

Внедрение газотопливной технологии на воздушном транспорте – путь к удешевлению перевозок в арктическом и дальневосточном макрорегионах

*А.Ю. Аджиев, ОАО «НИПИГазпереработка»,
В.П. Зайцев, ОАО «Интеравиагаз»,
В.И. Маврицкий, ФГУП «ЦАГИ»,
С.К. Постоев, ФГУП ГосНИИ ГА,
Л.С. Яновский, ФГУП «ЦИАМ»,
Г.И. Шмаль, Союз нефтегазопромышленников России*

В статье рассмотрены проблемы существующего топливного обеспечения авиации труднодоступных и малонаселенных территорий России и показано, что одним из сдерживающих факторов развития транспортных средств в арктических и северных регионах является высокая стоимость жидкого топлива, которое приходится доставлять туда из промышленно развитых районов России. Предложено прорывное инновационное решение, которое позволит вывести отечественные вертолеты, а затем и самолеты в разряд уникальных в своем классе летательных аппаратов, имеющих минимальные затраты по статье «авиатопливо», за счет использования АСКТ – нового авиатоплива, которое можно получать из попутного нефтяного газа.

Использование этого топлива потребует некоторой доработки воздушных судов. Однако, учитывая теплофизические свойства АСКТ и низкие температуры, преобладающие в северных широтах, эти доработки можно свести к минимуму и обратить тем самым суровые климатические особенности нашего Севера и Арктики в преимущества, используя их для значительного удешевления модернизации авиационной техники.

Как известно, транспорт, теплоэнергетика и коммуникационные системы являются основными составляющими развития любого региона России. Для Севера, Сибири, Дальнего Востока и Арктики они вообще имеют первостепенное значение. В связи с этим создание нормальных жизненных условий для населения и, главное, круглогодичное обеспечение грузовых и пассажирских перевозок в этих практически бездорожных регионах остается одной из главных задач.

Поэтому освоение, а также экономическое и социальное развитие этих регионов, в том числе и развитие коренных малочисленных народов, в значительной степени зависит от наличия транспортных средств, адаптированных к их специфическим условиям.

В настоящее время основным транспортом, обеспечивающим северные грузоперевозки, является водный (в короткий навигационный период). Однако он обеспечивает, как правило, прибрежные

поселения. Кроме того, сезонный характер работы водного транспорта определяет неравномерность поступления грузов и необходимость создания больших страховых межнавигационных запасов. Потери от этого порой достигают значительных величин.

В этих условиях основой экономического и социального подъема должно стать развитие местных и региональных перевозок за счет дальнейшего увеличения роли и значения других, не водных видов регионального транспорта, как «катализаторов» развития этих труднодоступных регионов (ТДР) страны. Однако вышеуказанные особенности рассматриваемых регионов и, кроме того, большие расстояния между малонаселенными пунктами, небольшие грузопотоки в прямом и обратном направлении, особенности климата и почвы, а также специфика освоения сырьевых месторождений (свертывания месторождений по мере их выработки и последующего перемещения оборудования на новые участки) делают экономически нецелесообразным создание большой сети стационарных, круглогодично действующих железнодорожных и автомобильных дорог, особенно в условиях тундры. По мнению специалистов, проложить стационарную трассу на вечной мерзлоте чрезвычайно дорого, зимой ее будет заметать пургой, а летом она просто «поплывет». Поэтому, традиционные виды наземных транспортных средств (ТС) в настоящее время используются меньше, чем на «материке», и в перспективе в этих регионах вряд ли смогут иметь достаточное распространение.

Для уменьшения отрицательных последствий техногенного воздействия на легкоранимые тундровые экосистемы наземные ТС должны иметь давление на грунт не превышающее 0.15 кг/см^2 . В этой связи резко возрастают преимущества безопорного (ТС на воздушной подушке) и авиационного (самолеты, вертолеты, экранопланы, дирижабли и т.п.) транспорта. Следует заметить, что и в прошлом в арктических и других ТДР более распространенным, практически круглогодичным, в ряде случаев доминирующим являлся авиационный транспорт, особенно в пассажирских перевозках.

