



# НАШ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ГАЗОДИЗЕЛЯ В ГОРНОРУДНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

 **КРИОГАЗ**  
МОТОРНОЕ ТОПЛИВО



**О КОМПАНИИ**

# КОМАНДА И КРАТКАЯ ИСТОРИЯ

с **2010**  
года  
Занимаемся  
газомоторными  
проектами

Открыли  
в Ростове-на-  
Дону цех по  
конверсии  
дизельных  
двигателей на  
100% газ

Занимаемся  
разработкой  
и  
производством  
газодизельных  
систем  
управления

**32** БЕЛАЗ  
**25**  
Карьерных  
самосвалов

В составе  
группы компаний  
АО «Криогаз»  
(ООО «Криогаз  
моторное  
топливо»)

**14** чел.  
Сотрудников

**51** млн.руб  
Выручка

с  
**2010г**

**2012г**

**2013г**

**2017г**

**2018г**

**2022г**

Моторный  
участок,  
г. Ростов-на-дону



Первые в РФ  
реализовали  
крупный  
газомоторный  
СПГ проект

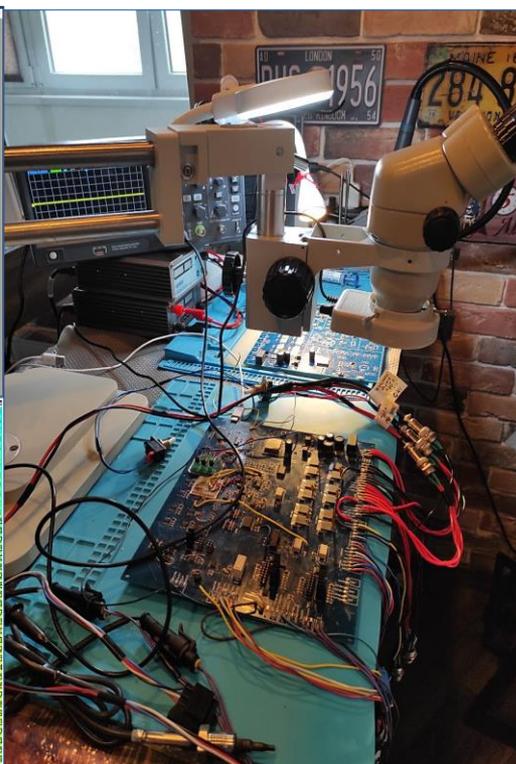
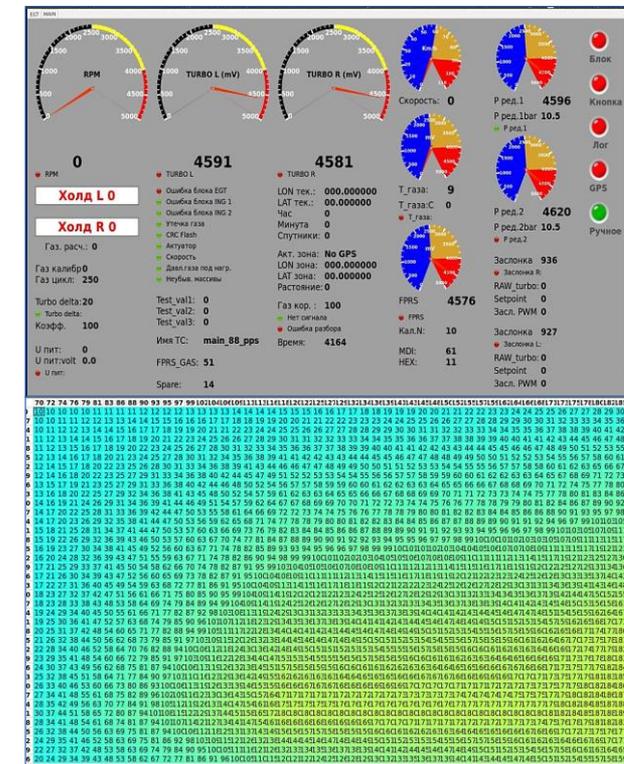
 **КРИОГАЗ**

