



**Институт природных ресурсов**

**Кафедра Химической технологии топлива и химической кибернетики**

# **Автомобильные бензины**

## **Процесс компаундирования**

**Киргина Мария Владимировна**

*ассистент каф. ХТТ и ХК ИПР ТПУ*

# • План

Что такое  
компаундирование бензинов?

Марки бензинов

Свойства бензинов

Компоненты бензинов

Технология компаундирования  
бензинов



## ● Что такое компаундирование бензинов?

**Бензин** – бесцветная легковоспламеняющаяся жидкость, широко распространенный вид *топлива* для двигателей внутреннего сгорания.

**Топливо** – это источник тепла и света. При воспламенении топлива содержащиеся в нем вещества вступают в реакцию с кислородом, выделяя при этом энергию в виде тепла и света.

**Бензиновая фракция нефти** – горючая смесь лёгких углеводородов с температурой кипения от 30 до 200 С.



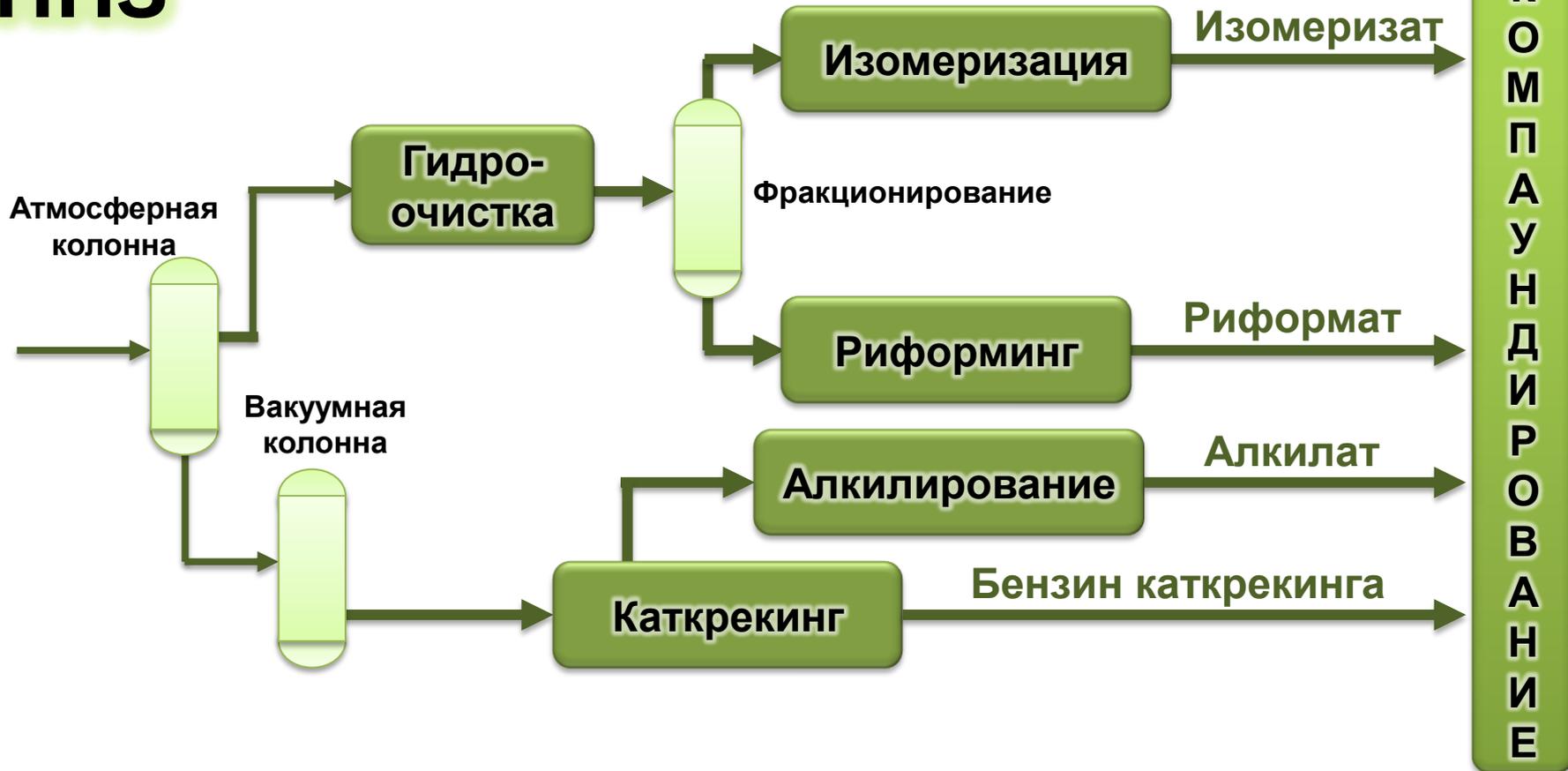
# ● Что такое компаундирование бензинов?

