

## СОВЕТЫ СЕКЦИИ ЭНЕРГЕТИКИ

DOI: 10.7868/50233361922040036

*“Большую энергетику  
мы должны обеспечить своими силами”, –  
Академик О.Н. Фаворский*

**В** январе 2022 г. заместителю академика-секретаря Отделения энергетики, машиностроения, механики и процессов управления РАН, руководителю Секции энергетики Отделения, лауреату Ленинской и Государственной премий, академику РАН Олегу Николаевичу Фаворскому исполнилось 93 года. Более 70 лет своей жизни он посвятил отечественному газотурбостроению.

**Олег Николаевич, вы несколько десятилетий возглавляете Секцию энергетики в РАН. Расскажите, пожалуйста, о направлении научных исследований, которым вы занимаетесь в Академии.**

Ещё в 1960-е гг. академик Б.С. Стечкин, основоположник теории воздушно-реактивных двигателей, создал в Академии наук СССР Научный совет по газовым турбинам, чтобы передать опыт авиадвигателестроителей в энергетическое газотурбостроение, которое тогда начало развиваться в стране. Ленинградский металлический завод (ЛМЗ) приступил к подготовке производства первых газотурбинных установок (ГТУ) для энергетики. Нужно было



*Академик О.Н. Фаворский,  
более 20 лет – главный редактор  
нашего журнала*

передать туда методики проектирования, но официально это было запрещено. Поэтому создали инстанцию, где можно было делиться с энергетиками научными результатами по расчётам авиационных газовых турбин. Совет работал ежеквартально, много докладов делал и Центральный институт авиационного моторостроения (ЦИАМ), где я тогда работал, и авиадвигательные КБ. И в 1967 г. в Ленинграде была сделана первая газовая турбина мощностью 100 МВт – первая в мире турбина такой мощности.

После Стечкина совет возглавил А.М. Люлька, выдающийся конструктор авиационных двигателей, а после него с 1984 г. – я, занимая в то время должность главного конструктора и руководителя авиадвигателестроительного НПО “Союз”. В 1981 г. меня выбрали в чл.-корр. АН СССР, хотя и говорили, что я ещё молодой, всего 52 года. Через этот научный совет я стал плотнее работать с Академией. Мы привлекали к работе совета почти всех членов Отделения физико-технических проблем энергетики. Меня, в свою очередь, начали привлекать к работе отделения.

В результате меня выбрали в 1990 г. академиком, а в 1994 г. академиком-секретарём Отделения физико-технических проблем. Потом оно стало называться Отделением энергетики, механики, машиностроения и проблем управления. После 8 лет моей работы на посту академика-секретаря отделения, это два срока – максимум, его возглавил В.Е. Фортов, а я стал заместителем академика-секретаря по энергетике.

**Что вы считаете своей главной задачей в качестве руководителя Секции энергетики?**

Главная моя задача в Академии была, и до сих пор остаётся, – продвижение использования в энергетике газотурбинных установок. Почему это так важно? В нашей стране по сей день 90% электроэнергии на станциях со сжиганием топлива вырабатывается на паровых турбинах. КПД даже самых лучших паровых турбин достигает максимум 38%. Говорят о 40% для турбин со сверхвысокими параметра-

ми, когда температура пара достигает 700 °С, но у нас таких установок нет. КПД основной массы – 30–32%. Когда паровая турбина стоит на ТЭЦ и тепло после неё используется для обогрева, это ещё куда ни шло, но в качестве источника электроэнергии это установка с очень низким КПД.

При этом больше двух третей станций в качестве топлива используют газ. Но если вместо паровой турбины поставить ГТУ, КПД которой превышает 40%, а потом после неё тепловой поток направить на подогрев котла для паровой турбины, то КПД системы в целом поднимается до 50%, как у первых установок, которые делали в Ленинграде. Можно говорить о том, что при современном состоянии техники этот КПД можно поднять до 65–68%. Если перевести паровую технику на парогазовую, это даст экономию расхода газа порядка 50–60 млрд м<sup>3</sup>

в год. Столько же перекачивается по “Северному потоку”. Гигантские деньги для страны!

