

**Кокаев Умиржан Шералиевич**

т.ғ.к., доцент, «Көлік, көлік техника және технология» кафедрасы, Көлік-энергетика факультеті, Л. Н. Гумилев атындағы Еуразиялық ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан қ., 010000, Қазақстан Республикасы, e-mail: kokayev\_ush@enu.kz.

**Бектаев Бекжан Байрбекұлы**

магистр, оқытушы, «Көлік, көлік техника және технология» кафедрасы, Көлік-энергетика факультеті, Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан қ., 010000, Қазақстан Республикасы.

**Касенов Асылбек Жумабекович**

т.ғ.к., профессоры, «Машина жасау және стандарттау» кафедрасы, С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: asylbek\_kasenov@mail.ru.

**Жумашева Жұлдыз Талантбековна**

магистрант, Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан қ., 010000, Қазақстан Республикасы.

**АВТОМОБИЛЬ КӨЛІГІНДЕ ҚОЛДАНЫЛАТЫН СҰЙЫЛТЫЛҒАН КӨМІРСУТЕКТІ ГАЗДЫҢ ФИЗИКАЛЫҚ-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ТАЛДАУ**

*Мақалада автомобиль көлігінде қолданылатын сұйытылған көмірсутек газының физикалық-химиялық қасиеттеріне талдау жасалған. Сұйытылған газдардың жіктелуі және оның әлемде қолданылуы келтірілген.*

*Осылайша, автомобиль жабдықтарын газ моторлы отынға ауыстыру автокөлік құнының төмендеуіне алып келеді, ал газ бен отынның бағасы мен бензин бағасының айырмашылығы салдарынан экономиканың барлық секторларындағы және әлеуметтік саладағы шығындардың төмендеуіне алып келеді және өнеркәсіп өндірісі мен өмір сүру деңгейінің осыған қамтамасыз етеді.*

*Кілтті сөздер: сұйытылған көмірсутек газы, құрамы, пропан, бутан, газ моторлы отын, жабдықтар, автокөлік.*

**КІРІСПЕ**

Сұйылтылған көмірсутекті газды (СКГ) мұнайды, (бензин шығысының ≈ 30 %-ы) газ конденсатын немесе жолай мұнай газды деструктивті өңдеу кезінде жанама өнім ретінде алады.

Сұйылтылған газдарға (СГ) қоршаған ортаның температурасында және салыстырмалы көп емес артық қысымдар кезінде газ тәріздес күйден сұйық күйге ауысатын газдар жатқызылады. Сұйылтылған мұнайлы пропан-бутан газдары иіссіз, түссіз, улы емес, ауадан ауырлау, сұйық түрінде көлемдік кеңейудің үлкен коэффициентіне ие болады, төмен температураларда қайнайды, бұл оған газдың бу немесе сұйық фазасы тиген кезде дененің жергілікті тоңазуын тудыруы мүмкін.

Ауадағы газдың бар болуын сезіну үшін оған айрықша иіс беріледі. Бұл мақсатта одоранттар деп аталатын заттарды пайдаланады. Одорант ретінде этилмеркаптанды (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>) кеңінен қолданады. 100 л сұйылтылған газға шамамен 2,5 г одорантты қосады. Одоранттың осындай мөлшерінде иісінен ауадағы 0,4–0,5 % газды анықтауға болады. Көрсетілген концентрация жарылысқа қауіпті емес, себебі жанғыштықтың төменгі шегінен бар-жоғы 20 %-ын құрайды [1]. Сұйылтылған газдар келесі талаптарды қанағаттандыруы тиіс:

- пайдалану жағдайларында тұрақты компоненттік құрамға ие болуы;
- плюс 45-тен минус 20 °С-қа дейін температуралар аралығында 0,16-дан 1,6 МПа дейін қаныққан булардың артық қысымын қамтамасыз етуі;
- автомобиль газ аппаратында булану және қысқарту кезінде буланбайтын тұнбаға ие болмауы.

Газбаллонды автомобильдерді (ГБА) пайдалану тәжірибесі газбаллонды автомобильдердің ең жақсы көрсеткіштерін, ең алдымен экологиялық көрсеткіштерін, тек мотор отыны ретінде пайдаланылатын СКГ-ның компоненттік құрамын қатаң регламенттеу кезінде ғана алуға болатынын көрсетті (кесте 1).

**НЕГІЗГІ БӨЛІМ**

СКГ-ның негізгі компоненттері: пропан C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>, n-бутан C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>, i-бутан C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>, шамалы мөлшерде пропилен C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>, бутилендер C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>, этан C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> және этилен C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> болып табылады [1].