 **КРИОГАЗ**  
МОТОРНОЕ ТОПЛИВО

Входит в Реестр  
ИТ компаний  
Минцифры  
и предприятий  
ОПК  
Минпромторга

# 1. Китайский процессор - до 4 ядер x 240 МГц

2. WIFI, BLE, USB, JTAG, CAN, RS232, RS485, Токовая петля 20 мА, MODBUS



## ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ

БЛОК УПРАВЛЕНИЯ, КАБЕЛЬНЫЙ ЖГУТ и ПО разрабатываются и производятся в РФ



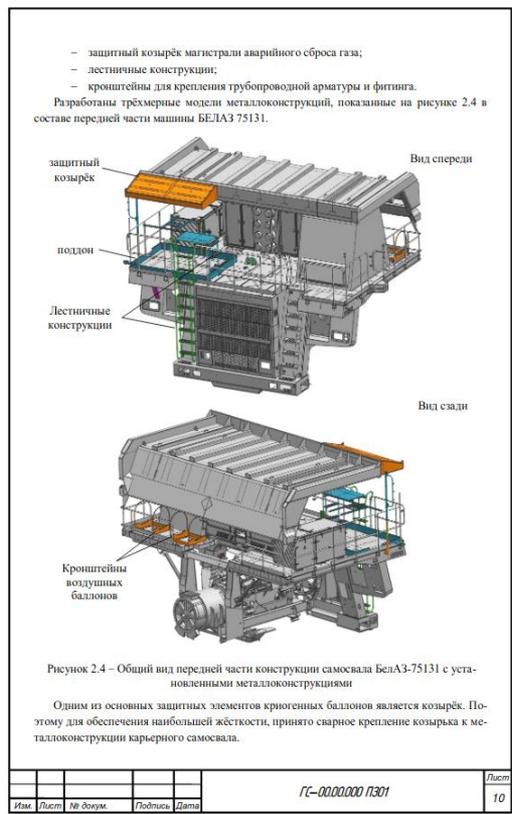
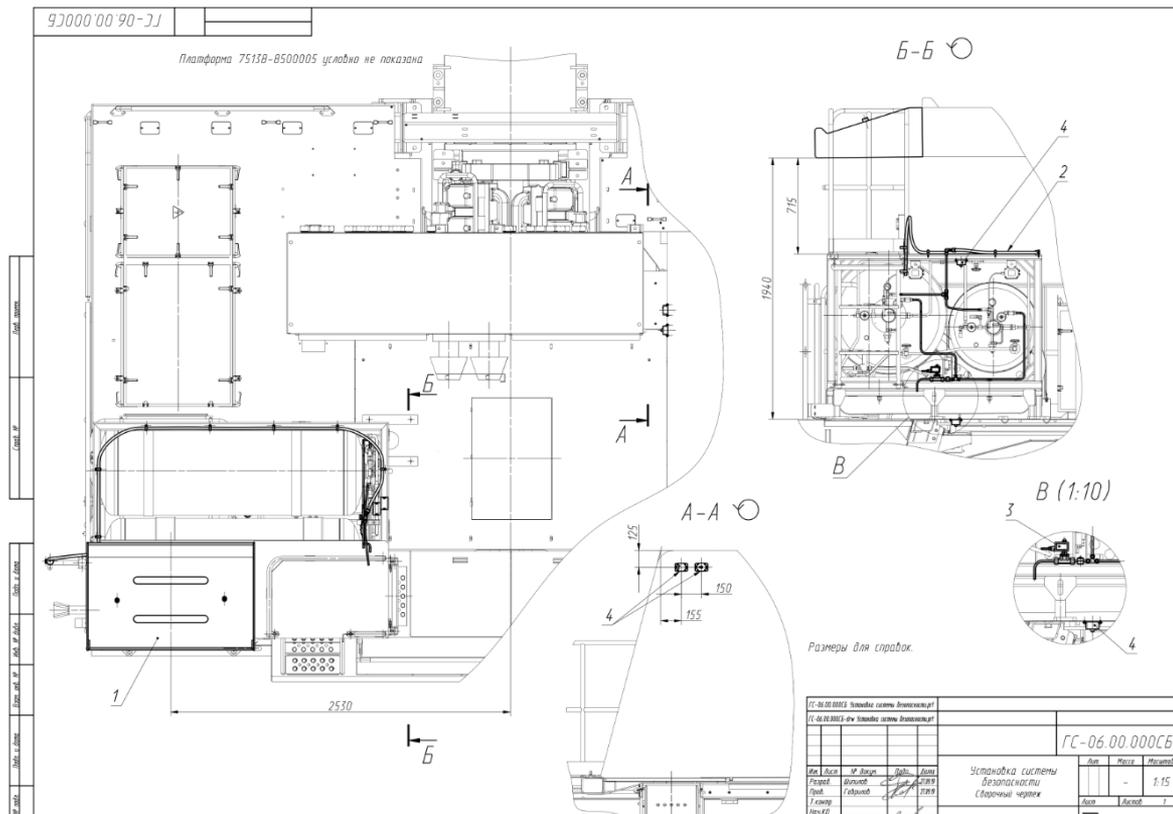
# НАШИ РАБОТЫ

