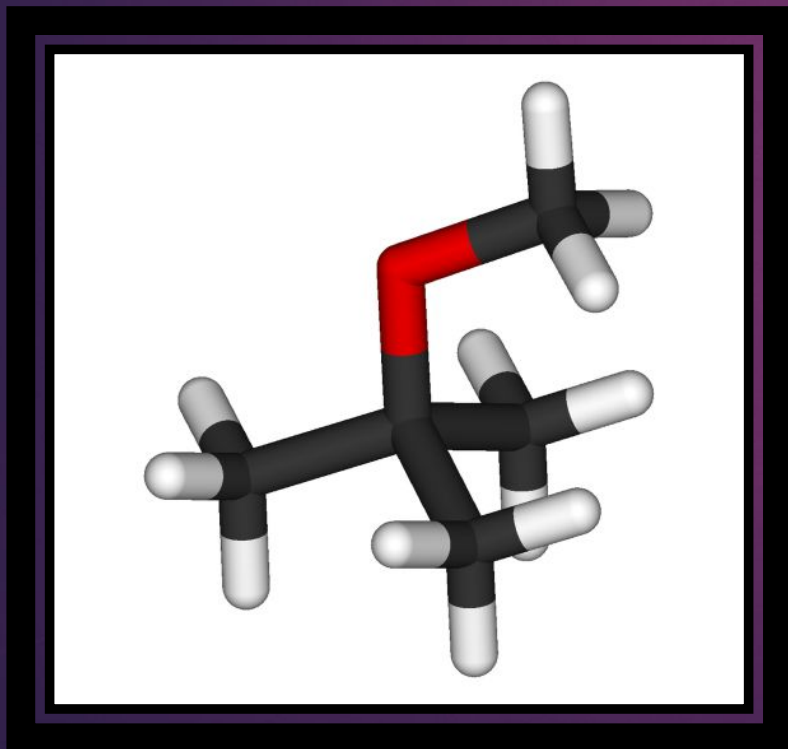


# МЕТИЛ-ТРЕТ-БУТИЛОВЫЙ ЭФИР

## МТБЭ



ВЫПОЛНИЛА  
СТ.ГР 17-НБ-ХТ1  
МАШКОВА Э.С

**Метил-трет-бутиловый эфир** (*трет*-бутилметилэтер, 2-метил-2-метоксипропан, МТБЭ) — химическое вещество с химической формулой  $\text{CH}_3\text{—O—C}(\text{CH}_3)_3$ , один из важнейших представителей простых эфиров.

МТБЭ является кислородсодержащим октаноповышающим компонентом и применяется для повышения октанового числа автобензинов.



# Физические свойства

- ▶ Температура кипения 54—55 °С при 764 мм рт. ст.
- ▶  $d_4^{20}$  0,7578;  $n_D^{20}$  1,37566.
- ▶ Растворимость в воде — низкая.
- ▶ Азеотропные смеси с водой (52,6 °С) и метанолом (51,3 °С)
- ▶ Степень конверсии по изобутилену – 94%
- ▶ Чистота получаемого МБЭ – 99%
- ▶ Катализатор – ионнообменная смола
- ▶ На 1 т МБЭ расходуется 360 кг метанола и 680 кг 100 % изобутилена

Параметр	Значение
Давление насыщенных паров	27,1 кПа (20 °С)
Теплота образования	291 кДж/моль
<u>Температура самовоспламенения</u>	443 °С
<u>Пределы взрываемости</u>	1,65 — 8,4 %, об
<u>ПДК</u> в воздухе рабочей зоны	100 мг/м <sup>3</sup>
<u>ПДК</u> в атмосферном воздухе	0,5 мг/м <sup>3</sup>
<u>Смертельная доза</u> 50 % отравляющихся	4 г/кг (орально)