СКГ-дағы майдың, ауыр қалдықтардың және одоранттың қоспалары газ баллонды жабдықтардың (ГБЖ) резеңке-техникалық бұйымдарында, бәсеңдеткіште, олардың жергілікті концентрациясын айтарлықтай аттыра отырып, жаман иіс шығаратын тұнбаларды түзе отырып, адсорбцияланады. Осы және басқа да бірқатар себептер бойынша, кейбір елдер СКГ-да мотор отындары ретінде қолданылатын одоранттарды пайдаланудан бас тартты.

Кесте 1 – Сұйылтылған көмірсутекті газдың компоненттік құрамы

Компоненттердің салмақтық үлесі	ПТ	ПА	ПБА	ПБТ	БТ
Метанның, этанның және этиленнің жалпы мөлшері	мөлшерленбейді				
Пропан мен пропиленнің жалпы мөлшері, кем емес	75	–	–	мөлшерленбейді	
соның ішінде пропанның	–	85±10	50±10	–	–
Бутандар мен бутилендердің жалпы мөлшері: көп емес	мөлшерленбейді			–	–
кем емес	–	–	–	60	–
Шекті емес көмірсутектердің мөлшері, көп емес	–	6	6	–	–

СКГ-ның негізгі компоненттері төмен температураларда қайнайды, сондықтан қалыпты температурада және атмосфералық қысымда олар тек бу (газ) фазасында ғана болуы мүмкін. СКГ-ны сұйық түрінде сақтау үшін қысымды жоғарылату қажет. Ол қоршаған ортаның температурасына байланысты болады. Температура неғұрлым жоғары болса, газды сұйық фазада сақтап тұру үшін қысым соғұрлым көп болуы керек. СКГ негізгі компоненттерінің бензинмен салыстырғандағы ең тән физикалық-химиялық қасиеттері 2-кестеде келтірілген.

Газ отыны, бензинге қарағанда, қолайлығы көбірек С және Н арақатынасына ие. Қазіргі бензиндерде көміртектік сан 6-ны құрайды, ал СКГ-да ол 4,9-ға тең (табиғи газда – 2,98). Газ отынындағы сутектің жоғарылау мөлшері оның қозғалтқыш цилиндрлеріндегі толығырақ жануын қамтамасыз етеді [1-3].

СКГ-нің элементарлық құрамын газдың ең маңызды бағалауыш параметрлерінің санына жатқызады. Ол газ-қозғалтқыш отынының (ГҚО) сапасы туралы жоруға мүмкіндік береді.

Сұйылтылған газдардың қоспаларының қасиеттері қоспаға кіретін жеке компоненттердің (көмірсутектердің) параметрлері бойынша анықталады.

Кесте 2 – СКГ компоненттерінің негізгі физикалық-химиялық қасиеттері

Компоненттердің қасиеттері	Пропан	Бутан	Бензин
Тығыздығы, г/см <sup>3</sup> : - 15°С-тағы және атмосфералық қысымдағы сұйық фазаның - газ фазасының салыстырмалы тығыздығы (ауаның тығыздығы 1-ге тең)	0,509	0,582	0,720
Қайнау температурасы, °С, атмосфералық қысымда	-42,1	-0,5	35,0
1 л сұйықтықтың булануы кезіндегі булардың көлемі, м <sup>3</sup>	0,209	0,235	0,148
Ең төмен жану жылуы, ккал/кг	10972	10845	10500
Тұтанғыштықтың ең төмен шегіне сәйкес келетін қоспадағы газ мөлшері, көлемі бойынша %-бен	2,4	1,8	1,5
Тұтанғыштықтың жоғарғы шегіне сәйкес келетін қоспадағы газ мөлшері, көлемі бойынша %-бен	9,5	8,4	6,0

Сұйылтылған газды пайдаланудың өзектілігіне қарамастан, оның кемшіліктерін де атап өту керек. Ең алдымен, оның буы тыныс алған кезде тұншықтырады, өйткені ол ауадан ауырлау және ауа оттегісін ығыстырып шығады. Қоршаған заттарға, оның ішінде қорғалмаған адам терісіне тие отырып, және қарқынды буланып, сұйық фаза оларды салқындатады және тоңазуға әкелуі мүмкін. Әрекет ету сипаты бойынша, тоңазу күйікті еске салады. Күшті тоңазу кезінде жарылатын көпіршіктер түзіледі, жаралардың жазыла басталуы ұзақ уақытқа созылады. Маңызды беттердің тоңазуы өмір үшін қауіпті. Бұдан басқа, ол жарылуға қауіпті, өйткені төмен температураларда буланады. Оның ауамен булары жарылуға