<https://cngas.ru/o-nas/referencii>

# **РКД И ИНЖЕНЕРНЫЕ РАСЧЕТЫ ПРОИЗВОДИМ САМОСТОЯТЕЛЬНО**

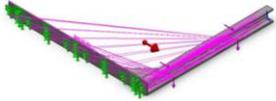
**ДВИГАТЕЛИ И СИСТЕМЫ ХРАНЕНИЯ СПГ**

# ПОЛНОСТЬ В 3D, РКД по ГОСТ



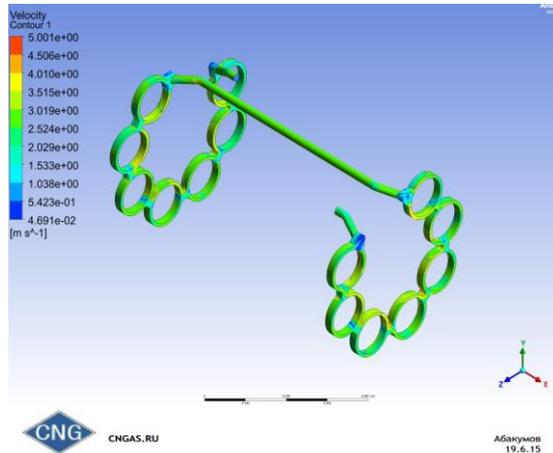
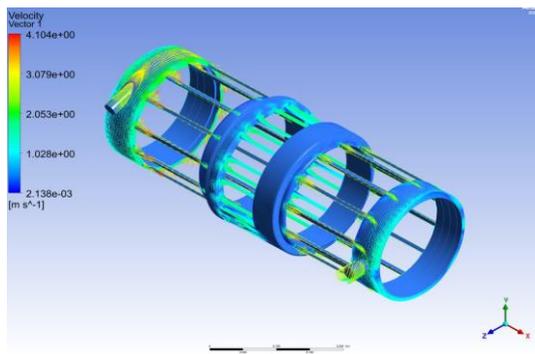
# ПРОЧНОСТНЫЕ РАСЧЕТЫ, ГАЗОДИНАМИКА, ТЕПЛООБМЕН

Информация о модели



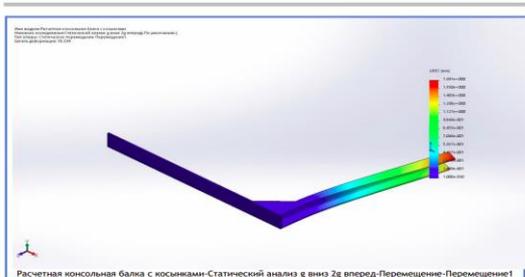
Имя модели: Расчетная консольная балка с косынками  
Активная конфигурация: По умолчанию

Твердые тела			
Имя и ссылки документа	Рассматривается как	Объемные свойства	Путь документа/Дата изменения
Зеркальное отражение <sup>1</sup>	Твердое тело	Масса: 7.33275 kg Объем: 0.000940097 м <sup>3</sup> Плотность: 7800 kg/m <sup>3</sup> Масса: 71.861 N	C:\Users\AMAI\Dropbox\Sol id\Швейцария - Расчетная консольная балка с косынками.SLDPRТ Jun 19 18:05:53 2015



CNGAS.RU

Абаканов  
19.6.15



Имя	Тип	Мин	Макс
Деформация1	ЭСТРН: Эквивалентная деформация	3.79502e-010 Элемент: 2396	0.000374363 Элемент: 4275

