

ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова» проводит **исследования и испытания топлив и горючих, смазочных материалов и рабочих жидкостей** для авиационных двигателей в соответствии с:

- *Приказом Министра авиационной промышленности от 16.09.1968 г. № 823*
- *Постановлением Совета Министров СССР от 15.06.1970 г. № 428*
- *РИАТ - Руководством по испытаниям авиационной техники (стендовые испытания новых сортов ГСМ на ГТД, согласование Программ СИ, составление заключения о достаточности качества опытных ГСМ), 1976 г. № 21, 1979 г. № 27*
- *Общими техническими требованиями ВВТ ВВС, 1988 г. (Прил. к ОТТ ВВТ ВВС 4.2.3-88)*
- *Положением об условиях государственного обеспечения ГНЦ РФ «ЦИАМ им. П.И. Баранова» . Постановление Правительства РФ от 29.03. 1994 г. № 247*
- *Уставом ФГУП «ЦИАМ им.П.И.Баранова»*

**АВИАЦИОННЫЕ ГСМ (ТОПЛИВА, СМАЗОЧНЫЕ и ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ МАСЛА)  
для ЛА всех типов**

**АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ  
ТОПЛИВА ДЛЯ  
АВИАЦИОННЫХ ГТД и ПД**

- из природного газа
- из угля
- из биосырья
- конденсированное газовое
- газгидраты, СПГ

**ЭНЕРГОЕМКИЕ  
ТОПЛИВА ДЛЯ  
ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ  
ЛА**

эндотермические  
топлива для СПС и  
ГПС

**АВИАБЕНЗИНЫ  
ДЛЯ ПОРШНЕВЫХ  
ДВИГАТЕЛЕЙ**

- бензины с  
улучшенными  
экологическими  
характеристиками  
(minТЭС, без ТЭС)

**СМАЗОЧНЫЕ и  
ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ МАСЛА  
ДЛЯ АВИАЦИОННЫХ ГТД и  
ПД**

- высокотермостабильные  
масла для ТРД и ТРДД
- синтетические масла для  
ПД

# ***Авиационные бензины для поршневых двигателей летательных аппаратов***

*Докладчик- д.т.н. Яновский Л.С.*

**Научно-техническая конференция «Технические концепции и проекты создания авиационных двигателей для малой и региональной авиации», Москва, 3 октября 2017 г.**



**\*Авиационный бензин – жидкое углеводородное топливо для использования в авиационных поршневых двигателях внутреннего сгорания с искровым зажиганием.**

Характеристики авиационного бензина	Нормы для авиабензина			АИ-95 (ГОСТ Р 51866-2002)
	Согласно ТРТС	Б-91/115 (ГОСТ 1012-2013)	100LL (ASTM D 910-15)	
Октановое число по моторному методу, не менее	91	91	99,6	85
Сортность (богатая смесь), не менее	115	115	130	-
Содержание тетраэтилсвинца (ТЭС), не более	-	2,5 г/кг бензина	0,53 мл/л бензина	отсутствие
Удельная теплота сгорания низшая, МДж/кг, не менее	-	42,947	43,5	не норм.
Давление насыщенных паров, кПа	29,3-49	29,3-48,0	38,0-49,0	45-100
Фракционный состав: температура начала перегонки, °С, не ниже:	-	40	не норм, определение обязательно	не норм.
10 % отгоняется при температуре, °С, не выше	82	82	75	-
50 % отгоняется при температуре, °С, не выше	105	105	105	~70-110
температура конца перегонки, °С, не выше	-	180 (97,5%)	170	210
Содержание фактических смол, мг/100 см <sup>3</sup> , не более	3	3	-	5
Температура начала кристаллизации, °С, не выше	-60	-60	-60	не норм.

### Основные отличия авиационного бензина от автомобильного:

- Низкое давление насыщенных паров
- Узкий углеводородный состав
- Повышенная детонационная стойкость, как на бедной, так и на богатой смеси
- Контроль качества по большому числу физико-химических и эксплуатационных показателей



## Современное состояние в области разработок и применения авиационного бензина за рубежом

Действуют стандарты на этилированный бензин:

- ASTM D-910
- DEF STAN 91-90

В настоящее время основной маркой авиационного этилированного бензина является Avgas 100 LL

В США действуют стандарты на неэтилированный бензин:

- ASTM D 6227 бензины марки Avgas 82 UL и Avgas 87 UL
- ASTM D 7547 бензин марки Avgas 82 UL 91UL

В Европе компания Total начала производить неэтилированный авиабензин UL 91.