Расширение грузоперевозок этими видами транспорта будет способствовать дальнейшему снижению неблагоприятного воздействия на тундру наземных ТС. Они не только дополняют магистральный и водный транспорт на конечных этапах перевозок, но и будут способствовать обеспечению регулярности и надежности перевозочного процесса, его удешевлению, сокращению сроков доставки пассажиров и грузов.

Одним из сдерживающих факторов развития транспортных средств в арктических регионах является высокая стоимость жидкого топлива, которое приходится доставлять сюда из промышленно развитых районов России. Доля транспортных затрат, увеличивающих цену топлива может достигать 30 и более процентов. Это привело к тому, что доля авиакеросина в стоимости авиабилета в этих в регионах составляет 20–30% [1] и имеет тенденцию к росту. Усугубляют это положение дополнительные проблемы, связанные с недостаточностью и нерегулярностью поставок, обусловленных «северным завозом».

Высокие цены на жидкое топливо обусловили повышение стоимости транспортных перевозок, что оказало и продолжает оказывать негативное влияние на развитие производительных сил регионов. Так, значительно выросший лётный тариф вызвал сокращение спроса на авиаработы, в том числе вертолетные, что не могло не отразиться на деятельности отраслей, специфика которых не позволяет использовать другие виды транспорта. А показатель внутренних перевозок на российских авиалиниях в настоящее время составляет чуть более 30–35% от ранее существовавшего в 1992 году уровня [2].

В связи с этим 80–85% местной сети в настоящее время ликвидировано. Из 1204 аэродромов классов Г, Д и Е, имевшихся в 1991 г., осталось 174 (2008 г.). Переход от социальных тарифов к экономически обоснованным привел после 1991 года к сокращению объемов пассажирских перевозок на легких самолетах вместимостью 15–19 мест почти в 40 раз, а на самолетах вместимостью 12 мест – более чем в 50 раз.

Несколько в лучшем положении находится магистральная авиация, связывающая своими линиями крупные центры в единую сеть. Однако она практически не влияет на жизнь внутри регионов, т.к. эти линии не могут образовать сети обмена товарами, услугами, знаниями, умениями и т.п. ни на уровне районов, небольших городов, поселков и деревень, ни на уровне контактов небольших городов с крупными научными и промышленными центрами. Отсутствие такой региональной сети привело к тому, что 12–15 миллионов человек на 60–67% территории практически отрезаны от жизни страны, что чревато определенным социальным напряжением [2].

Одним из решений проблемы удешевления транспортных перевозок и уменьшения затрат на топливную составляющую в рассматриваемых регионах является использование топлив, производимых из местных сырьевых ресурсов.



Рис. 1

Газолет – вертолет на газовом топливе

В указанных выше регионах имеются огромные запасы попутного и природного газов, (по некоторым данным только в факелах в течение года сгорает 20–40 млрд куб.м попутного нефтяного газа – ПНГ), продукты переработки которых могут эффективно заменить жидкое нефтяное топливо на воздушных и наземных транспортных средствах. Кроме того, на газовое топливо могут быть переведены автономные энергоузлы и многочисленные котельные, что также уменьшит потребность регионов в угле и солянке. Себестоимость производства газообразных топлив значительно ниже, чем жидких. В цене газового топлива, вырабатываемого из местного сырья, будет значительно меньше и транспортная составляющая. Газовое топливо также экологически чище, чем топливо, получаемое из нефти.

Наземный транспорт с поршневыми двигателями в мире и в России уже достаточно давно использует в качестве моторного топлива как попутный сжиженный газ (автопропан), так и сжатый природный газ (метан)

Исследованием возможности использования альтернативных топлив, получаемых из природных и попутных газов, в двигателях различных летательных аппаратов российская авиационная наука