**Компаундирование** – процесс смешения прямогонных фракций с компонентами вторичных процессов и присадками для получения высокооктанового автомобильного бензина.



# ● Что такое компаундирование бензинов?

## НПЗ



# ● Марки бензинов



В России выпуск автомобильных бензинов осуществляется по следующим стандартам:

**ГОСТ 2084-77**

**ГОСТ Р 51105-97**

**ГОСТ Р 51313-99**

**ГОСТ Р 51866-2002**

**Технический регламент  
таможенного союза  
«О требованиях к  
автомобильному и  
авиационному  
бензину, дизельному и  
судовому топливу,  
топливу для реактивных  
двигателей и мазуту»  
ТР ТС 013/2011**

# ● Марки бензинов

ООО «Лаки Стар»	ОАО «Газпромнефть»	НК «Роснефть»
Аи95 28.80	Аи95 28.90	Аи95 27.70
Аи92 26.80	Аи92 26.80	Аи92 26.80
Аи80 24.00	Аи80 24.00	ДТ 26.50
ДТ 29.00	ДТ 27.80	

Октановое число



# ● Марки бензинов

## ГОСТ 2084-77

A-72

A-76

АИ-91

АИ-93

АИ-95

## ГОСТ Р 51866-2002

Нормаль-80

Регуляр-92

Премиум-95

Супер-98



# ● Марки бензинов

## Технический регламент таможенного союза

Характеристики автомобильного бензина	Нормы в отношении экологического класса			
	<b>К2</b>	<b>К3</b>	<b>К4</b>	<b>К5</b>
Массовая доля серы, не более мг/кг	500	150	50	10
Содержание бензола, не более об. %	5	1	1	1
Содержание углеводородов, не более об. %				
ароматических	не определяется	42	35	35
олефиновых	не определяется	18	18	18
Давление паров, не более КПа				
в летний период	35-80	35-80	35-80	35-80
в зимний период	35-100	35-100	35-100	35-100

# ● Свойства бензинов



Детонационная стойкость (октановое число)

Испаряемость (давление насыщенных паров - ДНП, фракционный состав)

Плотность

Содержание серы

Внешний вид

Содержание бензола, ароматических углеводородов

Содержание присадок и добавок

# • Детонационная стойкость

Характеризуется:

Октановое число  
исследовательский метод

Октановое число  
моторный метод

Определяется по:

ГОСТ Р 52946-2008 (ЕН ИСО 5163:2005)  
Нефтепродукты. Определение  
детонационных характеристик моторных  
и авиационных топлив. Моторный метод.

ГОСТ Р 52947-2008 (ЕН ИСО 5164:2005)  
Нефтепродукты. Определение  
детонационных характеристик моторных  
топлив. Исследовательский метод.

