Роуланда о виновности ХФУ-фреонов в гибели озона, и уничтожив при этом свою холодильную промышленность в угоду ТНК «Дюпон де Немур», производителю суррогатного заменителя, но не альтернативы запрещённым фреонам. Это особо подчёркивалось в рекламе ядовитого и нестабильного R-134a, потребляющего на 30% больше электроэнергии в холодильных агрегатах в сравнении с запрещёнными фреоном-12 и фреоном-22. Тот факт, что R-134a заявлялся не как альтернатива, избавляет

изготовителя от исков потребителей, потерпевших убытки. Здесь покупатель сам виноват в непродуманной покупке. Эксплуатационный срок агрегатов на нестабильном R-134a сократился в два-три раза. За 30 лет сумма потерь каждой из 196 стран-участниц протокола составляет астрономическую величину. Для России – это 250–300 млрд рублей в год, если учитывать только перерасход электроэнергии и убытки от постоянной замены холодильных агрегатов. Как получена эта оценка? Можно вспомнить, что в России не менее 25% выработки электроэнергии расходуется на работу холодильных агрегатов. При практически неизменной с 1990-х годов общей выработке электроэнергии 1050–1070 млрд кВтч/год на холодильную технику расходуется 265 млрд кВтч, из которых около 50–60 млрд кВтч идёт на покрытие более низкой энергоэффективности Хладагона R-134a, поскольку других фреонов в России практически не осталось.

Запреты на использование ХФУ введены 30 лет назад. С учётом поправки на замену почти всего парка холодильной техники России, для расчёта общей суммы убытков можно принять оценку 250–300 млрд рублей в год при средней цене 5 руб. за 1 кВт час. Итог неутешительный. С момента введения запретов по Монреальскому протоколу убытки России можно определить в 8,25–9,9 трлн. рублей. Такова цена досрочного принятия за истину фреоновой гипотезы Молины-Роуланда, большая часть которой получена от перерасхода электроэнергии при генерации холода в бытовых и промышленных холодильниках и кондиционерах.

Теперь рассмотрим углеродный след от Монреальского протокола. Если принять, что среднестатистическая эмиссия  $\text{CO}_2$  при производстве одного кВтч электроэнергии равна в России 475 г, то годовой перерасход электроэнергии от использования R-134a в России создаст выброс в атмосферу от 23,75 до 28,5 Мт  $\text{CO}_2$ . За 30 лет с момента перехода России на R-134a суммарный выброс  $\text{CO}_2$  из-за перерасхода электроэнергии составил соответственно 711–855 Мт. Мировые убытки для стран-участниц Монреальского протокола несложно оценить, памятуя, что выработка электроэнергии в России составляет 6–7% от общемирового уровня, а это значит убытки для всего мира от R-134a за тридцать лет будут в пятнадцать раз выше убытков России. При этом дополнительная эмиссия  $\text{CO}_2$  за 30 лет составила от  $10,66 \times 10^9$  т до  $12,82 \times 10^9$  тонн, что уже является весомой добавкой к общему количеству  $\text{CO}_2$  в атмосфере Земли, если учесть, что в 1980-е годы количество  $\text{CO}_2$  в атмосфере Земли оценивалось в  $2,34 \times 10^{12}$  т, а вся атмосфера Земли весила  $5,085 \times 10^{15}$  т [3].

Дополнительная эмиссия от использования R-134a за 30 лет должна была увеличить количество  $\text{CO}_2$  в атмосфере на 0,5%, что не столь заметно, но перед глобалистами возник вопрос, как относиться к энер-

гетически неэффективному, но озонобезопасному хладагенту R-134a. Учитывая, что, по версии МГЭИК,  $\text{CO}_2$  живёт в атмосфере от 100 до 200 лет, количество  $\text{CO}_2$ , нарабатываемого в атмосфере по вине R-134a увеличится за 100 лет на порядок и достигнет опасных концентраций, либо принять время жизни  $\text{CO}_2$  в атмосфере по данным [14] всего 4 года.