## Современное состояние в области разработок и применения авиационного бензина за рубежом

- ❑ В США в стандарт ASTM D 910 – 100VLL введена новая марка бензина, в котором снижено максимальное содержание ТЭС на 19% по сравнению с маркой 100LL
- ❑ В США разработаны стандарты на тестовые марки неэтилированного авиационного бензина **94UL** (ASTM D 7592) и **102 UL** (ASTM D 7719)
- ❑ ФАУ США рекомендовало переводить парк самолетов общего назначения с бензина 100LL на неэтилированный авиационный бензин
- ❑ В США за последние годы проведены обширные исследования по разработке неэтилированного авиабензина, эквивалентного 100LL. Создать такой бензин на базе только углеводородных компонентов пока не удалось



## Авиатехника отечественного производства

Ан-2



Як-18Т



Ка-26



## Авиатехника зарубежного производства

Cessna

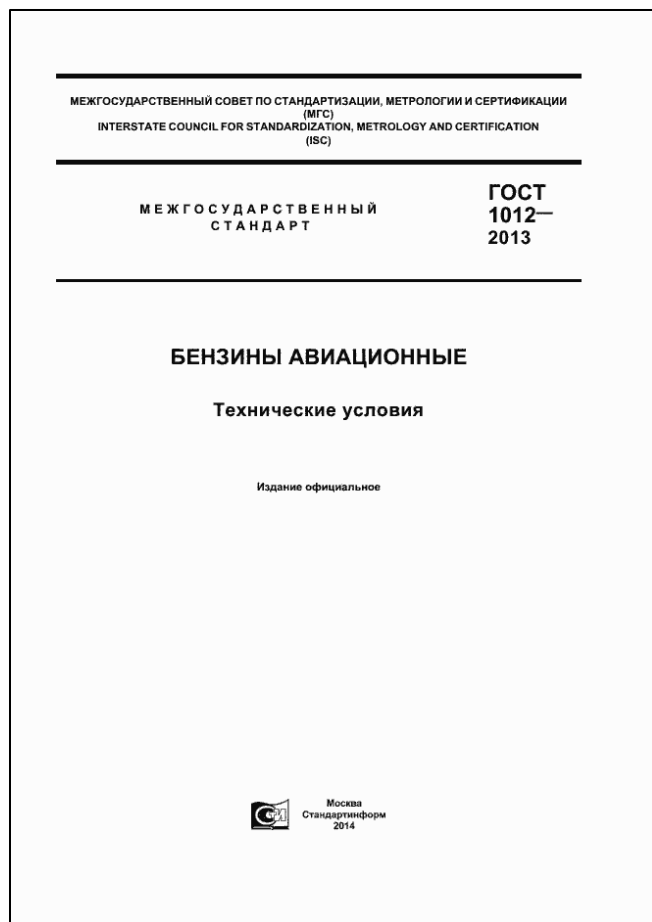


Robinson

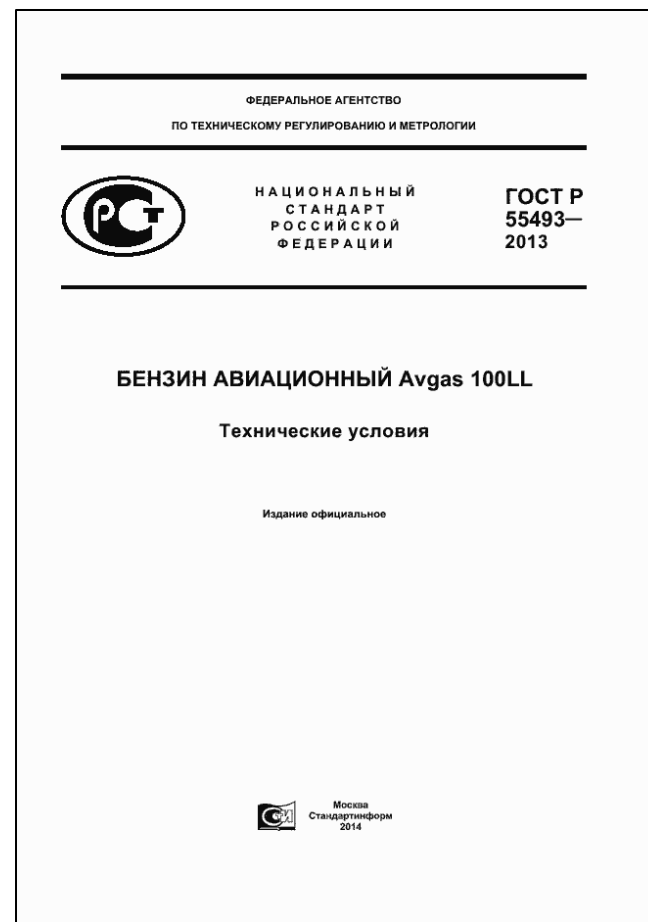


# Стандарты Российской Федерации на этилированный авиационный бензин

## Авиационный бензин Б-91/115, Б-92



## Авиационный бензин Avgas 100LL



## В России промышленное производство авиационного бензина отсутствует

### Причины:

- Запрет производства этиловой жидкости на территории РФ**
- Отсутствие компонентов авиационного бензина требуемого качества
- Сложный и дорогостоящий контроль качества авиационного бензина.

### Потребности для нужд поршневой авиации перекрываются за счет:

- импорта** этилированного бензина
  - Б 91/115 производства Польши
  - Avgas 100 LL производства Shell, Conoco-Phillips и др.
- использования **автомобильного** бензина АИ-95 взамен авиационного



## Современное состояние в области разработок авиационного бензина в России

- В России идет подготовка к возобновлению производства этилированного авиационного бензина марки **Б91/115** по ГОСТ 1012-2013:
  - ✓ **ЦИАМ** проведены квалификационные испытания опытно-пром. партии бензина **Б91/115** ( **ИВХИМПРОМ**)
  - ✓ **Бензин Б91/115 ИВХИМПРОМ** рекомендован к промышленному производству и применению на военной авиатехнике с ПД
  