ГОСТ Р 51866-2002:

Октановое число, не менее	Марка			
	Нормаль-80	Регуляр-92	Премиум-95	Супер-98
исследовательский метод	80	92	95	98
моторный метод	76	83	85	88

# • Детонационная стойкость

**Детонационная стойкость** – параметр, характеризующий способность топлива противостоять самовоспламенению при сжатии.

**Октановое число** – мера детонационной стойкости бензина.

Октановое число **100** – **изооктан**

Октановое число **0** – **н-гептан**



**Октановое число** - процентная доля изооктана в смеси с н-гептаном, детонирующей при той же степени сжатия.

Октановое число **исследовательский метод (ОЧИ)** - более мягкие условия

Октановое число **моторный метод (ОЧМ)** - более жесткие условия

# • Детонационная стойкость

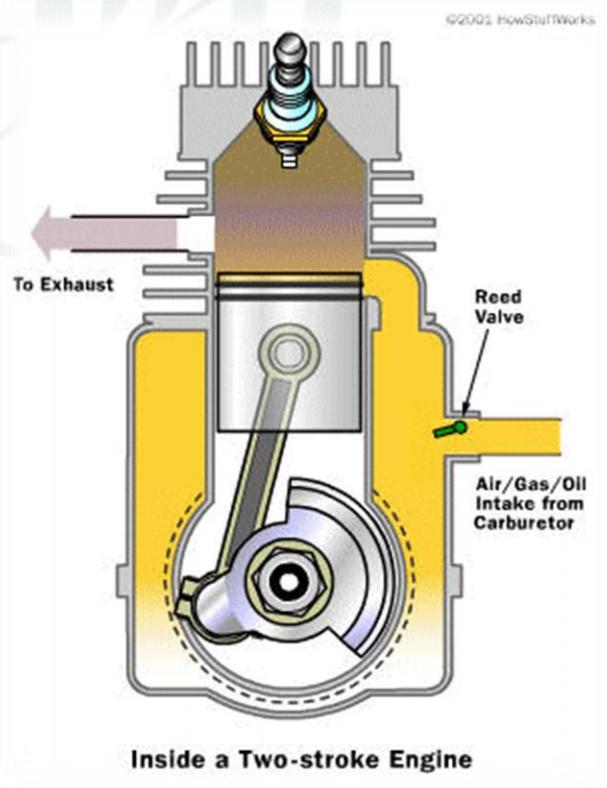


Рисунок 1.