**Использование парогазовых установок с более высоким КПД обретает особую важность и в связи с текущей климатической повесткой...**

Есть понятие климат, а есть экология. Многие это путают. Я этим вопросом давно занимаюсь. В ЦИАМе есть великолепный отдел, который изучает вопросы влияния авиации на атмосферу, особенно в высотных слоях. Более двух десятков лет назад мы в ЦИАМе начали исследование этого вопроса, и в 2010 г. вышла книга “Экологические проблемы авиации”, авторами которой были несколько десятков

Главная моя задача в Академии была и до сих пор остаётся, – продвижение использования в энергетике газотурбинных установок. Почему это так важно? В нашей стране по сей день 90% электроэнергии на станциях со сжиганием топлива вырабатывается на паровых турбинах. КПД даже самых лучших паровых турбин достигает максимум 38%.

специалистов. Там была и статья, написанная мною и проф. А.М. Стариком, в которой рассматривается парниковый эффект (влияние атмосферы на лучистый теплообмен между Землёй и Космосом).

Оказывается, решающую роль здесь играют пары воды, которые определяют примерно 60–70% всего парникового эффекта, все остальные парниковые газы обеспечивают 20%, причём роль  $\text{CO}_2$  не превышает 12–15%.

Остальное дают содержащиеся в атмосфере разного рода загрязнения, начиная от пыли на низких высотах и частиц разного рода в высотных слоях.

Именно пары воды в основном блокируют тепловое излучение поверхности Земли в атмосфере. Да, в высотных слоях влияет и озон, и окислы азота, и  $\text{CO}_2$ . Если будет массовое развитие высокоскоростной авиации, может, и они начнут оказывать более существенное влияние на прохождение инфракрасных лучей. Но сейчас влияют в основном пары воды. И когда мы говорим о климате, то он меняется за счёт изменения содержания паров воды в атмосфере, которое, в свою очередь, зависит от температуры океана. Кстати, она влияет и на количество  $\text{CO}_2$ , которого в океане в 60 раз больше, чем в атмосфере. А вот почему растёт температура океана – непонятно. Солнце в этом виновато или процессы внутри Земли – этого наука объяснить пока не может, но человек тут точно ни при чём. Все эти вопросы очень хорошо изложены в книге сотрудника Объединённого института высоких температур РАН

Именно пары воды в основном блокируют тепловое излучение поверхности Земли в атмосфере. Да, в высотных слоях влияет и озон, и окислы азота, и  $\text{CO}_2$ . Если будет массовое развитие высокоскоростной авиации, может, и они начнут оказывать более существенное влияние на прохождение инфракрасных лучей.

проф. Б.М. Смирнова “Физика глобальной атмосферы”, опубликованной в 2017 г.

В течение долгого времени в прошлом концентрация углекислого газа изменялась в пределах между 0.02 и 0.03%. Однако, начиная с середины прошлого века, концентрация атмосферного углекислого газа вышла из этого интервала и составляет 0.04%. Концентрация паров воды – 1.7%, при этом увеличение концентрации паров

воды всего на 10% повышает температуру атмосферы на один градус. За последние 100 лет содержание паров воды в атмосфере увеличилось примерно на 4%, что повышает температуру на 0.4 °С. Увеличение содержания  $\text{CO}_2$  вдвое добавляет ещё примерно 0.2 °С.

Сегодня говорят о том, что энергетика должна развиваться таким образом, чтобы быть “зелёной” и обеспечивать минимальный выброс  $\text{CO}_2$ , поскольку  $\text{CO}_2$  влияет на климат. Эта точка зрения выгодна тем, кто устанавливает налоги на  $\text{CO}_2$  как на газ, создающий парниковый эффект. При этом никто не говорит о влиянии на климат паров воды, потому что они – не антропогенный газ и его налогами не обложишь.

Когда говорят о развитии энергетики, не нужно утверждать, что именно она и вообще человечество сейчас определяют изменение климата. Это обман. На него человек практически не влияет. Слишком малый эффект. А вот на экологию – и особенно местную – влияние человечества велико, и этим, безусловно, надо заниматься.

## Почему же так много людей, в том числе учёных и специалистов, участвуют в этом обмане?

Когда речь идёт о деньгах, то тем, кто эти деньги собирает, нужен какой-то лозунг. Влияние CO<sub>2</sub> на климат – более сильный лозунг, чем влияние CO<sub>2</sub> на экологию. Несколько лет назад Президиум РАН посещала делегация Академии наук США, и американцы начали говорить о CO<sub>2</sub>. Я выступил и сказал, что влияет не CO<sub>2</sub>, а пары воды. Никто не возразил! Американцы сидели и молчали.