# Сырье и продукция

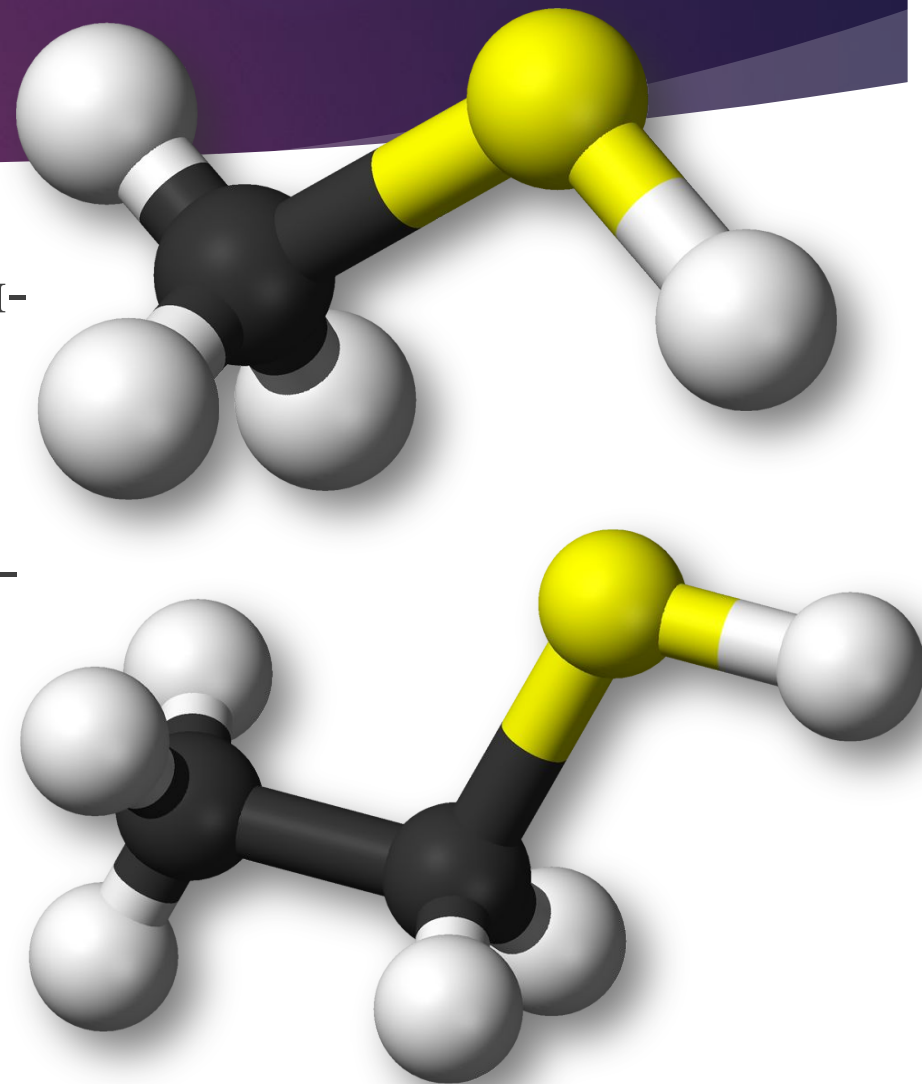
Сырьем для производства МТБЭ являются **метанол и изобутилен**.

Источником изобутилен является бутан-бутиленовая фракция, поэтому МТБЭ производят либо непосредственно на НПЗ, имеющих установки каталитического крекинга, откуда получают сырьё, либо на нефтехимических предприятиях, где есть иные источники получения изобутилена), а метанол получают из природного газа – метана, ресурсы которого в нашей стране не ограничены.