Однако было принято предложение президента США Барака Обамы и R-134a и все ГФУ признали парниковыми газами с чрезмерно большими временами жизни в атмосфере. Было решено за 20 лет все ГФУ постепенно вывести из употребления во всём мире. Это решение было закреплено в Кигалийской поправке от 2016 г. [4] к Монреальскому протоколу. Однако из-за отсутствия альтернативы для запрещаемых веществ, опять возникла проблема замены. Международная организация ЮНЕП [15], главный застрельщик и организатор Монреальского протокола, обозначил задачу улучшения холодильных систем в целях сокращения потерь продовольствия и обеспечения более безопасного обращения с вакцинами. Эта задача была объявлена во время Всемирного дня озона 16 сентября 2021 г., на котором был провозглашен девиз года «Монреальский протокол: охладить нас, нашу еду и вакцины». Только непонятно чем. Все виды безопасных фреонов успешно запрещены. Кроме того, ЮНЕП возглавляет Коалицию за охлаждение, объединяющую более 100 Правительств, городов, деловых кругов и групп гражданского общества, которая помогает странам и промышленным кругам в принятии мер для удовлетворения увеличивающегося спроса на охлаждение, способствуя при этом выполнению целей Парижского соглашения, Монреальского протокола и Повестки дня на период до 2020 г. Но запретив всё что можно было запретить к использованию из числа безопасных рабочих тел для получения холода, ЮНЕП оказалась перед неразрешимой глобальной задачей генерации холода для бытовых холодильников и кондиционеров из-за чрезмерного учёта политических интересов.

Наконец настало время воочию убедиться в простой истине о недопустимости политических игр в инженерных делах. Запретив использование и производство рабочих тел в надежде, что учёные быстро придумают что-то новое, создатели Монреальского протокола не могли себе представить, что не всякой группе веществ есть приемлемые альтернативы. Сначала пришлось в этом убедиться на примере элегаза ( $\text{SF}_6$ ), используемого в высоковольтных выключателях, теперь о себе заявили ХФУ-фреоны. Остаётся согласиться с вариантом, в соответствии с которым Европа на основе регламента ЕС №517 [9] ещё в 2014 г. позаботилась о своей холодильной промышленности. По этой причине, на основе закона о правах потребителей, они уже себе обеспечили возможность возврата к необоснованно запрещённым ХФУ с условием гаран-

тии по отсутствию их выброса в атмосферу и полной регенерации после сбора при ревизии или ремонтах оборудования, а также и с восстановлением их производства. Россия здесь опять опоздала.

На рынке пока ещё есть в продаже фреон-22. Придёт время и для других необоснованно запрещённых фреонов. Важно только обеспечить герметичность оборудования, наладить сбор фреонов при ревизиях и ремонтах, а также регенерацию для повторного использования. России ещё предстоит выпустить свой регламент по типу европейского, сохранить производство фреона-22, восстановить выпуск остальных фреонов, не имеющих альтернативы, наладить их сбор, а также и регенерацию.

Кроме того, сохранилась ещё возможность использовать Хладон-510, отвергнутый в 1994 г. Научно-техническим советом Минприроды. Он имеет прекрасные данные по безопасности при ПДК более 3000 мг/м<sup>3</sup>, пожаротушающие свойства и потребление энергии на 12–30% меньше, чем у «фреоновых королей» – Фреона-12 и Фреона-22 [5]. Для него решена задача сбора и рецикла. Но для Хладона-510 необходимо прекратить тотальный экспорт всех фторуглеродов и C<sub>3</sub>F<sub>8</sub>, которые ещё производятся. Надо и для своей промышленности хоть что-то оставить.