Принцип действия двухтактного ДВС

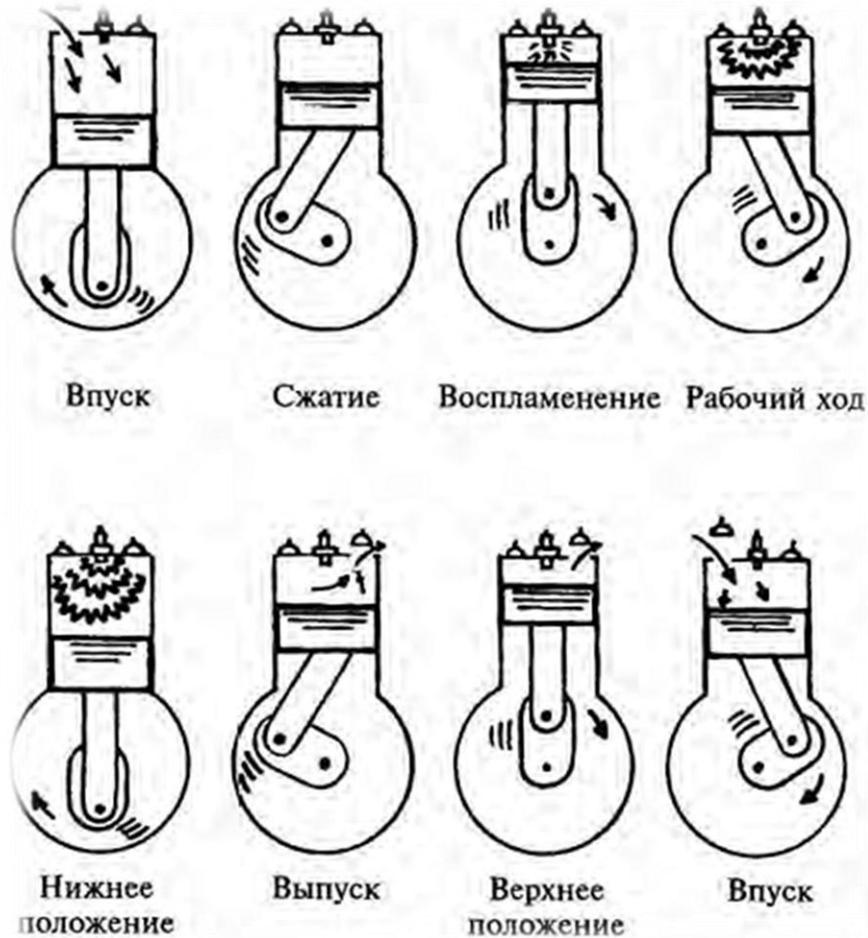


Рисунок 2.

Принцип действия двухтактного ДВС

# ● Испаряемость



Характеризуется:

**Фракционный состав**

**Давление насыщенных паров (ДНП)**

Определяется по:

**ГОСТ 2177-99 (ИСО 3405-88)**  
Нефтепродукты. Методы  
определения фракционного состава.

**ГОСТ 1756-2000 (ИСО 3007-99)**  
Нефтепродукты. Определение  
давления насыщенных паров.

- определяет эффективность процессов смесеобразования, воспламенения, полноту сгорания в двигателе;
- высокая испаряемость приводит к потерям бензина при транспортировке и хранении, образованию паровых пробок в двигателе;
- низкая испаряемость ухудшает пусковые свойства бензинов, при ДНП менее 34 кПа запуск двигателя невозможен.

# ● Испаряемость



## Технический регламент таможенного союза:

Давление паров, не более КПа	Экологический класс			
	<b>К2</b>	<b>К3</b>	<b>К4</b>	<b>К5</b>
в летний период	35-80	35-80	35-80	35-80
в зимний период	35-100	35-100	35-100	35-100

## ГОСТ Р 51866-2002:

Давление паров, КПа	Класс					
	<b>А</b>	<b>В</b>	<b>С и С1</b>	<b>Д и D1</b>	<b>Е и E1</b>	<b>Ф и F1</b>
не менее	45	45	50	60	65	70
не более	60	70	80	90	95	100

# ● Содержание веществ



**Сера**

**Бензол**

**Ароматические и  
олефиновые  
углеводороды**

## Определяется по:

**ГОСТ Р 52660-2006 (ЕН ИСО  
20884:2004)**

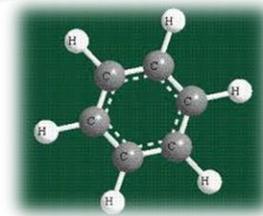
Топлива автомобильные.  
Метод определения  
содержания серы  
рентгенофлуоресцентной  
спектрометрией с дисперсией  
по длине волны.

**ГОСТ Р 52714-2007**

Бензины автомобильные. Определение  
индивидуального и группового углеводородного  
состава методом капиллярной газовой  
хроматографии.

- **высокое содержание серы приводит к повышению выбросов оксидов серы в атмосферу, коррозии деталей автомобиля, увеличивает нагаробразование в двигателе;**
- **высокое содержание бензола и ароматических углеводородов приводит к повышению выбросов вредных веществ в атмосферу, коррозии деталей автомобиля, дезактивации катализатора дожига;**

# ● Содержание веществ



## Технический регламент таможенного союза:

Характеристика бензина	Экологический класс			
	K2	K3	K4	K5
Массовая доля серы, не более мг/кг	500	150	50	10
Содержание бензола, не более об. %	5	1	1	1
Содержание углеводородов, не более об. %				
ароматических	не определяется	42	35	35
олефиновых	не определяется	18	18	18

## ГОСТ Р 51866-2002:

Характеристика бензина	Вид			Характеристика бензина	Вид		
	I	II	III		I	II	III
Массовая доля серы, не более мг/кг	150	50	10	Содержание ароматических углеводородов, не более об. %	42	35	35
Содержание бензола, не более об. %	1			Содержание олефиновых углеводородов, не более об. %	18		

# ● Плотность при 15 °С

Определяется по:

ГОСТ Р 51069-97 Нефть и нефтепродукты. Метод определения плотности, относительной плотности и плотности в градусах API ареометром.