(ЦАГИ, ЦИАМ и др.) занимается более 30 лет. В середине 90-х годов на ОАО «Московский вертолетный завод им.М.Л.Миля» при активном участии ОАО «Интеравиагаз» создан и прошел начальный этап испытаний **первый в мире** промышленный образец двухтопливного вертолета Ми-8ТГ, оба двигателя которого могут работать как на авиационном сконденсированном (пропан-бутановом) топливе – АСКТ, так и на обычном авиакеросине, а также на их смесях (рис. 1). Осенью 1995 года вертолет был продемонстрирован **в полете** на «Международном авиакосмическом салоне» в г. Жуковском. Весной 2000 года вертолет получил Диплом на выставке «Высокие технологии оборонного комплекса» в Москве на Красной Пресне, в феврале 2001 года был награжден Дипломом и Золотой Медалью на Первом Московском Международном салоне инноваций и инвестиций, а в ноябре 2006 г. Ми-8ТГ удостоили Диплома Комитета по экологии Госдумы Российской Федерации и Фонда им. В.И.Вернадского «За вклад в укрепление экологической безопасности и устойчивое развитие России». Всего вертолет-газолет был номинирован и получил более 15-ти отечественных и зарубежных премий.

Результаты работы вертолетостроителей, а также исследования, проведенные в ЦАГИ, ЦИАМ, ГосНИИ ГА, НИПИгазпереработка, «Интеравиагаз» и в самолетостроительных ОКБ, показали возможность, а главное, эффективность перевода на газ не только вертолетов, но и самолетов региональной авиации (рис. 2) как существующих (Ил-114, Як-40, Ан-2(3) и др.), так и перспективных (Ту-136), а также газотурбинных и поршневых двигателей других, в т.ч. наземных и водных транспортных средств.

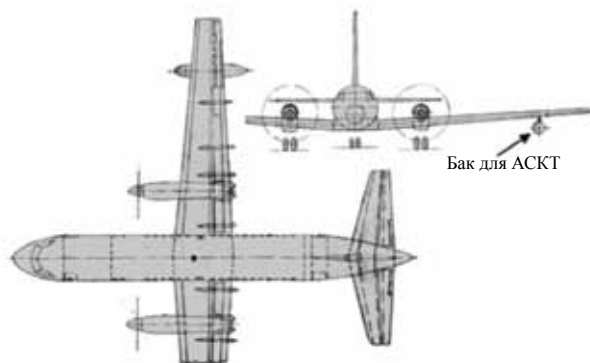
АСКТ имеет ряд существенных преимуществ по сравнению с авиакеросином, которые в значительной мере компенсируют его немного меньшую плотность и более высокое давление насыщенных паров. В частности, испытания вертолета Ми-8ТГ показали, что при переходе на газовое топливо его летно-технические и эксплуатационные характеристики остаются практически неизменными (таблица 1), а некоторые даже улучшаются, в том числе и при эксплуатации в условиях пониженных температур. Например, меньшая вязкость АСКТ при отрицательных температурах позволит понизить разрешитель-

изделий в течение 2–3 недель. Разработка наземной инфраструктуры обеспечения газовым топливом не потребует решения сложных технических проблем, т.к. многие его устройства могут быть заимствованы из арсенала автомобилистов и нефтехимиков.

Но, главное, при отрицательных температурах (ниже -10 – 15°C), преобладающих в Арктике значительную часть года, АСКТ и, особенно, его разновидность АСКТ-Б (ниже $+5^{\circ}\text{C}$), отличающееся от АСКТ меньшим содержанием пропана, можно заливать непосредственно в имеющиеся керосиновые баки вертолетов и самолетов, сведя модификацию последних к несложной доработке двигателей и топливных систем. Таким образом, **суровые климатические особенности нашего Севера и Арктики можно обратить в преимущества**, используя их для значительного удешевления модернизации существующего воздушного парка и другого транспорта в двухтопливный вариант.

Проект газового вертолета имеет высокую степень готовности и при реализации может дать не только большой экологический и высокий коммерческий эффект. Двухтопливные вертолеты

Пассажирский самолет ИЛ-114
с двигателями ТВ7-117



Пассажирский самолет ТУ-136
с двигателями ТВ7-117СФ



Рис. 2

Газолеты – самолеты на газовом топливе

ный порог эксплуатации авиационной техники с -40°C до -50°C и ниже, а возможность двигателя работать на смеси АСКТ и керосина позволит варьировать величиной этого порога. Пожароопасность АСКТ не выше, чем ТС-1, а в ряде ситуаций даже ниже.

