



ООО «Газохим Инжиниринг»

НЕПРЕРЫВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ  
АЛКИЛИРОВАНИЯ ИЗОБУТАНА ОЛЕФИНАМИ  
НА ГЕТЕРОГЕННЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ

2017 год

# АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ

## АЛКИЛАТ:

- Состоит практически нацело из изопарафинов,
- Имеет высокое октановое число (90-95 ОЧММ),
- Чувствительность - 2-4 (!!!);
- Не содержит олефинов и ароматики;
- Низкое ДНП;
- Получен из продуктов низкой ценности (для НПЗ)

Компонентный состав автобензина  
в США в 2016 и 2020 гг.\*

	2016 год	2020 год	
Бензин КК, %	33	35	2 % ↑
Риформат, %	29	26	3 % ↓
Алкилат, %	13	20	7 % ↑
Изомеризат, %	12	7	5 % ↓
Этанол, %	10	10	
Бутан, %	3	2	1 % ↓

\*DuPont Clean Technology

# СРАВНЕНИЕ ПРОЦЕССОВ АЛКИЛИРОВАНИЯ НА ЖИДКИХ КИСЛОТАХ И ГЕТЕРОГЕННЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ



## ТРАДИЦИОННЫЕ ЖИДКИЕ КИСЛОТЫ



Высокая токсичность



Нагрузка на экологию



Высокая коррозия



Кислые гудроны

Дополнительные затраты на транспортировку,  
хранение и утилизацию



## ГЕТЕРОГЕННЫЕ КАТАЛИЗАТОРЫ



Не токсичны



Экологически безопасны



Не коррозионны



Отсутствие трудно утилизируемых отходов



Снижение капитальных затрат

# СОСТОЯНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ГЕТЕРОГЕННЫМ КАТАЛИЗАТОРАМ

**Наиболее перспективными гетерогенными катализаторами алкилирования изобутана олефинами являются:**

- каталитические системы, содержащие цеолиты, модифицированные благородными или переходными металлами;
- каталитические системы, содержащие цеолит типа фожазит в редкоземельной форме.

**Оба типа катализаторов теряют активность в ходе процесса алкилирования и требуют регенерации.** В первом случае регенерацию частично дезактивированного катализатора ведут в среде водорода (процесс AlkyClean компаний ABBLummusGlobal, AlbemarleCatalysts и NesteOil, процесс ExSact компании Exelus, процесс Alkylene компании UOP, K-SAAT компании KBR), а во втором – в окислительной атмосфере (процессы ATK ГрозНИИ).

## 1950 - 1995 гг.

Доказано, что применение в процессе алкилирования гетерогенных катализаторов на основе кислот, нанесенных на подложку, малоэффективно, вследствие их быстрой дезактивации и сложности регенерации.