При реализации первого возможного шага по извлечению от ГФУ и, прежде всего, R-134a и возврату на законных основаниях к ХФУ по схеме, принятой в Регламенте ЕС №517, Россия может сократить выбросы CO<sub>2</sub> на 23–28 Мт в год, то есть на 1,1–1,3%, а если перейдёт на Хладон-510, то только за счёт замены хладагентов в холодильной промышленности можно уменьшить выбросы CO<sub>2</sub> до 40–45 Мт в год. Эту задачу можно выполнить за 3–5 лет с сохранением работающего машинного парка холодильных агрегатов, поскольку Хладон-510 в герметичных агрегатах вполне пригоден для замены и R-134a, и R-22 и R-12. Его свойства исследованы достаточно подробно в 1990-е годы и опубликованы в литературе [5]. Остаётся один вопрос – кому сегодня в правительстве России это надо? Минприроды от него успешно отрешивается уже 28 лет, хотя цена вопроса, точнее утилизация одной тонны CO<sub>2</sub>, выбрасываемой ТЭС при производстве электроэнергии, по оценке, опубликованной в 2006 г. [10] стоит 200 долларов США.

Учитывая обязательства, принятые Россией в рамках Парижских соглашений, можно оценить общие расходы России для достижения углеродной нейтральности к 2060 г. Если для оценки взять только 30% генерируемой электроэнергии в России на основе сжигания углеводородного топлива с выбросом CO<sub>2</sub> в атмосферу т.е. 300 млрд кВт час, остальные 70% получать на ГЭС и АЭС, то для утилизации CO<sub>2</sub> придётся ежегодно тратить 22,5 млрд долл. или 2,25 трлн руб. при курсе доллара 100 руб. Переводить генерацию электроэнергии только на ГЭС и АЭС невоз-

можно по нескольким причинам, главной из которых является сохранение безопасного уровня надёжности энергоснабжения. При сравнении с убытками России от запретов по Монреальскому протоколу (за 30 лет 8,25–9,9 трлн. руб.), размер ежегодных убытков по Парижским соглашениям в семь раз выше. Это можно также отнести к «заслугам» учёного совета Мнэкологии и других российских климатологов и экологов, которые до настоящего времени так и не нашли надёжных аргументов в опровержении исключительной роли CO<sub>2</sub> в гипотезе о причинах парникового эффекта. Хотя возможно, что чуть позже и найдутся весомые аргументы, подтверждающие и гипотезу, и исключительную роль CO<sub>2</sub> в глобальном потеплении. Но пока этих аргументов нет в наличии, принимать обязательства в отношении теоретического виновника глобально потепления несерьёзно. Лучше сделать паузу до появления доказательств вины CO<sub>2</sub>. Факт такого приёма со стороны США имел место в 2002 г., когда Дж. Буш без обиняков заявил, что в отсутствии законченного знания о предмете договора делает договор недействительным. Но уважая партнёров, участник договора предлагает дождаться появления достоверных данных о предмете соглашения. После чего можно и продолжить выполнение обязательств. А то, что насчитали исследователи в своих компьютерных программах в отношении открытой термодинамической системы, которой является Земля, с десятком случайных переменных, могут всерьёз принимать только политики, заинтересованные в разорении своих противников, которые меняются местами в зависимости от конъюнктуры. Для теплофизиков, знакомых с уровнем погрешностей расчёта открытых термодинамических систем, т.е. Земной атмосферы, принимать за истину такие расчёты недопустимо, даже на уровне студентов старших курсов.

Последствия от запретов на использование фреонов для промышленной энергетики не менее ощутимы и имеют не менее интересную историю. Дело в том, что в 1960-е годы мировая энергетика решила задачу использования тепловых выбросов электростанций с целью существенного повышения КПД за счёт второго, дополнительного контура генерации электроэнергии с использованием горячей воды после турбины основного контура. В привычном для России варианте горячий перегретый водяной пар, отдав свою энергию на турбине, после конденсации, уже в виде горячей воды с температурой 100–120° С, отдавал своё тепло в зимний период для обогрева жилых домов, а летом воде приходилось охлаждаться в градирне. Для того, чтобы не выбрасывать тепло в градирнях, можно прекрасно воспользоваться фреонами в качестве рабочего тела в отдельном дополнительном турбинном цикле, то есть такой цикл уже будет на фреонах, которым тепло отдаст горячая вода не доходя до градирни. Поскольку фреоны из группы ХФУ и

фторуглероды кипят и переходят в сверхкритическое состояние при более скромных температурах, и температуры 100–120°С им достаточно, чтобы эффективно передавать энергию турбогенератору.