ГОСТ Р 51866-2002:

Характеристика бензина	Значение
Плотность при температуре 15 С, кг/м3	720-775

• плотность оказывает влияние на смесеобразование, качество распыления топлива в карбюраторе автомобиля.

# ● Внешний вид

Визуальная проверка – чистая и прозрачная жидкость.

# ● Компоненты бензинов



## Прямогонные бензины

- получают в процессе атмосферной разгонки нефти;
- много парафиновых углеводородов слабо разветвленного строения;
- низкие октановые числа – ОЧМ 50–60.

## Бензины каталитического риформинга



- базовый компонент товарных бензинов в России;
- получают в процессе каталитического риформинга бензиновой фракции;
- много ароматических и изопарафиновых углеводородов, бензола;
- высокие октановые числа – ОЧИ 90–100.

# ● Компоненты бензинов

## Бензины каталитического крекинга

- получают в процессе каталитического крекинга;
- много ароматических, изопарафиновых и непредельных углеводородов;
- меньшее содержание ароматики и бензола чем в бензинах каталитического риформинга;
- сравнительно высокие октановые числа – ОЧИ 83–92.



## Изомеризаты

- получают в процессе изомеризации пентан-гексановой фракции;
- много изопарафиновых углеводородов;
- не содержат ароматических углеводородов и бензола;
- обладают высоким давлением насыщенных паров;
- сравнительно высокие октановые числа – ОЧИ 84–92.



# ● Компоненты бензинов



## Алкилаты

- получают в процессе алкилирования парафинов олефинами;
- много изопарафиновых углеводородов;
- не содержат ароматических углеводородов и бензола;
- высокие октановые числа – ОЧИ 90–95.



## Бутан, изопентан, легкие углеводородные газы

- высокооктановые добавки;
- обладают высоким давлением насыщенных паров.



# ● Компоненты бензинов

**Добавки оксигенаты**



**Вещества содержащие кислород, обладающие высокими октановыми числами**



**Антидетонационные присадки**



**Химические агенты, которые разрушают вызывающие детонацию пероксиды, образующиеся на предпламенной стадии горения топлива**



# ● Оксигенаты



## Спирты

Метанол

Этанол

Изопропиловый спирт

Втор-, третбутиловый спирт



## Эфиры

Добавка	Октановое число	
	ОЧИ	ОЧМ
<b>ДИПЭ</b>	110	100
<b>МТБЭ</b>	125	110
<b>ЭТБЭ</b>	118	105
<b>МТАЭ</b>	111	98

- отрицательно действует на материалы уплотнений, коррозионно агрессивны к цветным металлам;
- возможность электрохимической коррозии.

# ● Оксигенаты

## Технический регламент таможенного союза:



Характеристика бензина	Экологический класс			
	К2	К3	К4	К5
Содержание кислорода, не более мас. %	не определяется	2,7	2,7	2,7
Содержание оксигенатов, не более об. %	отсутствие			
метанол	отсутствие			
этанол	не определяется	5	5	5
изопропанол	не определяется	10	10	10
третбутанол	не определяется	7	7	7
изобутанол	не определяется	10	10	10
эфиров, содержащих 5 или более атомов углерода в молекуле	не определяется	15	15	15

# ● Антидетонационные присадки



~~Тетраэтилсвинец~~

~~Fe-содержащие~~

~~Mn-содержащие~~

Амино-содержащие  
(монометиланилин – ММА)

- содержание присадок ограничено;
- склонность к смолообразованию и образованию отложений на свечах;
- вредны для окружающей среды;
- нелинейная зависимость повышения октанового числа от концентрации антидетонатора;
- синергизм и антагонизм действия присадок.