- Разработаны технические требования к авиационному неэтилированному бензину марки Б92/115 и Б-92 ( ВНИИ НП, «Газпромнефть – ОНПЗ»)**
  
- На основе базовых компонентов производства «Газпромнефть-ОНПЗ» ВНИИ НП созданы лабораторные образцы неэтилированного авиационного бензина Б92/115**
  
- ЦИАМ им. Баранова проведены исследования лабораторных образцов неэтилированного бензина на соответствие ТТ**



## Показатели качества неэтилированного авиабензина

Наименование показателя	Б91/115 ГОСТ 1012-2013	Б92/115 ТТ ВНИИ НП неэтилированный	Фактические данные	
			Образец 1	Образец 2
1. Детонационная стойкость, не менее: - октановое число по моторному методу - сортность на богатой смеси	91 115	92,0 115	94,4 115,8	92,7 115,8
2. Концентрация свинца, мг/дм <sup>3</sup> , не более	2,5 г/кг	5	отс	отс
3. Плотность при 15 °С, кг/м <sup>3</sup>	-	не нормируется, определение обязательно	742,0	733,5
4. Фракционный состав: температура начала перегонки, °С, не ниже 10% отгоняется при температуре, °С, не выше 40% отгоняется при температуре, °С, не ниже 50% отгоняется при температуре, °С, не выше 90 % отгоняется при температуре, °С, не выше сумма температур 10 и 50% отгона, °С, не ниже температура конца перегонки, °С, не выше выход, %, не менее остаток, %, не более потери, %, не более	40 82  105 145  180,0  1,5 1,5	40,0 75,0 75,0 105,0 145,0 135,0 180,0 97,0 1,5 1,5	44,0 73,5 95,5 101,0 115,0 174,5 177,0 98,5 0,8 0,7	46,0 64,0 79,5 87,5 111,0 151,5 168,0 97,5 1,2 1,3
5. Давление насыщенных паров, кПа, в пределах	29,3-49,0	29,3 - 49,0	35	41



- Опытные образцы неэтилированного бензина Б92/115 полностью соответствуют ТТ
- По результатам испытаний и на основе ТТ ВНИИ НП разработан **СТО 11605031-091-2015 «БЕНЗИНЫ АВИАЦИОННЫЕ НЕЭТИЛИРОВАННЫЕ Б-92 и Б-92/115. Технические условия».**
- СТО 11605031-091-2015 согласован ЦИАМ и ГосНИИ ГА.
- Проводится работа по созданию опытно-промышленного образца неэтилированного бензина марки **Б92/115** для проведения приемочных испытаний.