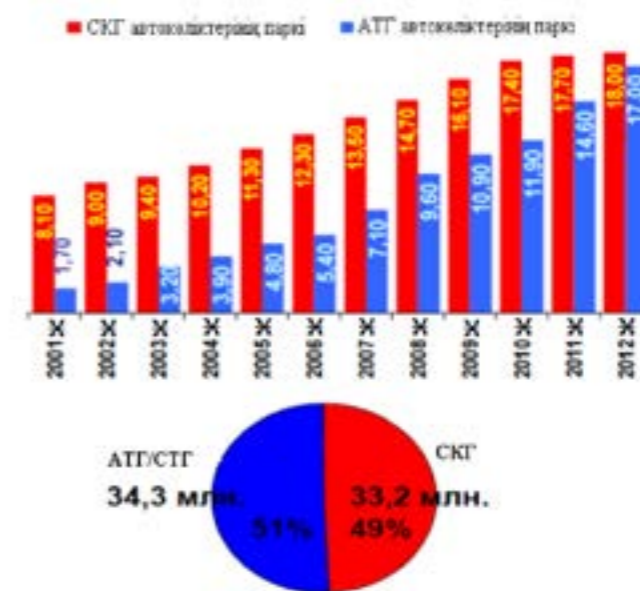
қауіпті қоспаларды түзеді, ауаның тығыздығына қарағанда, көбірек тығыздыққа ие болады және төмен мен желдетілмейтін жерлерде жинақталуы мүмкін [4–8].

Сұйылтылған газдар аз қауіпті ретінде зиянды уландырғыш заттардың 4-ші классына енгізілген.

Көмірсутектердің (пропан-бутан) молекулалары құрылымының ұқсастығының арқасында, олардың қоспалары бірқатар қасиеттері бойынша аддитивтілік ережесіне бағынады, яғни қоспаның параметрлері қоспаға кіретін компоненттердің көлемдік концентрациясын есепке алумен осы компоненттердің параметрлеріне пропорционалды болады.

Автокөлік қозғалтқышы отынының баламалы түрлеріне ауысу мәселесі барған сайын өзекті болуда. Бүгінгі таңда мотор отыны ретінде сұйылтылған көмірсутек газдарын (пропан және пропан-бутан қоспаларын), айдалған табиғи газды (АТГ) және сұйылтылған табиғи газды (СТГ) пайдалану толық игерілген. Автомобиль көлігінің үлесіне СКГ-ны әлемдік тұтынудың шамамен тоғыз пайызы (18-20 млн. тонна) келеді.

Әлемдік экономикалық дағдарыс 2008 жылдың соңында газ-мотор нарығында жақсы жаққа қарай өзгерістерге мүмкіндік туғызды. 2010 жылдың басына қарай табиғи газбен жұмыс істейтін автомобильдердің әлемдік паркі 14 пайызға, пропан-бутан қоспасында істейтіндер – 9 пайызға өсті (сурет 1).



Сурет 1 – Газбен жұмыс істейтін автомобильдердің әлемдік паркі

Әлемдік өндірушілердің барлығы дерлік газ-моторлы отынды пайдалануға арналған автокөліктердің модельдерін әзірлейді. Зауыттық ГБА-ның ауқымы 2009 жылы 188 модельге дейін өсті, бұл 110-нан астам жеңіл, жүк автокөліктері және автобустар. Еуропада газ-моторлы отынды тұтынатын 126 модельдер сатылуда. Және бұл беталыс әлі де өседі, бұған ғаламдық дағдарыс та жәрдем береді,

өйткені бірінші орынған экономика шығады: «Отын арзан болса – пайдалану да арзан». АҚС көпөтындықтарға түрленеді, демек, газбаллонды автомобильдердің жанармай құю станцияларының жалпы саны артып келеді [2, 9].

20 жылда СКГ-ны әлемдік тұтыну 1990 жылы 150 миллион тоннадан 2010 жылы 240 миллион тоннаға дейін өсті.

Негізгі өсім Азия-Тынық мұхиты өңірінің елдеріне келді – тұтынудың жалпыәлемдік құрылымында 16–17 бастап 30–35 %-ға дейін. Сол уақытта бұрыннан дамыған инфрақұрылымы бар елдерде (АҚШ, Батыс Еуропа, Аргентина) СКГ-ны пайдаланудың барлық секторларында тұтыну іс жүзінде тұрақты болып қалады.