Max допустимая концентрация 1,3 %

	Свинец	Железо	Марганец	Амины	Оксигенаты
Свинец		-	-	+	+
Железо	-		-	+	-
Марганец	-	-		+	0
Амины	+	+	+		+
Оксигенаты	+	-	0	+	

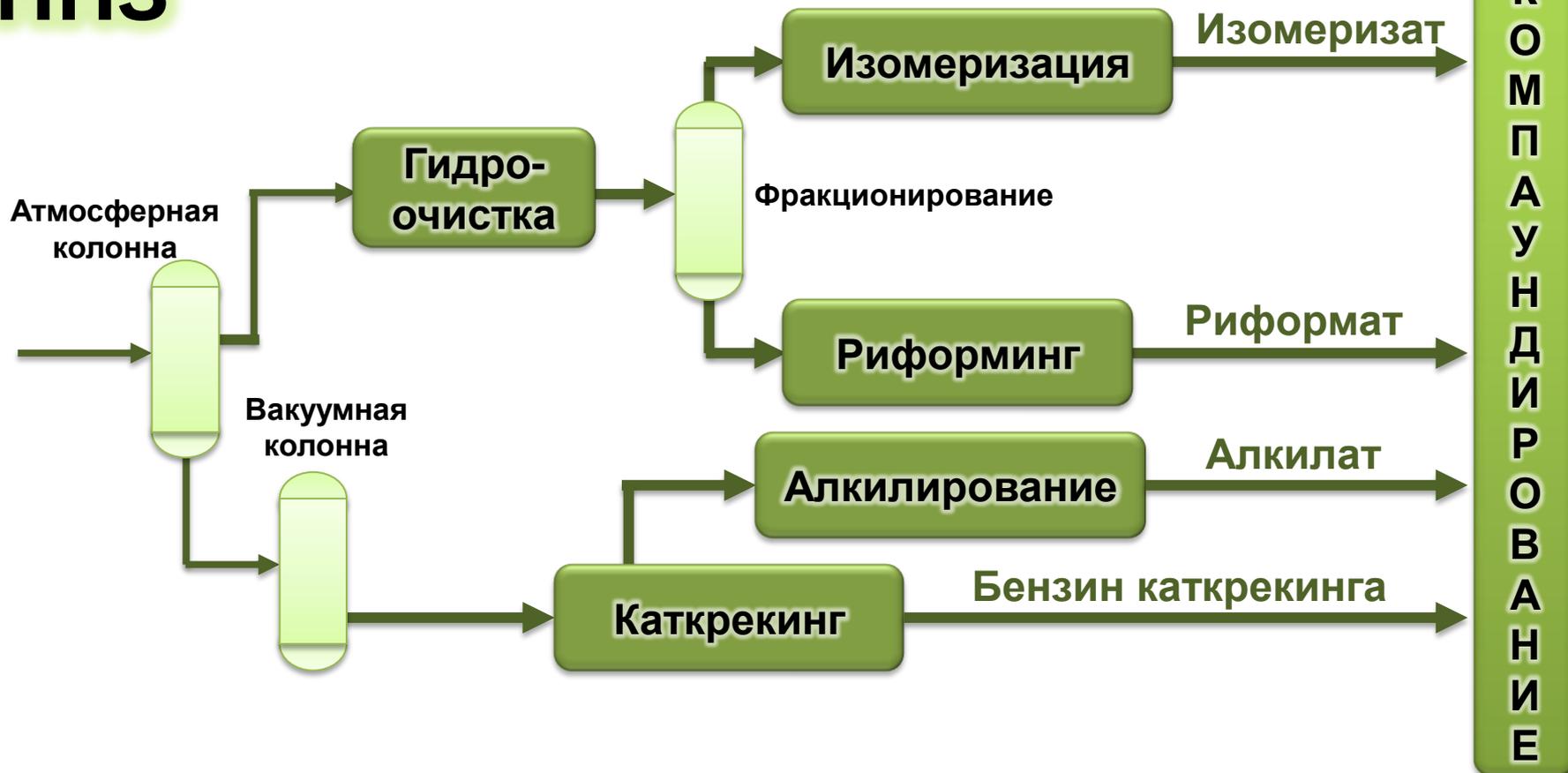
# ● Компоненты бензинов

## Структура суммарного бензинового фонда различных стран

Показатели	Россия	США	Западная Европа
Общий объем бензинового фонда, млн. т/год	32	<b>330</b>	130
Компонентный состав, %			
бутаны	5,7	7,0	5,0
бензины каталитического риформинга	<b>54,1</b>	<b>34,0</b>	48,2
бензины каталитического крекинга	20,0	<b>35,5</b>	27,0
изомеризат	1,5	5,0	5,0
алкилат	0,3	<b>11,2</b>	5,0
оксигенаты	0,2	3,6	2,0
прямогонные бензиновые фракции, бензины гидрокрекинга и гидроочистки	13,3	3,1	7,3
бензиновые фракции термических процессов	4,9	0,6	0,5

# ● Технология компаундирования бензинов

## НПЗ



# ● Технология компаундирования бензинов

## Методы компаундирования

**Циркуляционный** — приготовление производится в смесительных резервуарах;

Смешение в аппаратах с перемешивающими устройствами;

Непосредственное смешение в трубопроводах;

