

TECHNICAL SCIENCE

Melnikov Z.G., Konoplev V.N.

COMPARATIVE ANALYSIS OF GAS EQUIPMENT OF CARS KAMAZ WITH GAS ENGINES WORKING ON COMPRESSED AND LIQUEFIED NATURAL GAS

Melnikov Z.G., Konoplev V.N. - Ph.D., professor
RUDN University (Russia)
Engineering Academy, Department of Mechanical and Tool
Engineering

Abstract

To consider the physical and chemical characteristics of natural gas. Analyze the use of natural gas as a motor fuel in Russia and abroad with the identification of causes. Compare the gas-cylinder and cryogenic equipment of KAMAZ vehicles in terms of design, and also show the expediency of using this or that equipment.

Keywords: CNG, LNG, balloon equipment, cryogenic equipment, KAMAZ.

Последние годы характеризуются усугублением проблемы обеспечения транспортных средств и других энергетических потребителей традиционным нефтяным моторным топливом. Обострение проблемы определяют три причины.

Первая причина – это истощение запасов нефти.

Вторая причина – увеличение количества транспортных средств, основного потребителя нефтяного моторного топлива.

Третья причина – вредные выбросы от растущего парка транспортных средств, работающих на нефтяном моторном топливе.

Перспективным и реальным вариантом для России является перевод транспорта и других потребителей топлива на сжатый или сжиженный природный газ. Поскольку запасы природного газа в нашей стране составляют 35% мировых, добыча – 20%, являясь самыми высокими в мире, природный газ в сжатом (КПГ) или сжиженном (СПГ) виде является близким аналогом бензина и дизтоплива применительно к использованию в качестве моторного топлива.

Физико-химические характеристики природного газа[2]

Природный газ

Природный газ, содержащийся в земной коре, это многокомпонентная смесь лёгких углеводородов и примесей, при обычных условиях представляет собой лёгкий горючий бесцветный газ, не имеющий запаха. Привычный «запах газа» – всего лишь результат проводимого в целях безопасности одорирования газа (придания запаха) прямо на месте добычи. В зависимости от месторождения природный газ на 88 ... 98% по объёму состоит из простейшего углеводорода – метана:

- химическая формула	CH ₄
- молекулярная масса, кг/моль	16
- плотность (при давлении 760 мм.рт.ст и температуре 0°C), кг/м ³	0,714
- относительная плотность по воздуху	0,546

Оставшаяся часть объёма в порядке убывания приходится на такие компоненты природного газа, как этан, пропан, изобутан, нормбутан, изопентан, двуокись углерода, кислород, азот. В одорированном газе, естественно, присутствует и этилмеркаптан.

Компримированный (сжатый) метан

Природный газ, сжатый до давления порядка 20 МПа называют компримированным. Этот термин применяется вместо термина «сжатый» для различия аббревиатур обозначения состояния газа в сжатом и

сжиженном виде. Принятая аббревиатура для компримированного (сжатого) природного газа – КППГ.

Хранение и транспортировка КППГ осуществляется, как правило, в металлических, металлопластиковых или углепластиковых баллонах высокого давления.

Высокое давление хранения предъявляет к баллонам повышенные требования прочности, в результате масса 50-литрового стального баллона под давлением 20 МПа в зависимости от марки стали находится в пределах 50 – 93 кг.

Металлопластиковые баллоны легче в 1,5 – 2 раза, а углепластиковые баллоны значительно легче – в 2 ...4 раза – но из-за высокой трудоёмкости и стоимости их изготовления на данный момент не получили должного распространения.

Сжиженный природный газ

Охлажденный до криогенных температур природный газ переходит в сжиженное состояние. Принятая аббревиатура для сжиженного природного газа – СПГ. Неодорированный СПГ – криогенная жидкость без цвета и запаха, при атмосферном давлении кипящая при температуре около минус 160°С.

Хранение и транспортировка СПГ осуществляется в сосудах в температурном диапазоне 120 ... 140 К, которому соответствует диапазон давлений 0,2 ... 0,6 МПа. Низкое, по сравнению с КППГ, давление хранения позволяет значительно снизить массу сосудов.