СКГ-ға әлемдік сұраныс өсуін жалғастыруда. 2020 жылға қарай сұйылтылған газдың әлемдік тұтынуы жылына 300 млн. тоннаға жетеді деп күтілуде [7] (сурет 2).



Сурет 2 – Сұйылтылған газдарды әлем бойынша тұтыну үлесі

Көптеген елдерде – АҚШ-та, Канадада, Жаңа Зеландияда, Австралияда, Италияда және басқа елдерде көлікте газды қондырғыны енгізу тиімді кредиттік және жеңілдікті салық саясаты арқылы жүзеге асырылады. Автомобиль иесі (немесе автокәсіпорын) бір жылға жеңілдетілген мақсатты кредит алуға құқығы бар. Осы уақыт ішінде газбаллонды жабдықты орнату және пайдалануға жұмсалған шығындарының орнын толтырып, содан кейін бензин мен газ бағаларының айырмасында үнемдей алады. Газды пайдаланатын автомобильдер үшін азырақ салықтар қарастырылған. Және мемлекет бұдан зиян тартпайды – айырымы денсаулық пен қоршаған ортаны қорғауға жұмсалатын шығындардың азаюымен өтеледі. Күн шығыс елінде барлық таксилер осы экологиялық таза жанармай отынын пайдаланады. Белгілі болғандай, британдық патшайым II Елизаветаның бүкіл автопаркі отынның экологиялық түріне – сұйық газға ауыстырылған. Осылайша, 20-ға жуық елдер экологиялығы жоғарылау автомобильдерді пайдалануды ынталандыру үшін газбаллонды автомобильдерді сатуға салықтарын өзгертті [8, 1011].

Қазіргі таңда Қазақстанда газ-моторлы отын ретінде СКГ нарығы тұрақты өсуімен және сұранысы мен ұсынысының теңгерімділігімен сипатталады. Бөлшектік нарықтың осы секторының көлемі қазіргі таңда жылына 3,2 млн. тоннаға бағаланады.

Газбаллонды автомобильдердің саны 1,4 миллионнан астамды құрайды. Кейбір бағалаулар бойынша, жыл сайын газбаллонды автомобильдердің паркі 45 %-ға артып отырады.

#### ҚОРЫТЫНДЫ

Қазіргі уақытта газ-моторлы отынының тұтынушыларының келесі құрылымы қалыптасты: пропан-бутанды пайдаланатын барлық автомобильдердің 82 %-ы көбінесе отандық өндірістің және жекеменшік автокөлік иелеріне тиесілі жеңіл автомобильдерді, сондай-ақ аз тонналы жүк автомобильдері құрайды [7]; 10 %-ы жүк көлігіне келеді. Газбаллонды автомобильдердің көпшілігі жылына 30 мың км дейін жоғары орташа жылдық жүрістерімен сипатталады.

Газ отынын пайдалану жергілікті сипатқа ие болады [1, 7]. Газ отынын (СКГ немесе АТГ) пайдалану бойынша кәсіпорындар газды өндіру немесе мұнайды қайта өңдеу жүзеге асырылатын жерлерде қалыптастырылады.

Автомобиль техникасын газ-моторлы отынға ауыстыру газ-моторлы отын мен бензин бағасындағы айырманың есебінен автотасымалдардың құнын қысқартуға әкеледі, бұл экономиканың барлық салаларында және әлеуметтік салада шығындарды төмендетеді және өнеркәсіптік өндірістің және халықтың тұрмыстық деңгейінің өсуін қамтамасыз етеді [7].

#### ПАЙДАЛАНҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ

- 1 **Варгафтик, Н. Б.** Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. – М. : Физматгиз, 1963. – 708 с.
- 2 **Брюханов, О. Н., Мелик-Аракелян, А. Т., Коробко, В. И.** Основы гидравлики и теплотехники : учебник. – 3-е изд., стер. – М. : Академия, 2008. – 240 с.
- 3 **Жегалин, О. И., Пугачев, П. Д.** Снижение токсичности автомобильных двигателей. – М. : Транспорт, 1985. – 120 с.
- 4 **Кириченко, Н. Б.** Автомобильные эксплуатационные материалы: учебное пособие. – М. : Академия, 2005. – 208 с.
- 5 **Боголюбов, С. А., Сенчени И. С., Соловьева С. В.** Возмещение экологического ущерба : учебник. – М. : Наука, 2001. – 231 с.
- 6 **Усембаева, Л. К., Оспанов, А. Ж., Кайролла, Б. К.** К вопросу повышения эффективности эксплуатации грузовых автомобилей // Наука и техника Казахстана. – 2018. – № 4. – С. 102–108.
- 7 **Григорьев, Е. Г., Колубаев, Б. Д., Ерохов, В. И.** Газобаллонные автомобили: производственное издание. – М. : Машиностроение, 1989. – 216 с.