Летный состав не заметил никакой разницы в пилотировании и в работе силовой установки. Модификация двигателя и вертолета достаточно проста и может быть выполнена на любом авиаремонтном предприятии при наличии комплектующих

будут способствовать рациональной утилизации попутного газа. Они позволят уменьшить финансовые и экологические издержки при освоении новых месторождений как Арктики, так и других территорий Севера, Сибири и Дальнего Востока.

Авиагаз – авиационное сконденсированное топливо (АСКТ), представляет собой смесь парафиновых углеводородов от пропана (C_3) до гексана (с доминированием бутана) с небольшой примесью более тяжелых парафиновых углеводородов

Таблица 1

Сравнительные технические характеристики вертолетов

№ п/п	Характеристики	Ми-8ТГ	Ми-8Т
1.	Максимальная взлетная масса, т	12	12
2.	Вид топлива	Нефтяной газ, авиакеросин	Авиакеросин
3.	Нормальная коммерческая нагрузка, т	3,0	3,0
4.	Количество пассажиров	22	22
5.	Крейсерская скорость	220	225
6.	Дальность полета с нормальной коммерческой нагрузкой при АНЗ=30мин, км	465	450
7.	Длина ВПП (min), м	100	100
8.	Расход топлива в полете, кг/км	2.65	2.8
9.	Количество и тип двигателей	2х ТВ2-117ТГ	2х ТВ2-117А(г)
10.	Взлетная мощность, л.с.	1500	1500
11.	Категория посадки (по FAR 27)	В	В

(вплоть до C_{10}). В технических условиях на АСКТ (ТУ 39-1547-91) предусмотрено ограничение на содержание пропана – не более 7.2% (10% мол), т.к. он в основном и определяет давление насыщенных паров (0.5 МПа при + 45°C) в топливном баке при плюсовых температурах. АСКТ полностью удовлетворяет всему комплексу требований со стороны авиационной техники. Технические условия на АСКТ согласованы со всеми заинтересованными организациями.

Основным сырьем для получения АСКТ является попутный нефтяной газ (ПНГ). Его можно получать также из «жирного» – с большим количеством примесей – природного газа. По ряду эксплуатационных и теплофизических показателей АСКТ превосходит авиакеросин. В част-

ности, это топливо дешевле (в некоторых точках базирования авиационной техники на Севере и в Арктике цена газового и жидкого топлива может отличаться в 3–5 раз) и менее агрессивно по отношению к конструкционным и уплотнительным материалам, его теплотворная способность выше и т.д. При этом имеются реальные сырьевые возможности без ущерба для других потребителей не только в ближайшее время, но и в перспективе выделять для авиации значительное количество такого топлива.

Технология производства АСКТ принципиально отработана в ОАО «НИПИгазпереработка» (г.Краснодар). Его можно вырабатывать на любых газоперерабатывающих (ГПЗ) и нефтеперерабатывающих (НПЗ) заводах, имеющих газофракци-

онирующие установки (например, на Сургутском заводе стабилизации конденсата (СЗСК), на Нижневартовском, Пермском и др. ГПЗ), а также в пунктах осушки природного газа. Для получения АСКТ на ГПЗ, вырабатывающих только широкую фракцию легких углеводородов (ШФЛУ), необходимо дооборудовать их газодифракционирующими установками. Кроме того, АСКТ можно вырабатывать непосредственно на нефтепромыслах, а также в любой точке по трассе трубопровода ШФЛУ, используя МГБУ – быстро монтируемые малогабаритные блочно-комплектные установки высокой заводской готовности.

Установлено также, что получение из ШФЛУ АСКТ может хорошо сочетаться с одновременной выработкой автомобильных сортов пропана или пропан-бутана для снабжения и наземного транспорта промыслов дешёвым экологически чистым топливом (или для других целей), реализуя тем самым безотходную технологию.

Комплексный анализ показал, что необходимое для авиационного парка Западной Сибири количество АСКТ вполне может быть выработано

либо на расположенных там ГПЗ, либо на промышленных МГБУ, либо в сочетании этих вариантов. Таким образом, проводя в нефтегазодобывающих регионах модификацию имеющегося там воздушного и наземного транспорта в двухтопливный вариант, можно сформировать крупных потребителей газового топлива в месте его добычи, избавившись частично от транспортных затрат на завоз авиакеросина, бензина и дизельного топлива со стороны. Таким образом, можно создать там **новый высокоэффективный рынок** продуктов переработки ПНГ и вовлечь в торговый оборот значительное его количество.