**Но ведь всё равно энергетика со сжиганием ископаемого топлива вредит окружающей среде и получается, что правы те, кто ратует за скорейший отказ от неё в пользу возобновляемых источников энергии?**

Абсолютно не правы, потому что углеводородная энергетика ещё много десятков лет будет самой экономически эффективной. Безусловно, нужно развивать возобновляемые источники энергии. Нужно развивать атомную энергетику, но с замкнутым топливным циклом, чтобы не создавать гигантские радиоактивные отходы и не расходовать уран, которого в конце концов тоже может не хватить человечеству. Всё это должно развиваться, чтобы уменьшить потребление органики, потому что её запасы тоже ограничены и закончатся, хотя и не через десятилетия, как сейчас говорят, а на мой взгляд, совершенно ясно, что речь идёт о столетиях, потому что много месторождений нефти, газа и угля ещё не открыто.

Безусловно, нужно развивать возобновляемые источники энергии.

Нужно развивать атомную энергетику, но с замкнутым топливным циклом, чтобы не создавать гигантские радиоактивные отходы и не расходовать уран, которого в конце концов тоже может не хватить человечеству.

Всё это должно развиваться, чтобы уменьшить потребление органики, потому что её запасы тоже ограничены и закончатся, хотя и не через десятилетия, как сейчас говорят, а на мой взгляд, совершенно ясно, что речь идёт о столетиях, потому что много месторождений нефти, газа и угля ещё не открыто.

нефти, газа и угля ещё не открыто. Но в любом случае энергетика, основанная на сжигании органики, ещё многие десятилетия останется самой дешёвой. Она будет основой энергетики человечества. Поэтому так важно заниматься её развитием.

## Почему же этого не происходит?

Дело в том, что у нас в своё время провели денационализацию энергетики. Электростанции передали в частные руки. А частнику невыгодно

менять оборудование, потому что окупается оно при нынешних условиях лишь через 12–15 лет. А раз нет гарантированного спроса, нет и производства, нет разработок и их научного сопровождения. Это самые сложные технологии, которые требуют привлечения фундаментальной науки. На это требуются слишком большие деньги. Такую разработку может профинансировать только государство.

На отношение государства к этой проблеме влияет и то, что у нас избыточные мощности в энергетике. Из-за развала промышленности образовался значительный резерв мощности электростанций. Государство считает, что электроэнергия

в стране и так слишком много. Излишние мощности действительно есть, но это не отменяет факта их неэффективности.

Это и привело к тому, что отечественных ГТУ большой мощности у нас сейчас нет, а ГТУ малой мощности есть только потому, что в их основе – авиа-

ционные двигатели, разработка которых уже была профинансирована государством.

### **Энергетические ГТУ малой мощности в России производятся?**

По установкам мощностью до 25 МВт у нас всё в порядке. Их производит, к примеру, АО "ОДК-Авиадвигатель" в Перми на базе авиационных ГТД, разработанных пермским КБ под руководством А.А. Иноземцева. Выпускает такие установки и ПАО "ОДК-Сатурн" в Рыбинске. Доля таких ГТУ в общем объёме выработки электроэнергии невелика, но их можно и нужно использовать в децентрализованной энергетике.

Если в каком-то удалённом районе есть газ, то гораздо выгоднее создать там сеть малых электростанций на базе ГТУ, чем за десятки, а то и сотни километров тянуть линии электропередачи от крупных электростанций. Такие ГТУ, к примеру, используют для энергообеспечения газовых и нефтяных месторождений, которые, как правило, находятся в труднодоступных местах. Кроме того, ГТУ может служить резервным источником электроэнергии на важных объектах.

Хотел бы отметить, что ОКБ "Авиадвигатель" после развала СССР и гражданского авиастроения сохранилось исключительно за счёт разработки и выпуска ГТУ для газоперекачки. В начале 90-х гг. на заседании Президиума "Газпрома" обсуждалась проблема газоперекачки для новых линий. И я предложил Черномырдину, тогда возглавлявшему "Газпром", привлечь пермское КБ для создания новых установок, что и было сделано.

А вот мощных отечественных энергетических ГТУ сейчас нет. В Рыбин-

ске на "Сатурне" более 10 лет пытались довести турбину ГТД-110, которую в середине 90-х спроектировали на украинском предприятии "Зоря" – "Машпроект" в Николаеве. Во времена СССР Николаевский завод сделал для нашего флота судовых газотурбинных установок больше, чем Америка и Англия вместе взятые. И эти установки были лучшими в мире. Судьба ГТД-110 мне очень близка, потому что где-то в конце 80-х мы проводили выездное заседание Совета по газовым турбинам в Николаеве. Тогда там был генеральным конструктором В.И. Романов. И я начал ему говорить: "Вы делаете судовые установки для флота, сделайте ГТУ для энергетики". Он спрашивает: "А какую?" Отвечаю: "Максимально мощную". Он повёл меня

в цех, мы посмотрели станки, размер обработки корпусов. Из этого размера мы прикинули, что мощность по расходу газа должна быть 110 МВт. И проектирование этой установки началось с этого заседания.