Всё вроде просто и конкретно. Но нужен фреон, а все фреоны, кроме тех, что от Дюпона, запретили к использованию. И нет им пригодной и разрешённой замены. А выгода очевидна – от 6 до 8% добавляется от второго цикла к общему КПД по преобразованию тепловой энергии в электрическую. Это в 1970–1980-е годы был мировой прорыв в энергетике, особенно для стран Юго-Восточной Азии [7], в которых нет возможности для стока низкопотенциального тепла на отопление домов и вся горячая вода после турбины охлаждается в градирнях. Из-за запретов на фреоны пришлось их заменять пентаном, который взрывоопасен и хорошо горит, особенно в больших объёмах. Но доходность от запретов Монреальского протокола была столь высока, что его заказчики из ТНК во главе с «Дюпон-де-Немур» не обращали внимания на риски энергетиков, которые заправляя энергетические системы взрывоопасными и ядовитыми рабочими телами, выбрасывали при этом огромное количество тепловой энергии через градирни, или затрачивали на треть больше энергии в холодильных машинах. Для России, вырабатывающей более половины производимой электроэнергии на ТЭЦ и АЭС с использованием паровых турбин, запрет на использование фреонов во втором контуре означал потенциальную потерю годовой выработки электроэнергии 3–5%, учитывая летний период в средней полосе длительностью 130–140 дней, когда приходится делать сброс тепла в градирнях. Убытки при этом за год составляют 150–200 млрд рублей, что в пересчёте на эмиссию CO<sub>2</sub> составят 14–24 Мт в год. Если же холодильная отрасль вернётся к использованию ХФУ, то уменьшение эмиссии составит 37–52 Мт CO<sub>2</sub> в год, а при переходе на Хладон-510 сокращение эмиссии CO<sub>2</sub> может составить 54–69 Мт в год, что составляет 2,5–3% от общероссийской эмиссии CO<sub>2</sub>.

Увеличение КПД атомных электростанций также зависит от возможности использования фреонов, поскольку вода по многим показателям явно не подходит в качестве рабочего тела. Здесь фреоны фторуглеродного ряда – C<sub>3</sub>F<sub>8</sub> и C<sub>4</sub>F<sub>10</sub>, если их использовать в качестве рабочих тел теплосиловых циклов АЭС, могут обеспечить КПД цикла 0,46–0,47 при давлении пара перед турбиной всего 10 МПа. Температура рабочего тела (декафторбутана) при этом находится в диапазоне 520–550°С. Температура в конденсаторе 20°С. При понижении температуры в конденсаторе до –10°С КПД цикла увеличится до 0,50–0,51 [11]. О таком высоком значении КПД пока только мечтают и желают его добиться в ближайшее время. Пожалуйста. Всё для этого готово. Необходимые исследования по этому направлению были опубликованы в отече-

ственных научных журналах [1, 6]. Реальное техническое воплощение этих исследований вполне возможно, но приватизация и акционирование энергетики надолго отодвинули время технического воплощения неводных циклов генерации электроэнергии, хотя публикации о высокой энергетической эффективности таких циклов появились в СССР ещё в 50-е годы прошлого века [2]. Для России здесь гигантское поле возможностей. Только в этом поле сегодня никто не работает. Возможно, что ещё есть надежда купить готовое за рубежом.