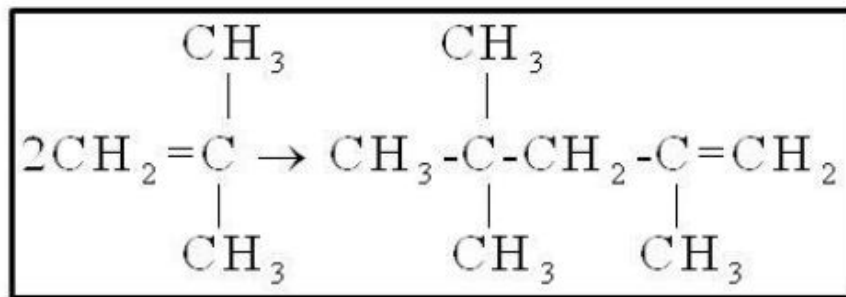
# Подготовка сырья МТБЭ

- ▶ Основным сырьём МТБЭ на нефтеперерабатывающих заводах является изобутан-изобутиленовая фракция (ИИФ) после каталитического крекинга, которую необходимо очищать от сернистых соединений. Сернистые соединения в ИИФ представлены в основном метил- и этилмеркаптаном, очистка от которых осуществляется их щелочной экстракцией и последующим окислением тиолятов с применением гомогенных или гетерогенных катализаторов в присутствии кислорода воздуха с получением дисульфидного масла.

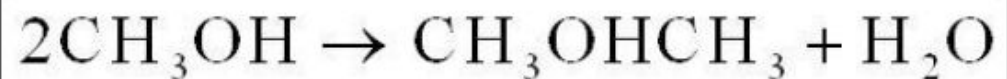


# Побочные реакции

- Димеризация изобутилена с образованием изооктилена:



- Гидратация изобутилена водой, содержащейся в исходном сырье с образованием изобутилового спирта;
- Дегидроконденсация метанола с образованием диметилового эфира:



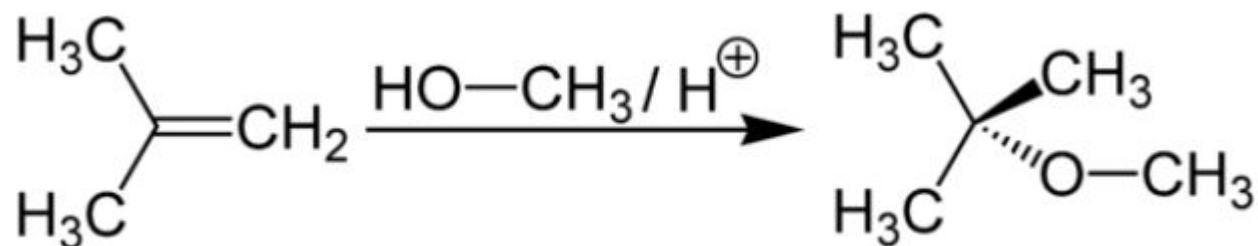
- Если в метаноле содержится этанол, то образуется  
этил-трет-бутиловый эфир (**ЭТБЭ**).

# Производство МТБЭ

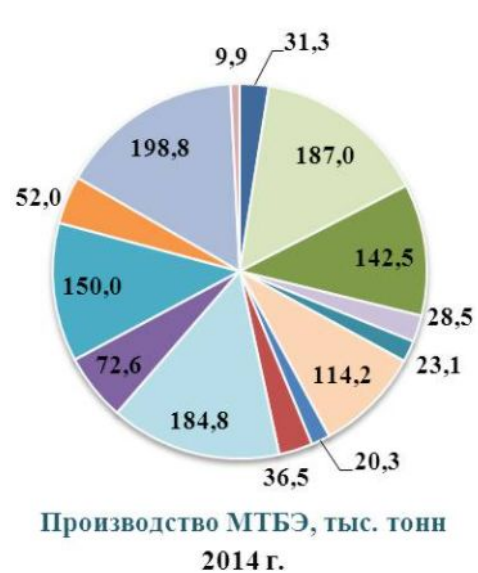
Получается при взаимодействии метанола с изобутиленом в присутствии кислых катализаторов (например, ионообменных смол).