В свое время (в 1998 г.) работами ОАО «НИПИгазпереработка» было показано, что применительно к потребностям Ямало-Ненецкого автономного округа (с возможностью обеспечения также северных районов Красноярского края и Якутии-Саха завозом водным транспортом) целесообразно организовать в первую очередь выработку примерно 110 тыс.т в год АСКТ, из них: 25–30 тыс.т на Губкинском ГПЗ и 80–85 тыс.т на Уренгойском заводе по переработке газового кон-

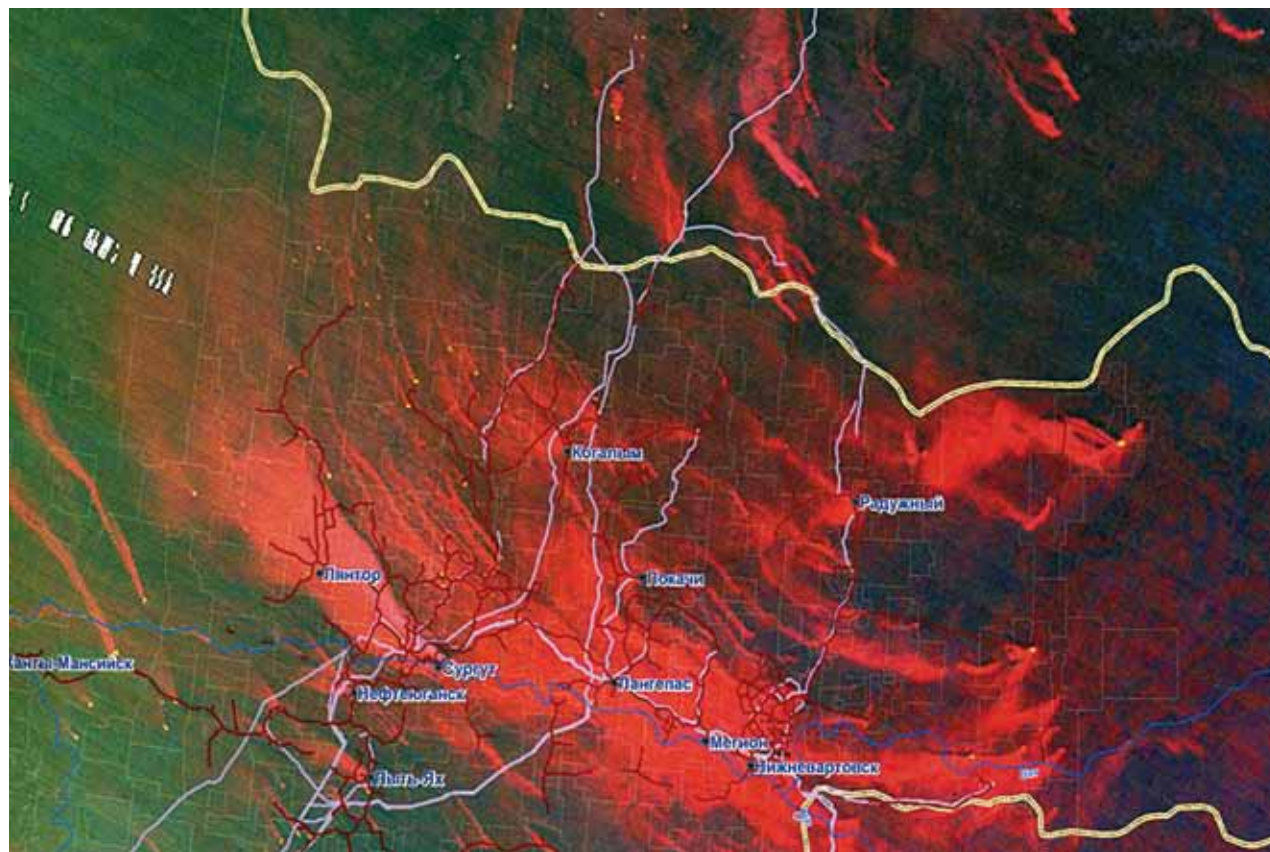


Рис. 3
Западная Сибирь: тепловой след от факелов (со спутника)

денсата (УЗПГК), учитывая, во-первых, большую собственную потребность Ново-Уренгойского авиапредприятия, во-вторых, более благоприятное расположение УЗПГК для транспорта топлива в контейнерах из Обской губы в устья Енисея и Лены.