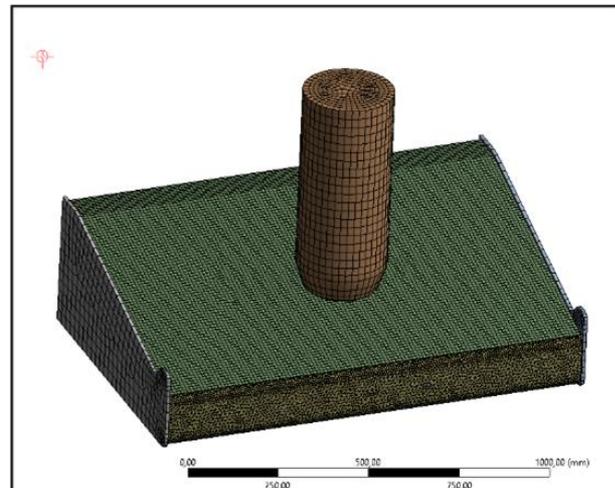
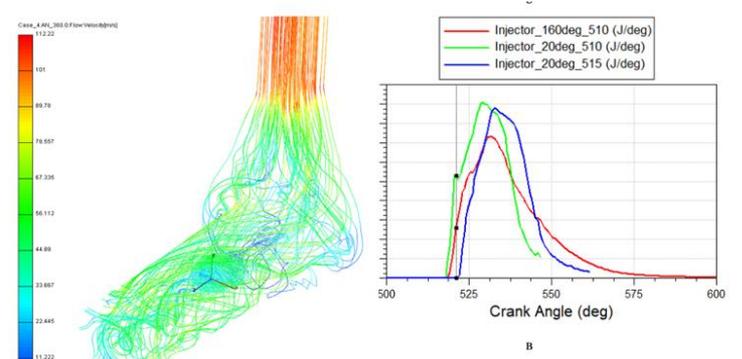
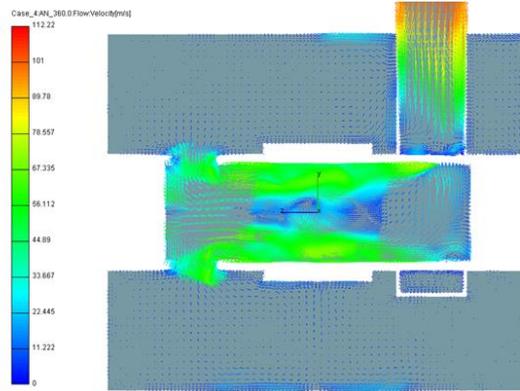
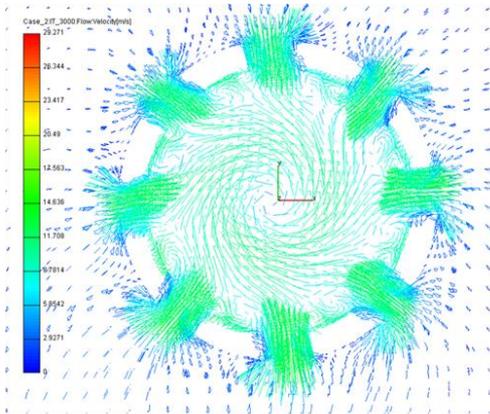


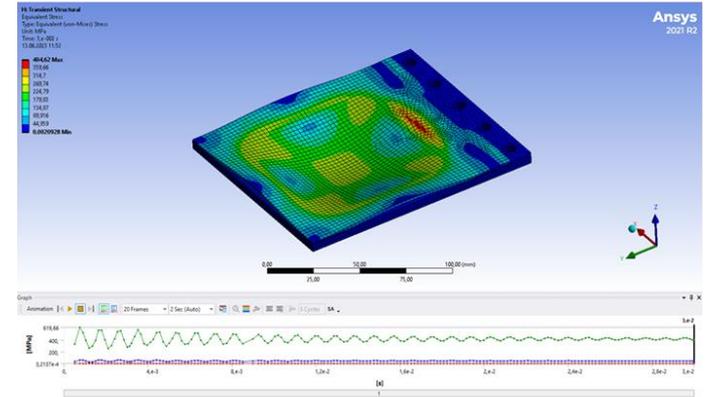
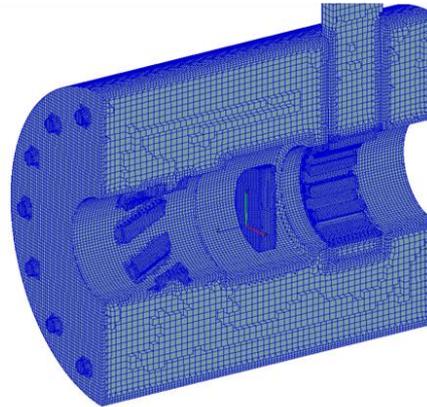
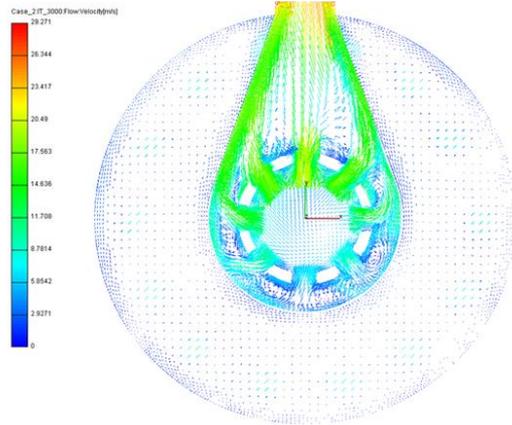
Рисунок 5.4 – Конечно-элементная модель

Модель изделия образована элементами типа Shell, а стандартный предмет – элементами типа Solid. Шаг разбиения на элементы для максимально деформируемой детали (лист верхней поверхности и поперечных профилей) был задан 10 мм, для остальных элементов использовано значение по умолчанию (30,6 мм). Общее количество элементов расчетной модели – 33016.

Результаты расчета для различных моментов времени при взаимодействии падающего предмета и изделия показаны на рисунках 4 – 6. Максимальные эквивалентные напряжения в элементах каркаса кабины представлены на рисунке 5.5.