Синтез МТБЭ в присутствии кислотного катализатора осуществляется путём алкилирования метанола изобутиленом по обратимой реакции:  $iC_4H_8 + CH_3OH \leftrightarrow CH_3OC(CH_3)_3$

Реакция протекает в жидкой фазе с выделением тепла. Тепловой эффект реакции составляет 41,8 кДж/моль. Равновесие реакции смещается вправо при повышении давления и снижении температуры. Процесс синтеза МТБЭ ведут при температуре от 50 до 100 °С и давлении, необходимом для поддержания реагентов в жидкой фазе. При правильно подобранных режимах побочные реакции можно практически полностью подавить, обеспечив селективность процесса 98 % и выше.



# Производство МТБЭ



- ОАО "Славнефть-ЯНОС"
- АО "Газпромнефть-МНПЗ"
- ОАО "ЭКТОС-Волга"
- Ф-Л "Башнефть-УНПЗ"
- ОАО "Стерлитамакский НХЗ"
- ПАО "Нижнекамскнефтехим"
- ОАО "ТАИФ-НК"
- АО "СИБУР-Химпром"
- АО "Уралоргсинтез"
- ООО "СИБУР Тольятти"
- ООО "СИБУР Тобольск"
- АО "Ангарская НХК"



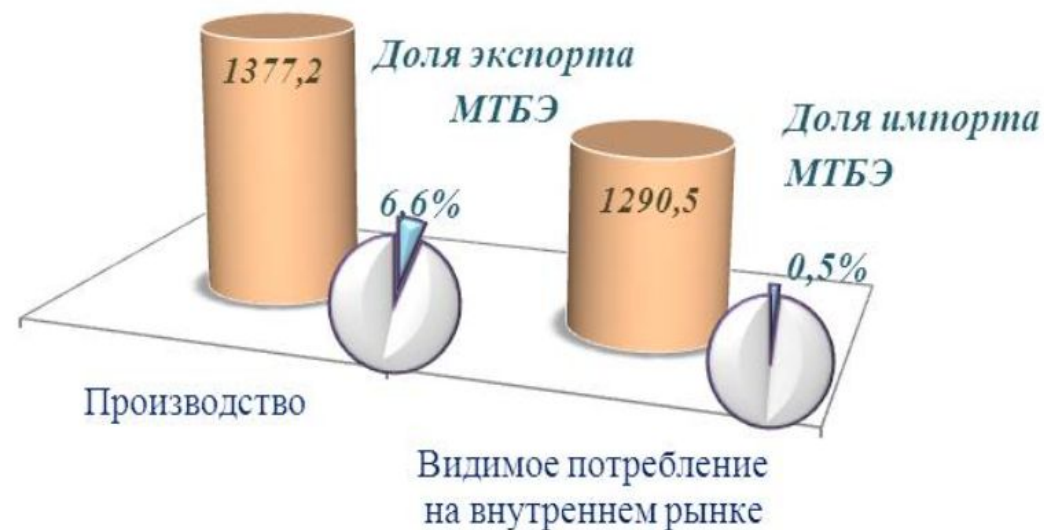


# Производство МТБЭ

Объемы внутреннего потребления МТБЭ в России в 2015 г. увеличились, что обусловлено ужесточением требований к качеству автомобильного бензина. Так, доля импорта в потреблении на внутреннем рынке не превышала 0,5% и внутренний рынок не испытывал дефицита в октаноповышающих эфирах.