Очень перспективным местом для производства АСКТ может быть комплекс по подготовке газа Приобского месторождения в Нефтеюганском районе Тюменской обл. Он расположен на Оби, т.е. имеется возможность отгрузки избытка бутановой фракции водным путём в блок-контейнерах. Этот комплекс может обеспечить АСКТ практически все авиапредприятия Тюменской обл., включая Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий округа, и даже Томской обл.

Как уже отмечалось выше, АСКТ и продукты его сгорания экологически чище и менее агрессивны, чем авиакеросин, так как в нем практически отсутствуют сернистые соединения, а также ароматические и непредельные углеводороды, смолы и другие вредные вещества, имеющиеся во многих жидких топливах.

Подчеркиваем еще раз, что особенно большой экологический и коммерческий эффект перевод воздушных транспортных средств на газовое топливо может дать в нефте- и газодобывающих регионах, где газ, из которого можно получать АСКТ, имеется в избытке и в больших количествах сжигается в факелах, значительно увеличивая загрязнение окружающей среды (рис. 3). Оценки показывают, что перевод летательных аппаратов, наземного транспорта и энерго-тепловых агрегатов жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ) на экологически чистое газовое топливо, получаемое их ПНГ, позволит рационально использовать от 3-х до 6-ти млрд куб. м попутного нефтяного газа и высвободить в год до 1.0 млн тонн авиакеросина. Это приблизительно столько же, сколько получает авиакеросина за этот же период российская военная авиация.

Однако только этим экологические эффекты от использования АСКТ не ограничиваются. Общеизвестно, что наземные транспортные средства в отличие от авиационных катастрофическим образом воздействуют на экологически хрупкую поверхность тундры. Перевод летательных аппаратов на газовое топливо позволит в избытке обеспечить авиационную технику нефтедобывающих регионов дешевым топливом и будет способствовать увеличению воздушных грузоперевозок и перераспределению грузопотоков в сторону воз-

душного транспорта, что снизит неблагоприятное воздействие на тундру наземных транспортных средств.

В глобальном аспекте внедрение в авиационную технику газотопливной технологии также несет большой экологический потенциал, так как позволяет уменьшить парниковый эффект и ограничить давление на озоновый слой, что вполне соответствует духу «Киотских соглашений» и сможет дополнительно «сэкономить» России квоту на уменьшение выбросов парниковых газов, которую она может продать другим странам. По крайней мере, проект хорошо коррелируется с задачами инвестиционного фонда «Глобальная углеродная инициатива» («Global Carbon Initiative», сокращенно GCI), организованного в своё время Всемирным банком с целью оказания финансовой поддержки проектам по снижению эмиссии парниковых газов.

И последнее. Учитывая специфические экологические свойства АСКТ, его **использование в Антарктике** для наземного и воздушного транспорта, а также для систем жизнеобеспечения на исследовательских станциях могло бы стать уникальным решением проблемы топливообеспечения на этом экологически хрупком континенте. Не говоря о том, что экспедиции могли бы отказаться от завоза нескольких разновидностей топлива для разнообразных потребителей, перевод максимального их количества на один вид топлива, более экологичного и более дешевого, значительно уменьшил бы издержки содержания таких станций.

Для завоза и хранения АСКТ на станциях можно было бы использовать временные хранилища типа блок-контейнеров без теплоизоляции, используемые автомобилистами и нефтехимиками. А из-за более низкой, чем у нефтяных топлив, вязкости АСКТ, минусовые температуры, которые здесь, как и в Арктике наблюдаются большую часть года, не создадут проблем при эксплуатации воздушной и наземной техники.

Принимая во внимание возможность принятия международного постановления об ужесточении экологических требований к условиям работы и проживания на Антарктическом континенте, активное использование на нём АСКТ особенно перспективно. В этом случае Россия может получить конкурентные преимущества, предлагая заинтересованным организациям новое более экологичное топливо и работающую на нем воздушную и наземную технику.