## Работы ЦИАМ по созданию неэтилированного авиационного бензина

По ТТ ЦИАМ созданы опытные образцы неэтилированного авиабензина с октановым числом 95 по моторному методу:

образец № 1 – композиция углеводородных компонентов

образец №2 – композиции углеводородных компонентов с добавлением кислородсодержащих соединений: смеси диалкиловых эфиров и стабилизатора низкотемпературных свойств

№ п/п	Наименование компонента	Содержание компонента, % масс.	
		Образец №1	Образец №2
1	Изопарафиновые углеводороды C5-C6	13-18	10-20
2	Толуол	28	10-30
3	Фракция высокооктановых изопарафиновых углеводородов C8	54-59	50-65
4	Смесь диалкиловых эфиров, содержащих стабилизатор низкотемпературных свойств	-	10-20



Образец № 1 – полностью соответствует ТТ

Образец № 2 – соответствует ТТ, за исключением показателей:

«удельная теплота сгорания низшая» - 42,8 МДж/кг, при норме «не менее 43,5 МДж/кг», и «давление насыщенных паров» - 30,7 кПа, при норме «38,0 - 49,0 кПа»

Демонстрационный ПД -1400

Образец № 1 рекомендован к наработке в количестве, необходимом для проведения стендовых испытаний на демонстрационном авиационном поршневом двигателе ПД-1400



## Неэтилированный авиационный бензин с октановым числом 100 ( НАБ-100)

*По ТТ ЦИАМ в 2016г. созданы опытные образцы неэтилированного  
авиабензина с ОЧ=100*

### Состав образца №1 неэтилированного авиабензина НАБ-100

№ п/п	Наименование компонента	Содержание компонента, % масс.
1	Изооктан технический	50
2	Изопентановая фракция	15
3	Толуол	25
4	Трет-бутилбензол	5
5	Изопропанол	1
6	м-толуидин	4

Присадки: синий краситель Oil Blu B Liquid – 5,6 мг/л; Stadis 450 – 3,0 мг/л



## Результаты испытаний опытного образца неэтилированного авиабензина НАБ-100

Наименование показателя	Нормы по ТТ ЦИАМ	Нормы по ASTM D 910 для бензина 100LL	НАБ-100
1. Детонационная стойкость, не менее: - октановое число по моторному методу - сортность	100 -	99,6 130	100 -
2. Цвет	голубой	голубой	голубой
3. Плотность при 15 °С, кг/м <sup>3</sup>	не нормируется, определение обязательно	не нормируется, определение обязательно	745
4. Фракционный состав: температура начала перегонки, °С	не нормируется, определение обязательно	не нормируется, определение обязательно	30
10% отгоняется при температуре, °С не выше	75	75	59
40% отгоняется при температуре, °С не ниже	75	75	95
50% отгоняется при температуре, °С не выше	105	105	99
90% отгоняется при температуре, °С не выше	135	135	116
сумма температур 10 и 50% отгона, °С не ниже	135	135	158
температура конца перегонки, °С не выше	170	170	185
остаток, % не более	1,5	1,5	1,0
потери, % не более	1,5	1,5	0,5
5. Давление насыщенных паров, кПа, в пределах	38 - 49	38 - 49	42
6. Содержание тетраэтилсвинца, гр.Рb/дм <sup>3</sup> бен.	отсутствие	0,56	отсутствие
7. Температура начала кристаллизации, °С, не выше	минус 60	минус 60	ниже минус 60
8. Массовая доля серы, % масс., не более	0,03	0,03	0,0007
9. Удельная теплота сгорания, низшая, МДж/кг, не менее	43,5	43,5	42,9



## Результаты испытаний опытного образца неэтилированного авиабензина НАБ-100

10. Коррозия медной пластинки, (2ч±5 мин) при температуре 100 °С, класс, не более	1	1	1
11. Содержание механических примесей и воды	отсутствие	отсутствие	отсутствие
12. Содержание фактических смол, мг/100 см <sup>3</sup> , не более	3	3	3
13. Устойчивость к окислению (5ч), концентрация потенциальных смол, мг/100 см <sup>3</sup> , не более	6	6	3
14. Взаимодействие с водой, изменение объема в см <sup>3</sup> , не более	±2	±2	менее 0,5
15. Удельная электрическая проводимость, пСм/м, в пределах	50 -600	50 -600	450

**Образец № 1 рекомендован к наработке в количестве, необходимом для проведения стендовых испытаний на демонстрационном авиационном поршневом двигателе ПД-1400**



