

**VI Международная молодежная научно-практическая
конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
110-1
17-23 ноября 2023 года**

УДК 62-403

Кузнецов А.Б. – студент гр. ТЭб-221 (КузГТУ)
Научный руководитель Дворовенко И.В. – директор Института энергетики,
к.т.н., доцент (КузГТУ)
г. Кемерово

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИЙ КОМПОНЕНТОВ
ПРИРОДНОГО ГАЗА, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ КАЧЕСТВЕННОГО
ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТЕХНИКИ В УСЛОВИИ НИЗКИХ
ТЕМПЕРАТУР**

В работе приведены результаты определения концентраций компонентов природного газа, обеспечивающих безконденсатную работу автотранспорта в условиях низких температур.

Ключевые слова: Конденсация, природный газ, тяжёлые углеводороды, низкая температура.

В настоящее время, алмаз является одним из ценнейших минеральных ресурсов. Алмазы используются в различных отраслях: электротехника, приборостроение, машиностроение, медицина, ювелирное дело и т.д.

Россия является крупнейшим производителем алмазов. Согласно данным государственного доклада о состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации, на 2021-й год производство алмазов в России составило 39 млн карат (33% мирового рынка) на общую сумму около 2,6 млрд долларов. Большая часть месторождений находится на территории западной части республики Саха, где температура опускается ниже -50°C. Техника, применяемая для добычи, в качестве топлива использует природный газ. При низких температурах происходит конденсация тяжёлых углеводородов, входящих в состав газа. В результате чего происходит понижение теплоты сгорания смеси, поступающей в двигатель. При повышении температуры ранее сконденсировавшиеся компоненты испаряются, в результате чего происходит повышение теплоты сгорания, что приводит к перегреву и последующему разрушению элементов двигателя (рис.1).

**VI Международная молодежная научно-практическая
конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
17-23 ноября 2023 года**

110-2



Рис. 1. Поршень, разрушенный в результате воздействия повышенной температуры

Задачей исследования являлось определение концентраций компонентов, входящих в состав природного газа, обеспечивающих стабильный режим работы без конденсации паров вне зависимости от температурных условий.

Для этого были смоделированы процессы заправки природным газом, охлаждения газа и разряжения баллонов двигателей автомобилей при давлениях от 23 МПа до 5 МПа при различных температурах окружающей среды (минимальная -50°C). Модель реализована в виде программы расчета основных параметров природного газа при различных температурах и давлениях (рис.2).

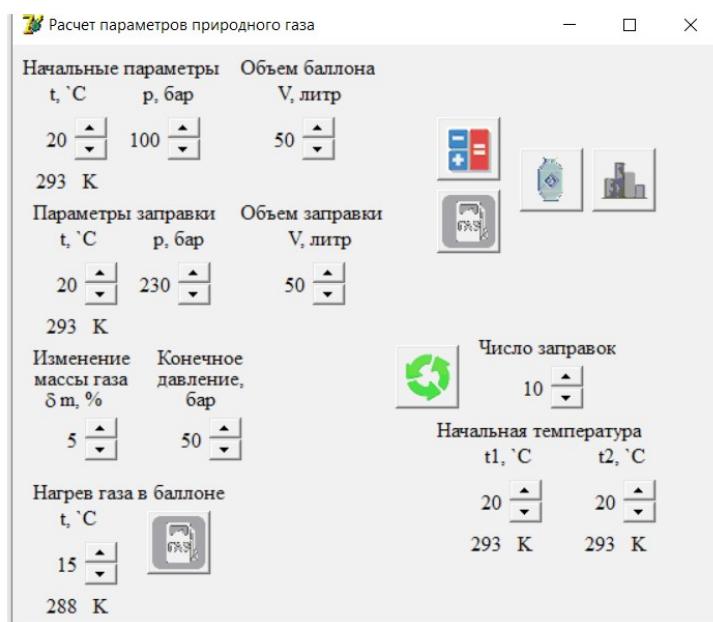


Рис. 2. Интерфейс программы расчета параметров природного газа.

VI Международная молодежная научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»

110-3

17-23 ноября 2023 года

При исходных концентрациях возможна конденсация 6-ти компонентов газовой смеси: этан, пропан, бутан, пентан, гексан, гептан общей массой 137г. Для определения наиболее адаптированного для работы в условиях низких температур состава необходимо было установить концентрации каждого из компонентов, при которых они остаются в газообразном состоянии. Для этого были проведены расчеты и построены графики зависимостей концентраций компонентов природного газа, при которых не происходит конденсация паров тяжелых углеводородов при заданных температурах окружающей среды (рис.3).