а) давление (а), температура (б) и скорости тепловыделения (в) в  $\tau=260$  при сгорании топлива при различных углах опережения впрыска топлива (форсунки базовая и с распыливающими отверстиями,



# РАСЧЕТЫ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ДВС

# ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ГАЗОДИЗЕЛЯ В ГОРНОРУДНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

РОССИЯ И КАЗАХСТАН



# КУЗБАССКИЙ ПРОЕКТ (СИБИРЬЭНЕРГО)

Первый в РФ проект масштабного  
использования СПГ на колесном  
транспорте



**32 БЕЛАЗ 75131**  
**25 SCANIA**  
**4 VOLVO**



*Sumitec*  
International

A company of Sumitomo Corporation group



КАЗАХСТАН

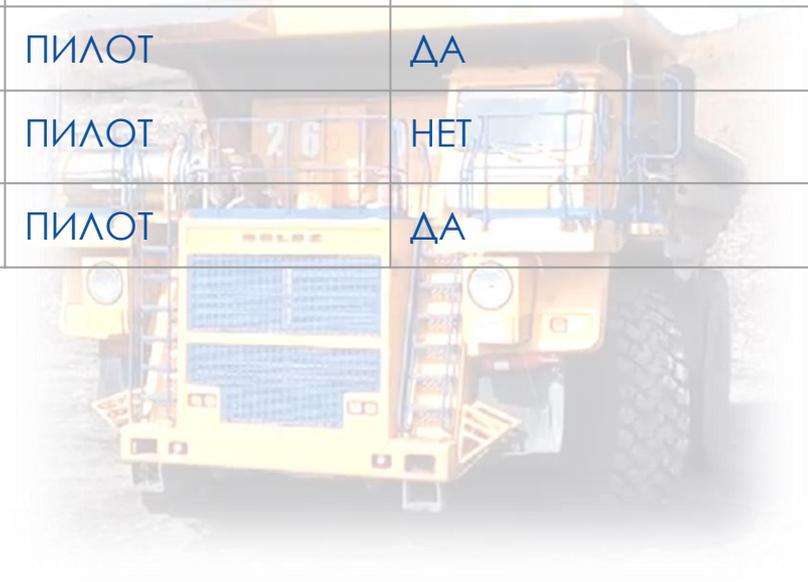


НАШИ  
КЛИЕНТЫ  
В  
ГОРНОРУДНОЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ



## ПРОЕКТЫ В ГОРНОРУДНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ:

МАРКА КАРЬЕРНОГО САМОСВАЛА	МАРКА ДВИГАТЕЛЯ	КОЛ-ВО МАШИН	ПИЛОТНЫЙ ЭКЗЕМПЛЯР, ЛЕТ	РКД, СОГЛАСОВАННАЯ С ПРОИЗВОДИТЕЛЕМ
БЕЛА3 75131	Cummins KTA50	38	5	ДА
БЕЛА3 75131	Weichai 16M33	2	0.5	ДА
БЕЛА3 7557	Cummins KTA38	ПИЛОТ	ПИЛОТ	ДА
КОМАТСУ HD785	КОМАТСУ 12V140E	ПИЛОТ	ПИЛОТ	НЕТ
ТОНАР 7502	Yuchai YC6TD	ПИЛОТ	ПИЛОТ	ДА



# ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ РАСХОДЫ, НАДЕЖНОСТЬ, ЗАПРАВКА

- При работе на СПГ, отвечающим нашим требованиям эксплуатационные расходы ГД “Триоль” для КТА50 незначительны и составляют менее 50 т.р. в год. Плановой замены требуют только изнашивающиеся части форсунок.
- Если газ грязный может выйти из строя редуктор, он меняется только блочно. Имелись разовые случаи выхода из строя криогенной арматуры. При установке термосопротивлений перед турбоагрегатом случаев выхода их из строя не зафиксировано
- С учетом возможности дистанционного контроля работы оборудования специальные остановки на обслуживание не применяются. Текущее обслуживание заключается в проверке герметичности соединений, контролю запорной арматуры и очистке ее ото льда и осуществляется как правило во время заправки
- Огневые работы в цеху осуществляются после дегазации и продувки системы азотом без снятия СПГ баллонов
- Время на заправку зависит от типа криогенного насоса, среднее время заправки БЕЛАЗ 75131 20-25 минут

# ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЭКОНОМИЧЕСКУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГАЗОДИЗЕЛЯ

ПРОСТОЙ ТЕХНИКИ  
ПРИ ДЕГАЗАЦИИ,  
ПРИ ЗАЕЗДЕ ГД  
САМОСВАЛОВ В  
РЕМОНТНЫЙ БОКС

ПОТЕРИ СПГ ПРИ  
ПРОЦЕДУРЕ  
ДЕГАЗАЦИИ

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ  
ПРОСТОЙ ТЕХНИКИ  
ПРИ ЗАПРАВКЕ СПГ