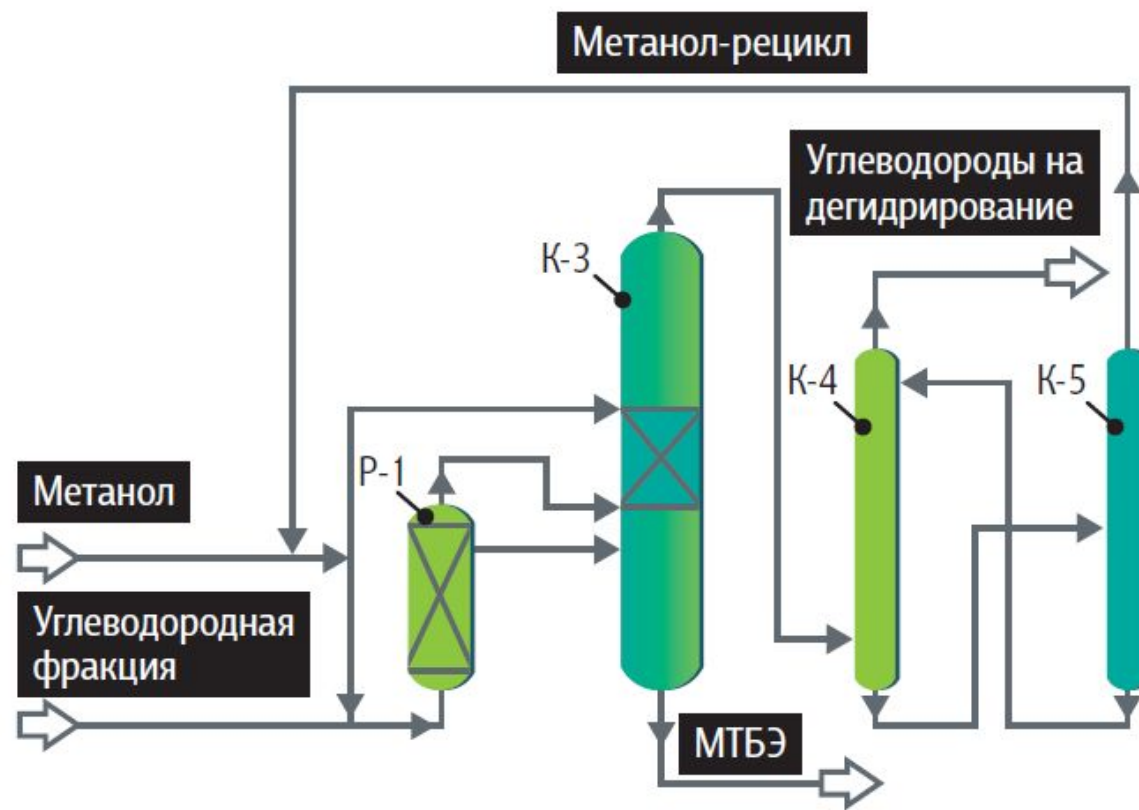
Основными экспортерами метил-трет-бутилового эфира из России выступают предприятия ПАО «СИБУР Холдинг» — 44,3%, ПАО «Омский каучук» — 20,0% и ОАО «ЭКТОС-Волга» — 3,2% от общего объема экспортных поставок в 2015 г. Экспортные поставки отечественного эфира были направлены в Нидерланды, Белоруссию, Украину, Финляндию и Латвию.

2015 г.