В рабочем диапазоне линии насыщения метана плотность жидкой фазы составляет от 412 до 380 кг/м³, и простейший пересчет через плотность метана при нормальных условиях - 0,714 кг/м³ покажет, что в 1 м³ жидкого метана содержится 577 ... 532 м³ газа при нормальных условиях. Для КППГ этот показатель, в зависимости от давления хранения 20 ... 25 МПа, составляет всего 200 ... 250 м³. Отношение объемов жидкости и газа называют коэффициентом регазификации и для СПГ принимают равным «примерно 600».

Описанные выше два обстоятельства (низкое давление хранения и высокий коэффициент регазификации) и являются первоосновой применения природного газа в сжиженном виде. Однако хранение и транспортировка СПГ может производиться исключительно в сосудах с высокоэффективной теплоизоляцией.

Различают вакуумный и безвакуумный типы теплоизоляции. В первом случае сосуд представляет собой двустенную конструкцию, из

межстенного пространства которой откачан воздух; во втором – одностенную конструкцию, покрытую с внешней стороны теплоизолирующим материалом.

Поскольку ни одна теплоизоляция не обеспечит отсутствие теплопритоков к криогенной жидкости, ведущих к росту давления в сосуде, то одним из важнейших параметров теплоизоляции считается «время бездренажного хранения» – время до срабатывания предохранительных клапанов – характеризующее величину потерь жидкости.

Для вакуумной теплоизоляции время бездренажного хранения исчисляется десятками суток, безвакуумная может обеспечить в лучшем случае всего несколько суток.

Выбор типа изоляции зависит от характера работы сосуда: емкости для транспортировки на небольшие расстояния и емкости хранения с постоянным расходом целесообразно выполнять с безвакуумной изоляцией, для емкостей-накопителей длительного хранения лучше применить вакуумную изоляцию.

Основными преимуществами СПГ перед КПГ и другими видами моторных топлив:

- в 3 раза более высокая плотность по отношению к КПГ;
- уменьшение весогабаритных характеристик системы хранения топлива;
- увеличение грузоподъемности и запаса хода от одной заправки;
- увеличение моторесурса двигателей за счет более высокого октанового числа топлива и безнагарного его сгорания;
- снижение содержания вредных компонентов в ОГ;
- снижение уровня шума.

Сравнение КПГ и СПГ по основным параметрам приведено в таблице 1.

Таблица 1

Сравнение КППГ и СПГ по основным параметрам
 Comparison of CNG and LNG by main parameters

Параметры	Компримированный природный газ (КППГ)	Сжиженный природный газ (СПГ)
Свойства	Состояние - газообразное. При сжатии объем газа уменьшается в 200- 250 раз (под давлением 200 МПа при тем-ре 15 °С)	Состояние – жидкое. Природный газ сжижается при температуре -161,7 °С и давлении 1 бар.
Энергетические свойства и особенности	Средние показатели октанового числа находятся в пределах 110-125	Средние показатели октанового числа находятся в пределах 105-107
Безопасность	Метан (основной компонент природного газа) легче воздуха и в случае аварийного разлива быстро улетучивается. Температура самовоспламенения у природного газа значительно выше, чем, например, у бензина.	Чистый СПГ не горит, сам по себе не воспламеняется и не взрывается. На открытом пространстве при нормальной температуре СПГ возвращается в газообразное состояние и улетучивается.
Инфраструктура	Компримированным газом автомобили заправляются на АГНКС (автомобильной газонакопительной компрессорной станции).	Сжиженным природным газом автомобили заправляются на КриоАЗС (криогенных автомобильных заправочных станциях)

Оборудование и технологии для применения сжиженного природного газа

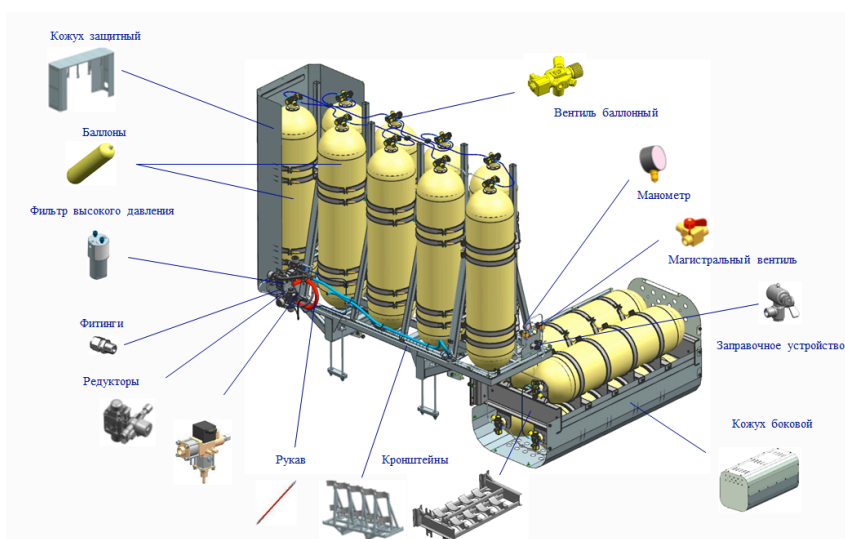
Учитывая большие наработки в использовании компримированного газа (КППГ) как газомоторного топлива во многих отраслях мира, в том числе и в России, а также значительное количество