Наибольшее применение



# ● Технология компаундирования бензинов

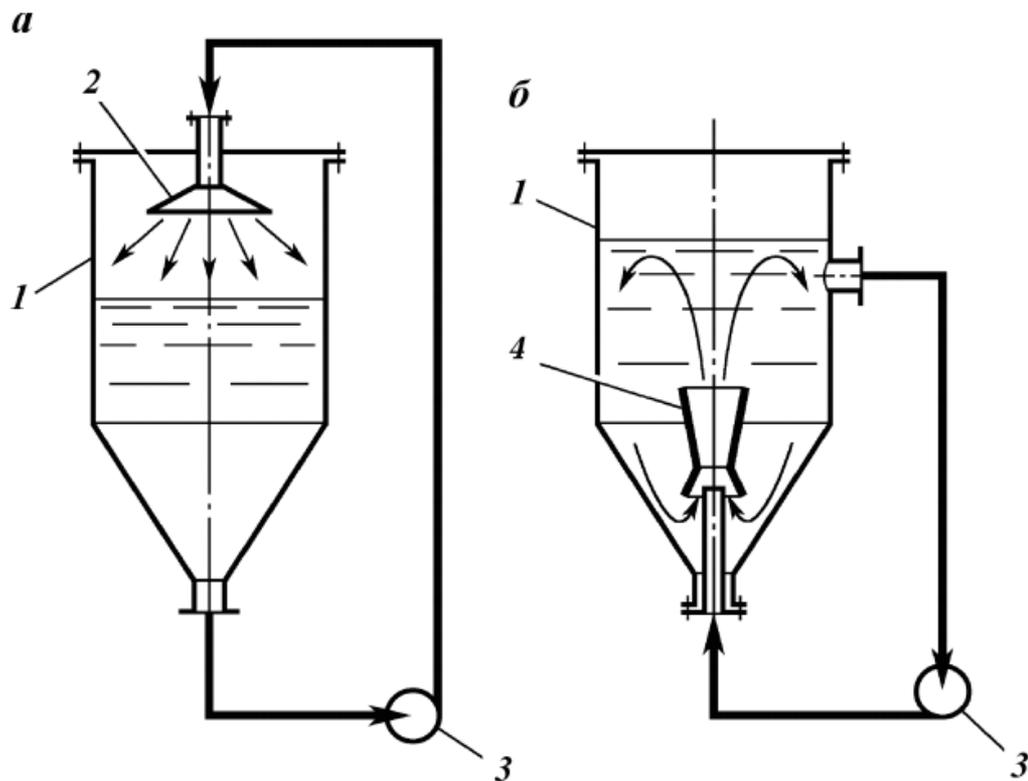


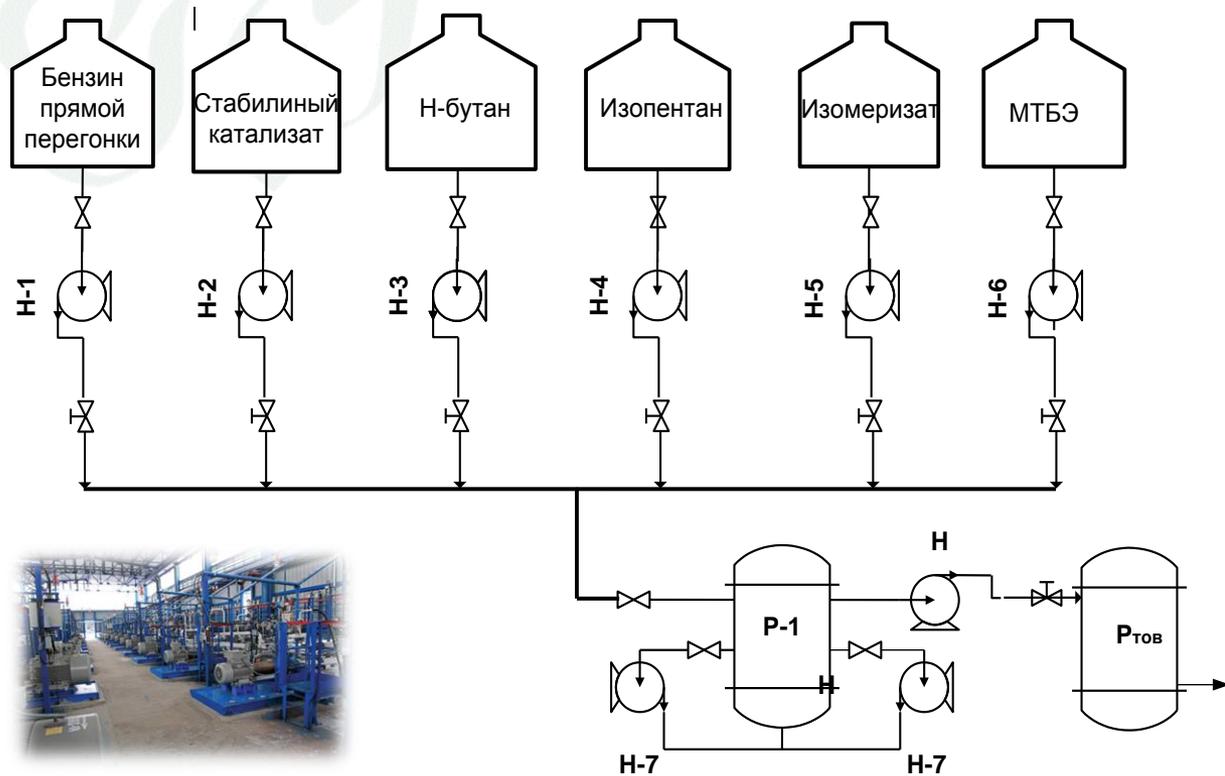
Рисунок 3. Схемы циркуляционных смесителей:

- а) смеситель с циркуляционным насосом;
  - б) смеситель с циркуляционным насосом и эжектором;
- 1 – емкость; 2 – разбрызгиватель;  
3 – циркуляционный насос; 4 – эжектор.

Приготовленный в смесительном резервуаре продукт забирается специальными насосами и многократно перекачивается по схеме «резервуар–насос–резервуар» до тех пор, пока в резервуаре не будет получена однородная по составу смесь.



# ● Технология компаундирования бензинов



Оптимальная продолжительность перемешивания - 3 часа

Компоненты закачиваются в порядке уменьшения плотности

После окончания циркуляции, отстаивание в течение 2-х часов, освобождение от воды и механических примесей

Рисунок 4. Схема компаундирования с циркуляционными насосами