8 **Ерохов, В. И.** Токсичность современных автомобилей (методы и средства снижения вредных выбросов в атмосферу): учебник. – М. : Форум, 2013. – 447 с.

9 **Волкова, Л. Ю., Макушев, Ю. П.** Диагностирование процесса подачи топлива в дизелях // Наука и техника Казахстана. – 2018. – № 2. – С. 19–29.

10 **Клементьев, С. М., Пономарев, В. М., Федоров, В. М.** Автомобильные топлива XXI века: учебное пособие. – 2-е изд. – Чайковский : Изд-во института экономики УрО РАН, 2008. – 139 с.

11 **Ордабаев, Е. К., Ахметов, С. И., Есаулкин, В., С.** О расширении возможностей метода рециркуляции отработавших газов в поршневом двигателе внутреннего сгорания // Наука и техника Казахстана. – 2019. – № 1. – С. 22–26.

Материал баспаға 16.09.19. түсті.

**Кокаев Умиржан Шералиевич**

к.т.н., доцент, кафедра «Транспорта, транспортной техники и технологии», Транспортно-энергетический факультет, Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева, г. Астана, 010000, Республика Казахстан, e-mail: kokayev\_ush@enu.kz.

**Бектаев Бекжан Байбекулы**

магистр, преподаватель, кафедра «Транспорта, транспортной техники и технологии», Транспортно-энергетический факультет, Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева, г. Астана, 010000, Республика Казахстан, e-mail: kokayev\_ush@enu.kz.

**Касенов Асылбек Жумабекович**

к.т.н., профессор, кафедра «Машиностроение и стандартизация», Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, Республика Казахстан, 140008, e-mail: a.kairatolla@mail.ru.

**Жумашева Жулдыз Талантбековна**

магистрант, Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева, г. Астана, 010000, Республика Казахстан. Материал поступил в редакцию 16.09.19.

**Анализ физико-химических свойств сжиженного углеводородного газа, применяемого на автомобильном транспорте**

*В статье выполнен анализ физико-химических свойств сжиженного углеводородного газа, применяемого на автомобильном транспорте. Приведена классификация сжиженных газов и их применение в мире.*

*Таким образом, замена автомобильного оборудования на газомоторные топлива приводит к снижению стоимости автотранспорта, а из-за разницы в ценах на газ и*

*топливо и ценах на бензин, приведёт к снижению затрат во всех секторах экономики и социальной сфере и обеспечит рост промышленного производства и уровня жизни.*

*Ключевые слова: сжиженный углеводородный газ, состав, пропан, бутан, газомоторное топливо, оборудование, автотранспорт*

**Kokayev Umirzhan Sheralievich**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Transport, Transport Equipment and Technologies, Faculty of Transport and Energy, L. N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, 010000, Republic of Kazakhstan, e-mail: kokayev\_ush@enu.kz.

**Bektayev Bekzhan Bayrbekuly**

master, teacher, Department of Transport, Transport Equipment and Technologies, Faculty of Transport and Energy, L. N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, 010000, Republic of Kazakhstan.

**Kasenov Asylbek Zhumabekovich**

Candidate of Technical Sciences, Professor, Department of Mechanical Engineering and Standardization, S. Toraihyrov Pavlodar State University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: a.kairatolla@mail.ru.

**Zhumasheva Zhuldyz Talantbekovna**

undergraduate student, L. N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, 010000, Republic of Kazakhstan. Material received on 16.09.19.

**Analysis of physical and chemical properties of liquefied petroleum gas used in road transport**

*The article analyzes the physical and chemical properties of liquefied petroleum gas used in road transport. The classification of liquefied gases and its application in the world is given.*

*Thus, the replacement of automotive equipment with natural gas fuels leads to a decrease in the cost of vehicles, and due to the difference in gas and fuel prices and gasoline prices, will reduce costs in all sectors of the economy and the social sphere and will ensure the growth of industrial production and living standards.*

*Keywords: liquefied petroleum gas, composition, propane, butane, gas engine fuel, equipment, vehicles.*