ПОТЕРИ СПГ ПРИ  
ЗАПРАВКЕ

# **ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ СПГ**

**НА ОСНОВАНИИ 5 ЛЕТНЕГО ОПЫТА РАБОТЫ**

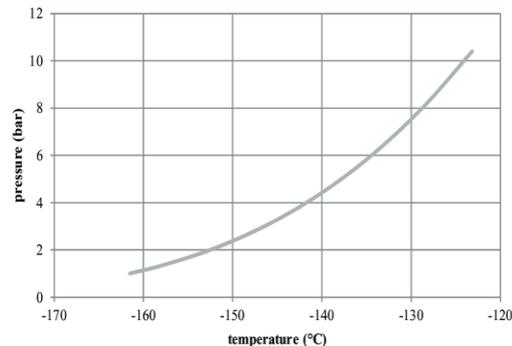
# ПРОБЛЕМА КАЧЕСТВА МАЛОТОННАЖНОГО СПГ

	Метановое число	Технология	Производительность тонн в час	N протокола	Дата	Фаза отбора пробы
ООО "Сибирь энерго" Криогаз Кингисеп	78.6	MRC	1.5	1714	24/07/2019	газообразная
	89.5	Дроссель	1.5	175	28/03/2018	газообразная
Газпром тансгаз Екатеринбург Криогаз Псков	81.7	Дроссель	3	1	19/03/2019	жидкая
	84	Дроссель	3	91Р	01/02/2021	жидкая
Криогаз Высоцк	90.6	MRC	80	79	11/11/2023	жидкая
Криогаз Калининград	85.1	Азотная	7	6	12/01/2023	жидкая

- ГАЗОДИЗЕЛЬНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ МОЖЕТ РАБОТАТЬ НА ПЛОХОМ ТОПЛИВНОМ ГАЗЕ БЕЗ СНИЖЕНИЯ МОЩНОСТИ, НО СО СНИЖЕНИЕМ СТЕПЕНИ ЗАМЕЩЕНИЯ
- ДЛЯ РАБОТЫ НА НОРМАТИВНОМ ЗАМЕЩЕНИИ МН ДОЛЖЕН БЫТЬ [НЕ МЕНЕЕ 80](#)

# ПРОБЛЕМА ТЕМПЕРАТУРЫ СПГ

- Давление насыщенных паров СПГ зависит от температуры. Чем температура выше, тем больше давление
- Для нормальной работы газового оборудования давление в СПГ емкости не должно быть ниже 9 бар изб. (примерно -125 С)
- Однако для транспортировки на длительное расстояние это слишком большая температура и газ захлаживают до -150С. Часто, газ приезжает с давлением 2-3 бара и такое давление держится часами, пока газ не нагреется
- **Газодизельный двигатель может работать на холодном СПГ без снижения мощности, но со снижением степени замещения**
- **ООО “КГМТ” имеет техническое решение для работы на чрезмерно холодном газе, которое состоит в компрессоре, обеспечивающем нормативное значение давления в газовой шапке. Однако это может ослабить проблему нехватки давления, но не может ее решить полностью**



*Зависимость давления насыщенных паров СПГ от температуры*

# ПРОБЛЕМА МЕХПРИМЕСЕЙ И МАСЛА В СПГ

- Посторонние механические примеси заносятся в СПГ через неправильную работу оборудования СПГ заводов в виде частиц уноса систем фильтрации и очистки газа ( уголь, цеолиты и прочее). Также занос грязи возможен через заправочный узел и остаточную грязь в емкостях
- Достоверных данных о путях появления масла в СПГ у нас нет. Предположительно оно заносится в момент продувки азотом в баллоны из-за плохой работы маслоотделителя азотного компрессора
- Для нормальной работы газового оборудования присутствие мехпримесей свыше 5 мкм и следов масла недопустимо
- **ООО “КГМТ” имеет техническое решение для работы на грязном газе, которое состоит из циклонного фильтра высокой производительности с сменными фильтрационными кассетами различной пропускной способности и циклонного масляного фильтра с сменной емкостью отстоя**

# ТРЕБОВАНИЯ ООО “КГМТ” К ТОПЛИВНОМУ СПГ

Метановое число по ГОСТ 34704-2020 -  
не ниже 80

Минимальное давление насыщенных паров - 9 бар. абс.

Мехпримеси - не более 5 мкм.