## ВЫВОДЫ

Решение задачи достижения углеродной нейтральности к заявленным срокам для энергетики России маловероятно по причине неполного знания предмета договора, основанного на недоказанных гипотезах, а также по причинам непостоянства климата Земли от изменений активности Солнца, из-за вулканических извержений и землетрясений, выбросов метана и водорода из земных недр, исключающих стабильность базы для оценки полноты выполнения принятых обязательств по Парижским соглашениям.

Достижение заявленных уровней углеродной нейтральности к 2060 г. при отсутствии фиксированной расчётной базы и надёжного мониторинга неизбежно придётся подтверждать на основе консенсуса при голосовании Стран-участниц Парижских соглашений, по аналогии с Монреальским протоколом. Подобная схема отношений может создать любой Стране-участнице Парижских соглашений гигантские финансовые убытки за счёт обычного сговора любой заинтересованной группы Стран-участниц при голосовании. Учитывая недавнюю практику отношений России с ЕС и США, вероятность такой опасности довольно высока.

Принимать времена жизни газов в атмосфере по данным МГЭИК в качестве базы для расчётов нет оснований. Необходимо экспериментальная проверка этого показателя.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Герасимов Р.А., Мазурин И.М. Термическая стабильность R218 (C<sub>3</sub>F<sub>8</sub>) и R31-10 (C<sub>4</sub>F<sub>10</sub>) при температурном воздействии. Теплофизика высоких температур. 2015. Т. 53. № 6. С. 957.
2. Гохштейн Д.П., Смирнов Г.Ф., Киров В.С. Некоторые особенности парогазовых систем с неводными парами. Теплоэнергетика. 1967. №1.
3. Головкин Г.А. Криогенное производство инертных газов. 2-е изд. перераб. и доп. Л.: Машиностроение, Ленингр. отделение, 1983.
4. Кигалийская поправка к Монреальскому протоколу. ЮНЕП. 2016. Стекольников И.С. Природа искры. Изд. АН СССР. 1960.
5. Мазурин И.М., Королёв А.Ф., Герасимов Р.А.,