## Выводы

- Необходимо возобновить в Российской Федерации промышленное производство **этилированного** бензина марки Б-91/115 по ГОСТ 1012-2013 для исключения зависимости от импорта и оперативного обеспечения отечественным авиабензином парка малой авиации с ПД
- Организовать опытно-промышленное производство и провести приемочные испытания **неэтилированного** бензина Б-92/115
- Продолжить работу по созданию **неэтилированного** авиационного бензина с октановым числом 100 по моторному методу, эквивалентного этилированному бензину марки 100 LL



**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ !**



## Результаты испытаний опытных образцов высокооктанового неэтилированного авиационного бензина

Наименование показателя	Нормы по ТТ ЦИАМ	Нормы по ASTM D 910 для бензина 100LL	Фактические данные	
			образец №1	образец №2
1. Детонационная стойкость, не менее: - октановое число по моторному методу - сортность	<b>95</b> -	<b>99,6</b> 130	<b>96</b> -	<b>100</b>
2. Цвет	голубой	голубой	голубой	голубой
3. Плотность при 15 °С, кг/м <sup>3</sup>	не нормируется, определение обязательно	не нормируется, определение обязательно	727	713
4. Фракционный состав: температура начала перегонки, °С	не нормируется, определение обязательно	не нормируется, определение обязательно	40	62,6
10% отгоняется при температуре, °С не выше	75	75	73	75
40% отгоняется при температуре, °С не ниже	75	75	98	89
50% отгоняется при температуре, °С не выше	105	105	99	93
90% отгоняется при температуре, °С не выше	135	135	103	99
сумма температур 10 и 50% отгона, °С не ниже	135	135	172	168
температура конца перегонки, °С не выше	170	170	120	104
остаток, % не более	1,5	1,5	1,0	1,1
потери, % не более	1,5	1,5	1,5	0,9



## Результаты испытаний опытных образцов высокооктанового неэтилированного авиационного бензина

5. Давление насыщенных паров, кПа, в пределах	38 - 49	38 - 49	38,1	30,7
6. Содержание тетраэтилсвинца, гр.Pb/дм <sup>3</sup> бен.	отсутствие	0,56	отсутствие	отсутствие
7. Температура начала кристаллизации, °С, не выше	минус 60	минус 60	ниже минус 60	ниже минус 60
8. Массовая доля серы, % масс., не более	0,03	0,03	0,0007	0,0007
9. Удельная теплота сгорания, низшая, МДж/кг, не менее	43,5	43,5	43,6	42,8
10. Коррозия медной пластинки, (2ч±5 мин) при температуре 100 °С, класс, не более	1	1	1	1
11. Содержание механических примесей и воды	отсутствие	отсутствие	отсутствие	отсутствие
12. Содержание фактических смол, мг/100 см <sup>3</sup> , не более	3	3	отсутствие	отсутствие
13. Устойчивость к окислению (5ч), концентрация потенциальных смол, мг/100 см <sup>3</sup> , не более	6	6	менее 2	выдерж.
14. Взаимодействие с водой, изменение объема в см <sup>3</sup> , не более	±2	±2	менее 2	1,5
15. Удельная электрическая проводимость, пСм/м, в пределах	50 -600	50 -600	430	-



## Показатели качества неэтилированного авиабензина

6. Температура начала кристаллизации, °С, не выше	минус 60	минус 60	менее минус 60	менее минус 60
7. Массовая доля углеводородов: -ароматических, не более -олефиновых, не более	35,0 -	35,0 1,5	33,5 <0,17	34,2 <0,17
8. Массовая доля серы, %, не более	0,03	0,03	<0,0005	<0,0005
9. Удельная теплота сгорания низшая, МДж/кг, не менее	42,947	43,0	43,3	43,3
10. Коррозия медной пластинки: (2 ч±5 мин) при температуре 100 °С, класс, не более	выдерж.	не более 1	1	1
11. Содержание механических примесей и воды	отсутствие	отсутствие	отсутствие	отсутствие
12. Содержание фактических смол, мг/100 см <sup>3</sup> , не более	3	3	<2	<2
13. Устойчивость к окислению (5ч), концентрация потенциальных смол, мг/100 см <sup>3</sup> , не более	-	6	2	2
14. Взаимодействие с водой, изменение объема, см <sup>3</sup> , не более	-	±2	<0,5	<0,5