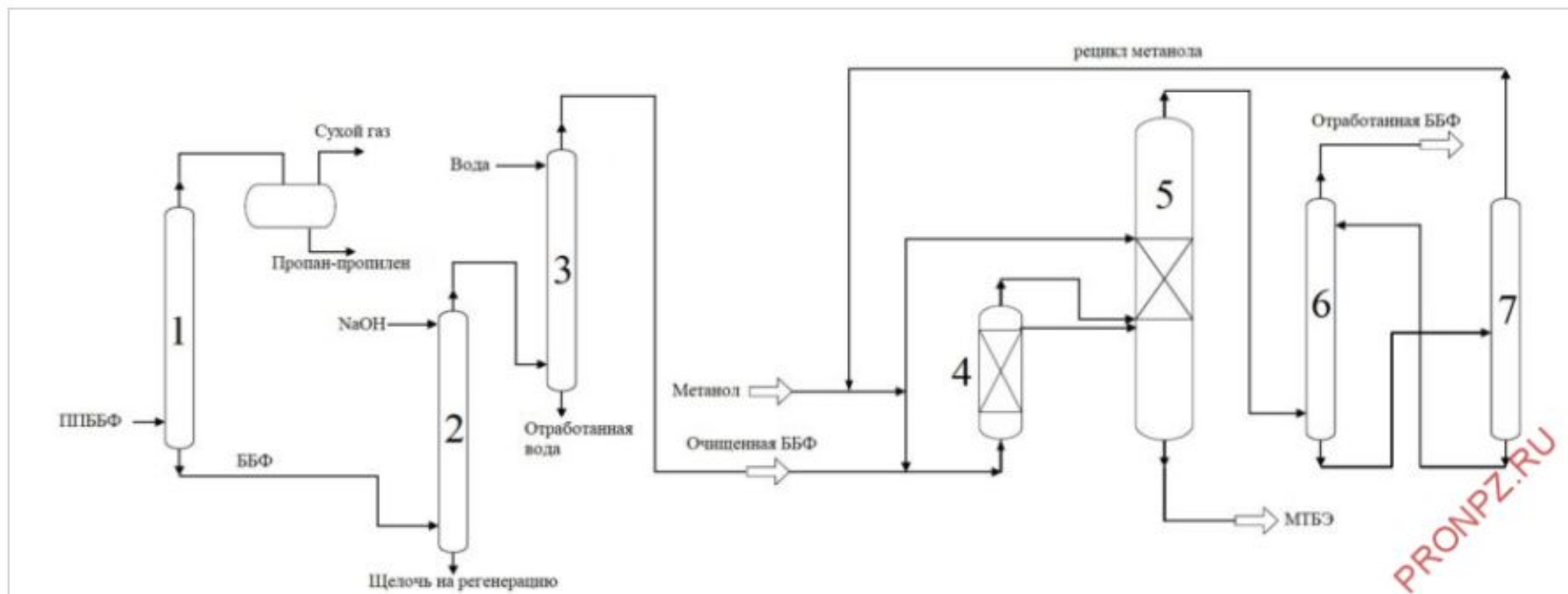


# Схема установки производства МТБЭ

Синтез МТБЭ проходит при температурах 50-80 °С и давлении до 12 МПа в реакторе, заполненном твердым кислотным катализатором – гранулами диаметром 15 мм. Разработанные Ярославским ООО «НИИ Ярсинтез» технологические установки имеются в целом ряде НПЗ в РФ и на ряде нефтехимических производств

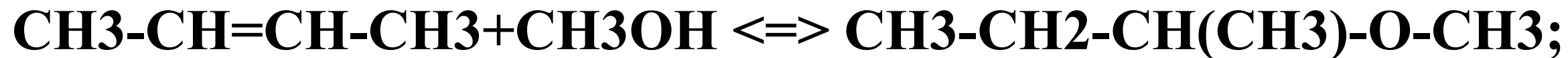


# Технологическая схема



Принципиальная технологическая схема установки производства МТБЭ 1 – колонна разделения ПШББФ; 2 – колонна демеркаптанизации ББФ; 3 – колонна промывки ББФ от щелочи; 4 – реактор МТБЭ; 5 – реакционно-ректификационный аппарат; 6 – колонна промывки ББФ от метанола; 7 – колонна осушки метанола

## Реакции синтеза МТБЭ



# Катализаторы МТБЭ

**В процессе используются  
ионитные формованные  
катализаторы**

**КИФ**

**КУ-2ФПП**

Показатели	КУ-2ФПП			КИФ	
	марка А	марка А <sub>1</sub>	марка А <sub>2</sub>	марка А <sub>1</sub>	марка А <sub>2</sub>
Внешний вид	Гранулы в форме цилиндров светло-серого или светло-желтого цвета	Гранулы в форме колец светло-серого, темно-серого или светло-желтого цвета		Гранулы в форме цилиндров серого или черного цвета	
Гранулометрический состав, мм					
- диаметр гранул	6-10	9-13	11-16	5-8	2,5-4,0
- длина	6-15	8-15	10-20	5-15	3-15
- диаметр отверстия	-	3-6	6-9	-	-
- толщина стенки, не менее	-	2,0	2,5	-	-
Полная статическая обменная емкость, мг-экв/г, не менее	2,5	2,5	2,5	3,5	3,5
Каталитическая активность, %, не менее	55	55	55	70	75
Насыпная плотность, г/см <sup>3</sup> , не более	0,6	0,6	0,6	0,75	0,75
Массовая доля влаги, %, не более	30	30	30	30-60	30-60