- Мазурин Д.И. Системный кризис при выборе рабочих тел энергетических установок. Альманах «Пространство и время». 2013. Т. 2. № 1. С. 13.
6. Моркин М.С., Лемехов В.В., Черепнин Ю.С., Колотухин С.П., Мазурин И.М. и др. Исследование стойкости к ионизирующему излучению фторуглеродного рабочего тела второго контура РУ с тяжёлым жидкометаллическим теплоносителем. Вопросы атомной науки и техники. Серия: Ядерно-реакторные константы. 2016. № 1. С. 96–103.
  7. Новое в технологии соединений фтора. Пер. с японск. под ред. Н. Исикавы. М.: Мир. 1984. 592 с.
  8. Пулинец С.А., Узун Д.П., Карелин А.В., Давиденко Д.В. Физические основы генерации краткосрочных предвестников землетрясений. Комплексная модель геофизических процессов в системе литосфера- атмосфера- ионосфера- магнитосфера, инициируемых ионизацией. Геомagnetизм и аэрoнoмия. 2015. Т. 55. №4. С. 1–19.
  9. Регламент Европейского Парламента и Совета Европейского Союза 517/2014 от 16 апреля 2014 года о фторированных парниковых газах.
  10. Современные глобальные изменения природной среды. В 2-х томах. М.: Научный мир. 2006. Т. 2. С. 708.
  11. Сухих А.А. Исследование термодинамических свойств и теплотехнических характеристик фторорганических рабочих веществ. Докторская диссертация. Специальность 01.04.14. М. 2012. 346 с.
  12. Стекольников И.С. Природа искры. Изд. АН СССР. 1960.
  13. Сывороткин В.А. Глубинная дегазация Земли и глобальные катастрофы. М.: ООО «Геоинформцентр». 2002. 250 с.
  14. Чонси Старр. Время пребывания CO<sub>2</sub> в атмосфере и углеродный цикл. Симпозиум EPRI/SIO по глоб.потеплению. 1992. ЭНЕРГИЯ. Т. 18. Вып. 12. дек. 1993. С. 1297–1310.
  15. ЮНЕП. 15.09.2021. Восстановление озонового слоя: как мир объединился для капитального ремонта.
  16. IPCC-2013. The 2013 Report of the Scientific Assessment Working Group of IPCC. Summary for policymakers. WMO.UNEP. 13–28.
- REFERENCES**
1. GERASIMOV R.L., MAZURIN I.M. Thermal stability of R218 (C3F8) and R31-10 (C4F10) under thermal influence. *Teplofizika vysokikh temperatur*. 2015; (53);6: 957. (In Russian).
  2. GOKHSHEIN D.P., SMIRNOV G.F., KIROV V.S. Some features of steam-gas systems with non-water vapors. *Teplotekhnika*. 1967;(1). (In Russian).
  3. GOLOVKO G.A. Cryogenic production of inert gases. 2nd ed. revised and additional. Leningrad: Mashinostroyeniye, Leningrad. otdeleniye, 1983. (In Russian).
  4. Kigali Amendment to the Montreal Protocol. UNEP. 2016. Stekolnikov I.S. The nature of the spark. Izd. AN SSSR. 1960. (In Russian).
  5. MAZURIN I.M., KOROLEV A.F., GERASIMOV R.L., MAZURIN D.I. System crisis in the choice of working bodies of power plants. *Zh. Almanac «Space and Time»*. 2013;(2);1:13. (In Russian).
  6. MORKIN M.S., LEMEKHOV V.V., CHEREPNIN YU.S., KOLOTUKHIN S.P., MAZURIN I.M. Study of the resistance to ionizing radiation of the fluorocarbon working fluid of the secondary circuit of a reactor plant with a heavy liquid metal coolant. *Voprosy atomnoy nauki i tekhniki*. Seriya: Yaderno-reaktornyye konstanty. 2016;(1):96–103. (In Russian).
  7. New in the technology of fluorine compounds. Per. from Japanese ed. N. Ishikawa. Moscow: Mir. 1984:592. (In Russian).
  8. PULINETS S.A., UZUNOV D.P., KARELIN A.V., DAVIDENKO D.V. Physical foundations for the generation of short-term earthquake precursors. At. Complex model of geophysical processes in the system lithosphere-atmosphere-ionosphere-magnetosphere initiated by ionization. *Geomagnetizm i aeronomiya*. 2015;(55);4:1–19. (In Russian).
  9. Regulation of the European Parliament and of the Council of the European Union 517/2014 of 16 April 2014 on fluorinated greenhouse gases. (In Russian).
  10. Modern global changes in the natural environment. In 2 volumes. Moscow: Nauchnyy mir. 2006;(2):708. (In Russian).
  11. SUKHNIKH A.A. Study of thermodynamic properties and thermal characteristics of organofluorine working substances. Doctoral dissertation. Specialty 01.04.14. Moscow. 2012:346. (In Russian).
  12. STEKOLNIKOV I.S. The Nature of the Spark. Ed. Academy of Sciences of the USSR. 1960. (In Russian).
  13. SYVOROTKIN V.L. Deep degassing of the Earth and global catastrophes. Moscow: ООО "Geoinformtsentr". 2002:250. (In Russian).
  14. CHAUNCEY STARR. CO<sub>2</sub> residence time in the atmosphere and the carbon cycle. EPRI/SIO Symposium on Global Warming. 1992. ENERGY. Т. 18. Issue. Dec 12, 1993:1297–1310. (In Russian).
  15. UNEP. 09/15/2021. Restoring the Ozone Layer: How the World Came Together for an Overhaul. (In Russian).
  16. IPCC-2013. The 2013 Report of the Scientific Assessment Working Group of IPCC. Summary for policymakers. WMO.UNEP. 13–28.
- Мазурин Игорь Михайлович,**  
д.т.н., профессор
- ✉ 119071, г. Москва, Ленинский проспект, д. 19,  
e-mail: mazurinenin@mail.ru