уже переоборудованного автотранспорта, и, принимая во внимание появившуюся возможность получения нового вида дешевого энергоносителя — сжиженного природного газа, представляется крайне перспективным и экономически оправданным применение СПГ-технологий для решения вопросов обеспечения автотранспорта экологически чистым топливом с помощью комбинированных газозаправочных станций.

Конструктивные особенности газобаллонного оборудования автомобилей КАМАЗ с системой питания на КПП (рис 1)

Рисунок 1

Газобаллонное оборудование автомобилей КАМАЗ с системой питания на КПП
Gas cylinder equipment of KAMAZ vehicles with power system on CNG



Особенностью этой системы питания является наличие газовых баллонов под избыточным давлением 19,6 МПа. Давление измеряется с

помощью манометра. Газовые баллоны соединены между собой трубопроводами высокого давления.

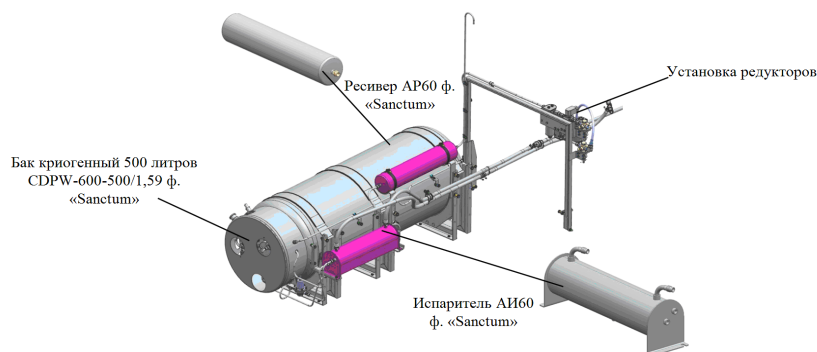
Редуктор обеспечивает понижение до требуемого давления на выходе для обеспечения двигателя газом

Конструктивные особенности автомобилей КАМАЗ с криогенной системой питания на СПГ (рис 2)

Рисунок 2

Криогенное газовое оборудование автомобиля КАМАЗ с системой питания на СПГ

Cryogenic gas equipment of KAMAZ vehicle with LNG power system



Особенностью системы является наличие в системе теплоизолированного криогенного сосуда для хранения газа в жидком виде при температуре -161°C . Также включает в себя ресивер, теплообменник, регулятор давления, газовый фильтр высокого давления. Газовый топливный бак крепится на левом лонжероне рамы автомобиля. Контрольная, запорная, дренажная, заправочная и предохранительная арматура размещена на заднем днище бака и закрыта кожухом.

Сравнение газобаллонного оборудования с криогенной системой питания с точки зрения конструкции

Криогенная система имеет ряд преимуществ:

- хранение СПГ при более низком давлении (10 кгс/см²), обеспечивает большую взрывобезопасность по сравнению с КПП под давлением (до 250 кгс/см²);

- меньший объём пространства, необходимый для размещения. Криогенный бак занимает меньше места на автомобиле по сравнению с большим количеством газовых баллонов, что позволяет освободить монтажную длину шасси для надстроек;

- нет необходимости периодического технического переосвидетельствования криогенного бака;

- нет необходимости закрывать криогенный бак защитным кожухом. Газовые баллоны защищены стальными защитными кожухами от прямого солнечного излучения, атмосферных осадков и дорожных воздействий;

- простота конструкции крепления криогенного бака. Для обеспечения размещения газовых баллонов на автомобиле появляется необходимость в разработке «массивных» кронштейнов;

К недостаткам криогенного оборудования можно отнести :

- сложность конструкции;

- использование дорогостоящих материалов;

- естественная испаряемость газа из резервуара из-за постоянного притока теплоты извне.