Таким образом:

1) Альтернативное авиационное сконденсированное пропан-бутановое топливо – АСКТ (ТУ 39 1547-91) имеет ряд существенных преимуществ по сравнению с авиакеросином, которые в значительной мере компенсируют его немного меньшую плотность и более высокое давление насыщенных паров.

По ряду эксплуатационных показателей АСКТ превосходит авиакеросин. В частности, это топливо дешевле (в некоторых точках базирования авиационной техники на Севере и в Арктике цена газового топлива и авиакеросина может отличаться в 3–5 раз), экологически чище и менее агрессивно по отношению к конструкционным и уплотнительным материалам. Пожароопасность АСКТ не выше авиакеросина, а в ряде ситуаций даже ниже. Основным сырьем для получения АСКТ является попутный нефтяной газ. Его можно получать также из «жирного» (с большим количеством примесей) природного газа.

2) Технология производства АСКТ принципиально отработана в ОАО «НИПИГазпереработка» (г.Краснодар). Его можно вырабатывать на любых газоперерабатывающих и нефтеперерабатывающих заводах, имеющих газофракционирующие установки (например, на СЗСК, на Нижневартовском, Пермском и др. ГПЗ.), а также в пунктах осушки природного газа. Получение АСКТ на ГПЗ, вырабатывающих только широкую фракцию легких углеводородов, возможно после дооборудования их газофракционирующими установками. Кроме того, АСКТ можно вырабатывать непосредственно на нефтепромыслах, а также в любой точке по трассе трубопровода ШФЛУ, используя быстро монтируемые МГБУ высокой заводской готовности.

3) Наиболее эффективно использовать АСКТ в арктических и других труднодоступных регионах России, в которые авиакеросин приходится доставлять из промышленно развитых территорий, что увеличивает и без того его высокую стоимость, а газ, из которого можно получать АСКТ, имеется в избытке и в больших количествах сжигается в факелах, значительно увеличивая загрязнение окружающей среды.

4) Реальность использования АСКТ в качестве авиатоплива доказана полетами вертолета Ми–8ТГ в 90-х годах на ОАО «Московский вертолетный завод им.М.Л.Милля».

5) Проект двухтопливного вертолета-газоплана имеет высокую степень готовности и при реализации может дать не только большой экологический,

а также высокий коммерческий и мультипликативный эффект. Двухтопливные вертолеты будут способствовать рациональной утилизации попутного газа. Они позволят уменьшить финансовые и экологические издержки при освоении новых месторождений как Арктики, так и других территорий Севера, Сибири.

6) При отрицательных температурах (ниже $-10-15^{\circ}\text{C}$), преобладающих в Арктике значительную часть года, АСКТ и, особенно, его разновидность АСКТ-Б (ниже $+5^{\circ}\text{C}$), отличающимся от АСКТ меньшим содержанием пропана, можно заливать непосредственно в имеющиеся керосиновые баки вертолетов и самолетов, сведя модификацию последних к несложной доработке двигателей и топливных систем. Таким образом, **суровые климатические особенности Арктики можно обратить в преимущества**, используя их для значительного удешевления модернизации существующего воздушного парка и другого транспорта в двухтопливный вариант.

7) Учитывая специфические экологические свойства АСКТ, его использование для наземного и воздушного транспорта, а также для систем жизнеобеспечения на исследовательских станциях Антарктики могло бы стать уникальным решением проблемы топливообеспечения на этом экологически хрупком континенте.

В этом плане освоение АСКТ особенно перспективно, учитывая возможность принятия международного постановления об ужесточении экологических требований к условиям работы и проживания на Антарктическом континенте. Россия таким образом может получить конкурентные преимущества, предлагая заинтересованным организациям новое более экологичное топливо и работающую на нем воздушную и наземную технику.

Литература

1. «Тенденции и перспективы развития гражданской авиации в РФ». Парламентские слушания от 21.06.2011 г. Москва. Совет Федерации.
2. «Гражданская авиация: коммерческая авиация, авиация общего назначения». Рекомендации Парламентского дня от 29.09.2009 г. Москва. Совет Федерации.