Следы масла - не допускаются

# КОНТРОЛЬ ЗАМЕЩЕНИЯ И ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ ОНЛАЙН

ANDROID, IPHONE, WEB, LINUX

# ОПИСАНИЕ РАБОТЫ

**01** Вся информация о работе газодизельной системы поступает в блок логирования с частотой один раз в 300 мс. Эта информация хранится на встроенной памяти, объем которой позволяет сохранять данные за срок от 3 до 6 месяцев работы

**02** Информация может быть передана с ТС в движении через 3G сеть, WIFI сеть, спутниковую VSAT сеть

**03** Информация позволяет формировать автоматические отчеты об ошибках, рассылаемые дежурному персоналу по электронной почте, автоматически вычислять коэффициент замещения, осуществлять географическую привязку к электронным картам полученных данных

**04** Возможно “проигрывание” полученной информации в реальном времени с полной имитацией движения ТС

Белаз - 810

Критерии отбора: разница между рейсами в режимах - время работы не более 5 мин (10 мин в двойных рейсах), время простоя не более 20 мин., километраж не более 350 м (700 м в двойных рейсах), кнопка ТО не нажата, время простоя в одном рейсе менее 30 минут.

Кол-во отбракованных рейсов с ТО - 0

□

Кол-во рейсов с несовпадением gps, более 100 м между начальными точками - 0

□

Номер	Режим	Начало работы	Конец работы	Промежуток	ДТ, л	Время простоя	Время работы	Расстояние, км	Разница, км	Время под нагрузкой, RPM > 1850	Замещение
1	ДТ	2021-10-15 23:00:44	2021-10-15 23:33:35	0 days 00:32:51	61.58	0 days 00:07:23	0 days 00:25:28	10.54	0.01	0 days 00:06:39	37.41
	ГД	2021-10-15 23:33:35	2021-10-16 00:07:45	0 days 00:34:10	38.54	0 days 00:06:34	0 days 00:27:35	10.55		0 days 00:09:13	
2	ДТ	2021-10-16 13:17:16	2021-10-16 13:42:06	0 days 00:24:50	49.36	0 days 00:05:17	0 days 00:19:33	8.31	0.05	0 days 00:07:14	42.3
	ГД	2021-10-16 13:42:06	2021-10-16 14:03:09	0 days 00:21:02	28.48	0 days 00:01:08	0 days 00:19:55	8.26		0 days 00:07:34	
3	ДТ	2021-10-16 14:03:09	2021-10-16 14:45:17	0 days 00:42:08	53.06	0 days 00:20:19	0 days 00:21:49	8.61	0.3	0 days 00:07:10	44.97
	ГД	2021-10-16 14:45:17	2021-10-16 15:10:59	0 days 00:25:42	29.2	0 days 00:05:40	0 days 00:20:02	8.31		0 days 00:06:26	
4	ГД	2021-10-16 14:45:17	2021-10-16 15:10:59	0 days 00:25:42	29.2	0 days 00:05:40	0 days 00:20:02	8.31	0.02	0 days 00:06:26	41.74
	ДТ	2021-10-16 15:10:59	2021-10-16 15:39:17	0 days 00:28:18	50.12	0 days 00:07:56	0 days 00:20:22	8.33		0 days 00:04:24	
5	ГД	2021-10-16 17:16:41	2021-10-16 17:41:06	0 days 00:24:25	28.68	0 days 00:04:17	0 days 00:20:08	8.32	0.03	0 days 00:07:20	42.75
	ДТ	2021-10-16 17:41:06	2021-10-16 18:06:42	0 days 00:25:36	50.1	0 days 00:04:52	0 days 00:20:43	8.35		0 days 00:03:33	
6	ДТ	2021-10-17 14:22:01	2021-10-17 15:01:55	0 days 00:39:54	71.4	0 days 00:11:44	0 days 00:28:10	10.66	0.09	0 days 00:09:26	44.96
	ГД	2021-10-17 15:01:55	2021-10-17 15:34:04	0 days 00:32:08	39.3	0 days 00:05:03	0 days 00:27:07	10.57		0 days 00:11:22	
7	ГД	2021-10-17 15:01:55	2021-10-17 15:34:04	0 days 00:32:08	39.3	0 days 00:05:03	0 days 00:27:07	10.57	0.35	0 days 00:11:22	45.39
	ДТ	2021-10-17 15:34:04	2021-10-17 16:25:14	0 days 00:51:11	71.96	0 days 00:22:31	0 days 00:28:39	10.92		0 days 00:08:43	
8	ДТ	2021-10-17 16:58:47	2021-10-17 17:32:52	0 days 00:34:05	70.28	0 days 00:06:07	0 days 00:27:58	10.64	0.01	0 days 00:09:48	45.25
	ГД	2021-10-17 17:32:52	2021-10-17 18:04:28	0 days 00:31:35	38.48	0 days 00:04:08	0 days 00:27:27	10.63		0 days 00:10:52	
9	ДТ	2021-10-18 09:37:37	2021-10-18 10:10:30	0 days 00:32:52	67.96	0 days 00:05:43	0 days 00:27:09	10.77	0.01	0 days 00:02:59	40.73
	ГД	2021-10-18 10:10:30	2021-10-18 10:49:29	0 days 00:39:00	40.28	0 days 00:12:35	0 days 00:26:25	10.78		0 days 00:10:10	
10	ГД	2021-10-18 10:10:30	2021-10-18 10:49:29	0 days 00:39:00	40.28	0 days 00:12:35	0 days 00:26:25	10.78	0.14	0 days 00:10:10	41.99
	ДТ	2021-10-18 10:49:29	2021-10-18 11:25:58	0 days 00:36:29	69.44	0 days 00:09:52	0 days 00:26:37	10.64		0 days 00:05:21	