Сравнение технических параметров автомобилей с системой питания на СПГ и КПП приведено в таблице 2

Выводы:

Использование природного газа в качестве газомоторного топлива дает значимые социально-экономические выгоды и сокращает экологические издержки. В России, с ее огромными запасами природного газа, самым высоким уровнем добычи в мире, развитой системой магистральных и распределительных газопроводов, имеются все предпосылки для эффективного развития данного рынка.

Для динамичного развития рынка газомоторного топлива в России необходима реализация комплексного подхода, учитывающего интересы всех сторон, включая поставщиков газа, собственников АГНКС, потребителей этого вида топлива, прежде всего населения.

Безусловно, автомобили с системой питания на СПГ найдут широкое применение в России.

Таблица 2

Сравнение технических параметров автомобилей КАМАЗ с системой питания на СПГ и КПП
Comparison of the technical parameters of KAMAZ vehicles with CNG and CNG power systems

Модель автомобиля	65115	65115	65116	65116	65117	65117
Вид топлива	КПП	СПГ	КПП	СПГ	КПП	КПП
Количество газовых баллонов (криогенного бака), шт.	13 по 80л	1- 450л	13 по 80л	1-500л	8 по 100л	1-500л
Суммарный объем газа в баллонах или криогенного бака, л/м3	1040/182	405/243	1040/182	450/274	800/140	450/274
Вес газовой установки (включая вес газа), кг	1175	550	1175	600	1000	600
Грузоподъемность, кг	10800	14820	15150	-	13950	14450
Снаряженная масса, кг	10800	10370	8725	8150	8600	8200
Технически допустимая максимальная масса, кг	25200	25200	23800	23800	24000	24000
Запас хода, км	390	700	360	500	400	750

References:

- [1] "Prospects of using liquefied natural gas as motor fuel on motor vehicles" Tolmachev DI, Golubenko NV FGBOU VO "Belgorod State Technological University. V.G. Shukhov »
- [2] "Comparison of the performance characteristics of the NEFAZ-5299 bus operating on liquefied and compressed natural gas"; Melnikov ZG, Rachkova VA, "Youth engineering thought 2017", pp. 210-211

- [3] Combustible natural natural gas. Fuel for internal combustion engines. Technical conditions. TU 51.03.03-85
- [4] "The equipment is cryogenic. General safety requirements for construction »OST 26-04-2153
- [5] "Rules for the Arrangement and Safe Operation of Vessels Working Under Pressure" PB 10-115-96
- [6] "Guidelines for the organization of operation of gas-cylinder vehicles operating on liquefied petroleum gas" RD 03112194-1094-03
- [7] "Operation of cryogenic on-board fuel systems for transport on liquefied natural gas". P Gazprom 2-1.13-232-2008
- [8] Technical Regulations "On the Safety of Wheeled Vehicles"

Tikhonova A.N., Ageeva N.M., Biryukov A.P., Markovsky M.G.

TECHNOLOGY OF PRODUCTION GRAPE FOOD FIBERS FROM GRAPE SURFACE

Tikhonova A.N., Russia, Krasnodar, North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making, Ph.D.

Ageeva N.M., Russia, Krasnodar, North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making, D.Sc., Professor

Biryukov A.P. Russia, Krasnodar, Kuban state technological university, D.Sc., Professor

Markovsky M.G. Russia, Krasnodar, North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making, Ph.D.

Abstract

Issue of the husks of grapes - secondary raw materials of the winemaking industry utilization concerns recently. It is hardly converted by the winemaking factories and only few use the husks of grapes for a raw spirit or grappa production. In this connection, it needs to develop modern methods of industrial wastes utilization in the new types of production. The authors suggest a new technology of production of grape dietary fibers. Main methods of the dietary fiber production include a separation of seeds, washing of husks, pressing, drying, decomposition (if needed), and packaging. Optimal conditions of drying were selected on the base of the presented experimental data and infrared drying of the raw grape dietary fibers at 70°C is suggested. A developed technology allowed getting yield of 13-15% from 100% fresh husks depending on the grape variety.

Keywords: husks of grapes, infrared drying, by-products of winemaking, grape dietary fiber

Введение

Виноград является одной из самых культивируемых ягод во всем мире, причем одна треть от общего объема производства используется в