В Николаеве сделали проект, первую установку собрали и испытали, а потом лицензию на изготовление передали в Рыбинск. Беда в том, что доводка подобного рода техники требует громадных усилий, а гарантированного спроса на неё нет.

**А почему прекратилось производство ГТУ большой мощности в Санкт-Петербурге?**

Действительно, первые в мире и самые мощные на тот момент газовые турбины на 100 МВт мы сделали именно на Ленинградском металлическом заводе, но в это время началось бурное развитие атомной энергетики. В результате развитие ЛМЗ в направ-

Если в каком-то удалённом районе есть газ, то гораздо выгоднее создать там сеть малых электростанций на базе ГТУ, чем за десятки, а то и сотни километров тянуть линии электропередачи от крупных электростанций.

лении газовых турбин остановилось, хотя там было хорошее КБ. В итоге 20 с лишним лет назад там начали делать турбины Siemens.

Мне пришлось бывать на сименсовских заводах в Берлине, первый раз где-то в 1990 г. Это был такой же завод, как ЛМЗ. Производство на токарно-фрезерных станках, обычная литейка, и везде работали эмигранты из Болгарии, Польши, Румынии. Где-то во второй половине 90-х я был там второй раз. Появились многокоординатные станки. На них работали восточные немцы. А до этого немцы работали только инженерами. Когда я в третий раз побывал там, токарно-фрезерных станков уже практически не было, стояли в основном гигантские обрабатывающие центры, и на них работали почти одни немцы. А ЛМЗ за это время стал принадлежать Siemens. Продали и за город его вынесли, чтобы застроить старую территорию завода.

**На совместное производство АО “Силовые машины” и Siemens на бывшем ЛМЗ надежды в условиях санкционных рисков уже нет?**

Siemens изготавливает в Санкт-Петербурге свои турбины мощностью 160 МВт. Но это производство может прекратиться в любой момент. Siemens 150 лет работает в России и всегда выполняет свои обязательства, если это зависит от самой компании, но может сложиться ситуация, когда от неё ничего зависеть уже не будет. Вспомнить хотя бы проблемы с поставкой турбин в Крым в 2017 г.

В связи со всем этим я ещё в 2016 г. предложил В.Е. Фортову (возглавлял в этот период Российскую академию наук. – Ред.) написать письмо В.В. Путину от РАН, что надо возродить отечественное газотурбинное маши-

ностроение, потому что это даст возможность повысить эффективность использования газа. Это и экология, и экономия, и безопасность. И президент России написал резолюцию: “Поддерживаю, организовать работу”. У меня это письмо есть. Создали комиссию при Министерстве энергетики и Минпромторге.

В 2018 г. Правительством России наконец было принято решение о воссоздании в стране отечественного производства газовых турбин. В 2019 г. “Силовые машины” одержали победу в конкурсе Минпромторга и получили субсидии на разработку отечественных энергетических газовых турбин класса ГТЭ-65 и ГТЭ-170. Первые образцы ожидаются в 2022–2023 гг. Но проект “Силовых машин” позволит лишь возродить конструкторское бюро на бывшем ЛМЗ. Этого совершенно недостаточно.

Пока потери продолжают. Ведь сейчас более трёх четвертей установок работают больше 50 лет, в ближайшие 10–15 лет они начнут разваливаться. И если это произойдёт, страна будет развиваться не только за счёт продажи природных ресурсов, то потребление электроэнергии многократно возрастет. А если расширят санкции и запретят зарубежным фирмам поставлять нам запчасти, что мы будем делать? У нас останутся электростанции. Большую энергетику мы должны обеспечить своими силами. И в стране для этого всё есть: наука, КБ, заводы, кадры. Нужна организационная роль правительства.

**Беседовал Леонид Ситник,  
редакция сайта РАН<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Отдел популяризации науки и сетевого распространения информации Управления научно-информационной деятельности РАН.

В 2018 г. Правительством России наконец было принято решение о воссоздании в стране отечественного производства газовых турбин.