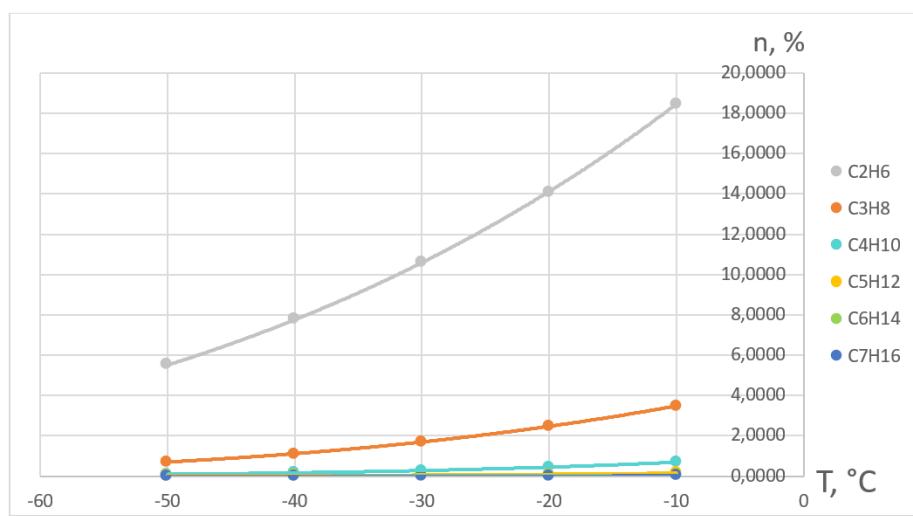


Рис. 3. График зависимости концентраций компонентов природного газа от температуры окружющей среды

Таким образом, было выявлено, что наиболее подвержен конденсации гептан. Переход в жидкое состояние наступает при концентрации 0,0002675% при температуре -50°C и 0,00794% при температуре -10°C соответственно. Удельная теплота сгорания данного компонента составляет 200,55 МДж/м³.

Наименее подверженным конденсации компонентом природного газа оказался этан. Переход в жидкое состояние у которого происходит при концентрации 5,512 % при температуре -50°C и 18,452% при температуре -10°C соответственно. Удельная теплота сгорания этого компонента составляет 64,36 МДж/м³.

Таким образом, в результате исследования были определены концентрации компонентов природного газа, при которых все входящие в состав элементы остаются в газообразном состоянии (табл.1). В результате чего газовая смесь имеет одинаковую выделяемую теплоту при сгорании, что обеспечивает бесперебойное и качественное функционирование систем и агрегатов автомобилей, работающих в условиях низких температурах.

VI Международная молодежная научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»

110-4

17-23 ноября 2023 года

Сравнение с составами, используемыми на заправочных станциях в г. Мирный и п. Айхал акционерной компании «Алроса», показывает, что в используемом топливе содержание тяжелых углеводородов превышает минимальные концентрации, полученные в результате исследования. Для обеспечения бесконденсатной работы автомобилей при низких температурах по возможности нужно снижать концентрацию тяжелых углеводородов.

Таблица 1

Значения концентраций, необходимых для поддержания компонента в газообразном состоянии, при различных температурах окружающей среды

	n _{-10°C} , %	n _{-20°C} , %	n _{-30°C} , %	n _{-40°C} , %	n _{-50°C} , %	я
C ₂ H ₆	18,452	14,115	10,59	7,754	5,512	
C ₃ H ₈	3,483	2,473	1,695	1,116	0,702	
C ₄ H ₁₀	0,692	0,448	0,279	0,166	0,092	
C ₅ H ₁₂	0,1519	0,0905	0,0512	0,0512	0,0157	
C ₆ H ₁₄	0,3453	0,0187	0,0095	0,0045	0,0019	
C ₇ H ₁₆	0,0079	0,0038	0,0018	0,0007	0,0003	

Список литературы:

1. Голубев, Ю. К. Современный подход к прогнозированию коренных месторождений алмазов в Арктической зоне Якутии / Ю. К. Голубев, Н. А. Прусакова // Эффективность геологоразведочных работ на алмазы: прогнозно-ресурсные, методические, инновационно-технологические пути ее повышения : Материалы V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 50-летию Алмазной лаборатории ЦНИГРИ - НИГП АК «АЛРОСА» (ПАО), Мирный, 29 мая – 01 2018 года / Акционерная компания «АЛРОСА» (публичное акционерное общество), Научно-исследовательское геологическое предприятие (НИГП). – Мирный: Акционерная компания "АЛРОСА" (публичное акционерное общество), 2018. – С. 58-62. – EDN YRYQDB.
2. Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации: официальный сайт. – Москва – 2023. – URL: <https://mnr.gov.ru/> (дата обращения: 11.10.2023). – Текст : электронный.
3. Ларин, П. Г. Особенности планирования эксплуатации автомобильной и специальной техники в условиях низких температур / П.

**VI Международная молодежная научно-практическая
конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
110-5
17-23 ноября 2023 года**

Г. Ларин, И. Н. Кравченко, И. Е. Пупавцев // Ремонт. Восстановление.
Модернизация. – 2015. – № 8. – С. 45-48. – EDN UDYPZH.

Информация об авторах:

Кузнецов Артем Борисович, студент гр. ТЭб-221, КузГТУ, 650000, г.
Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, shpala_04@mail.ru

Дворовенко И.В. – директор Института энергетики, к.т.н., доцент,
КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, div.pmh@kuzstu.ru