Расход в ДТ режиме, л 615.26

Расход в ГД режиме, л 351.74

Среднее замещение по ДТ, %: 42.83

**ANDROID, IPHONE, LINUX, WIN  
(ПРИМЕР ОТЧЕТА)**

# **ПЕРСПЕКТИВА ПОВЫШЕНИЯ СТЕПЕНИ ЗАМЕЩЕНИЯ**

**НОВЫЕ РАЗРАБОТКИ**

# МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ $P_z$ и $dP_z/dt$

## Изменение УОВ, мультивпрыск

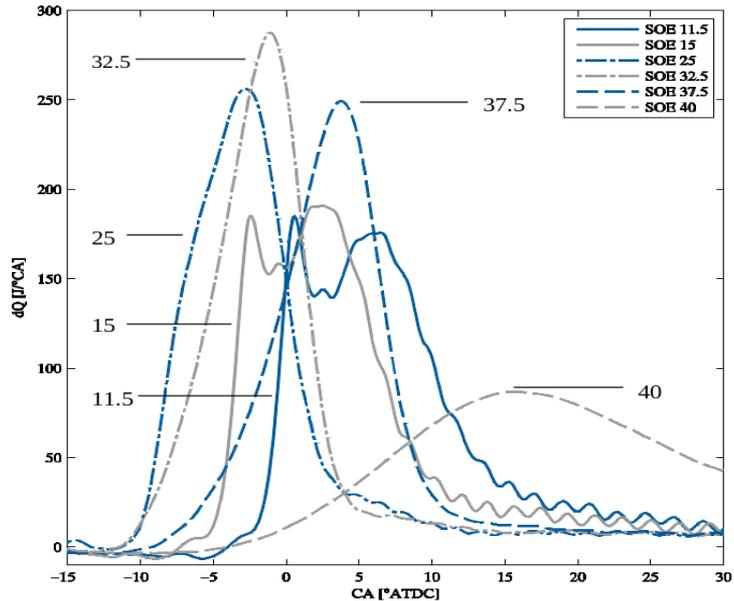


Figure 21 Rate of heat release versus crank angle for different start of energizing.

## Работа на обедненной смеси $L>2$

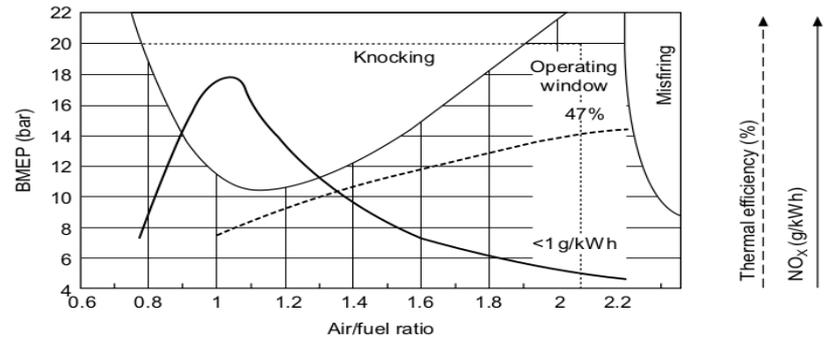


FIGURE 2.3 A special electronic system for the Wärtsilä DF engine controls combustion in each cylinder, and optimizes efficiency and emissions under all conditions by keeping each cylinder within the operating window



ПОДКОНТРОЛЬНАЯ  
ЭКСПЛУАТАЦИЯ В ТЕЧЕНИИ

**30.000 км.**

<http://cngas.ru/nekotorye-itogi-ekspluatatsii-gazodizelnogo-volvo-s-06-2021-po-04-2022-zameshhenie-69-3/>

[http://cngas.ru/gazodizel\\_volvo/](http://cngas.ru/gazodizel_volvo/)

ЗАМЕЩЕНИЕ

**69.7%**

ПЕРЕВОЗКА ПЕСКА  
ПРИ СРЕДНЕЙ ЗАГРУЗКЕ  
40 ТОНН. ГД “ТРИОЛЬ”

**ПРИМЕР ГД СИСТЕМЫ  
С КОРРЕКЦИЕЙ УОВ**

# СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ !



<https://cryogas.ru/>



<https://cngas.ru/>