PROFIZ.RU

# Преимущества

- ▶ **Прирост октанового числа 5-9 пунктов (для эталонной смеси с ОЧ 70)**
- ▶ **Снижается содержание токсичных веществ в выхлопных газах (2% кислорода в топливе дают снижение СО и УВ в отработанных газах до 7-10%)**
- ▶ **Можно производить высокооктановые добавки на основе МТБЭ (Фэтерол : МТБЭ + третбутиловый спирт – такой же эффективный по ОЧ , но более дешевый )**
- ▶ **Облегчает фракционный состав , что позволяет вовлекать в приготовление товарного бензина тяжелые фракции**
- ▶ **Меньше вымывается водой (по срав-ю со спиртами ) не выделяется из бензина при низких температурах**
- ▶ **Выше объем получаемого топлива (по срав-ю с этанолом и оксигенатом)**

# Недостатки

- ▶ **Производственные мощности по МТБЭ загружены на 50-60 % из-за нехватки изобутилена**
- ▶ **Высокая экологическая опасность МТБЭ (при попадании в окружающую среду из-за утечек, высокой испаряемости, низкой биоразлагаемости, низкой сорбции частицами грунта)**
- ▶ **Колебание цен на природный газ и н-бутан (в США)**
- ▶ **Высокое содержание кислорода (18,2% масс)**

# Сравнение топливных добавок





# Материальный баланс

<b>Входы</b>	<b>т/ч</b>	<b>%</b>
ПББФ	33,4	95,7
Метанол на реакцию	1,5	4,3
Итого сырья	34,9	100,0
<b>Выходы</b>	<b>т/ч</b>	<b>%</b>
Отработанная ББФ	16,4	47,0
ППФ на ГНЭ	8,6	24,7
ППФ в топливную сеть	5,3	15,2
МТБЭ, марка А	4,6	13,2
Итого продуктов	34,9	100,0

# Установки в России

Предприятия	Мощности, тыс. тонн в год			
	2014	2016	2018	2020
<b>МТБЭ</b>	<b>1288</b>	<b>1373,9</b>	<b>1427,5</b>	<b>1427,5</b>
<b>Нефтехимическая промышленность</b>	<b>1096,5</b>	<b>1096,5</b>	<b>1096,5</b>	<b>1096,5</b>
Тобольск-Нефтехим	150	150	150	150
Уралоргсинтез	220	220	220	220
Сибур-Химпром	45,5	45,5	45,5	45,5
Тольяттикаучук	75	75	75	75
Эктос-Волга	140	140	140	140
Нижнекамскнефтехим	100	100	100	100
Омский Каучук	330	330	330	330
Стерлитамакский НХЗ	36	36	36	36
<b>Нефтеперерабатывающая промышленность</b>	<b>191,5</b>	<b>277,4</b>	<b>331</b>	<b>331</b>
Уфимский НПЗ	33,2	33,2	33,2	33,2
Славнефть-ЯНОС	34,5	50	50	50
Московский НПЗ	36,4	36,4	50	50
Омский НПЗ	52,9	52,9	52,9	52,9
Ангарская НХК	8,6	39	39	39
ТАИФ-НК	25,9	25,9	25,9	25,9
Куйбышевский НПЗ	0	40	40	40
Сызранский НПЗ	0	0	40	40

Сценарий развития мощностей по производству МТБЭ в 2014-2020 годах

# Технологическая комбинированная установка по производству МТБЭ АО «ГАЗПРОМНЕФТЬ-МНПЗ»





Благодарю за внимание !