## 1970 г. - по н.в.

Ведутся исследования по использованию цеолитов

# НАУЧНАЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ НОВИЗНА

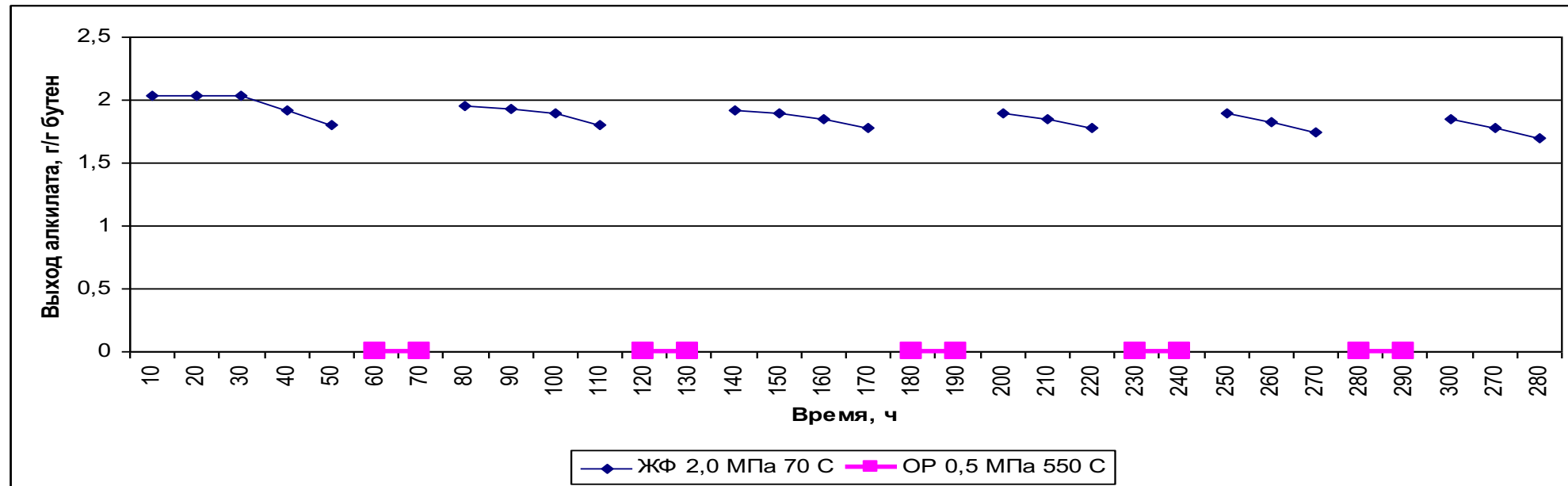
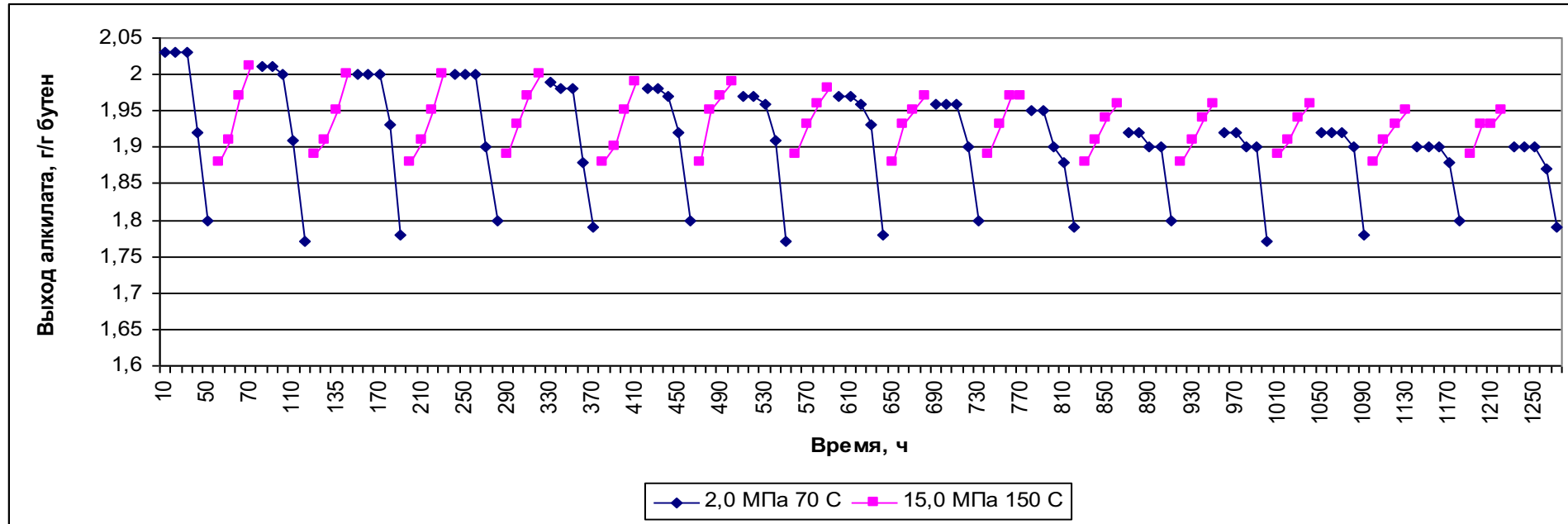
Разработан высокоэффективный катализатор для процесса алкилирования изобутана бутан-бутеновой фракцией, проявляющий высокую селективность, активность, стабильность и способность к регенерации (патент РФ 2440190).

---

Разработан непрерывный режим проведения процесса алкилирования на ЦСК, совмещающий последовательное чередование традиционных и сверхкритических условий с возможностью проведения регенерации «*in situ*» и позволяющий существенно увеличить межрегенерационный пробег и эффективность цеолитного катализатора в процессе алкилирования изобутановой фракции.

---

# Выход алкилата в непрерывном режиме и с регенерацией в окислительной среде



Показатели процесса	Серноокислотное алкилирование	Непрерывный режим
Состав алкилата, % масс:		
C <sub>5</sub>	8,9	2,0
C <sub>6</sub>	6,2	2,1
C <sub>7</sub>	6,4	5,0
2,4-диметилгексан	6,6	2,4
2,5- диметилгексан		3,3
3,4- диметилгексан		4,1
Всего ДМГ	6,6	9,8
2,2,3-триметилпентан	1,2	2,8
2,2,4- триметилпентан	24,3	17,4
2,3,3- триметилпентан	12,3	30,5
2,3,4- триметилпентан	13	22,1
Всего ТМП	50,8	73,1
Всего C <sub>8</sub>	57,4	82,8
C <sub>9</sub>	21,1	8,0
Итого:	100	100

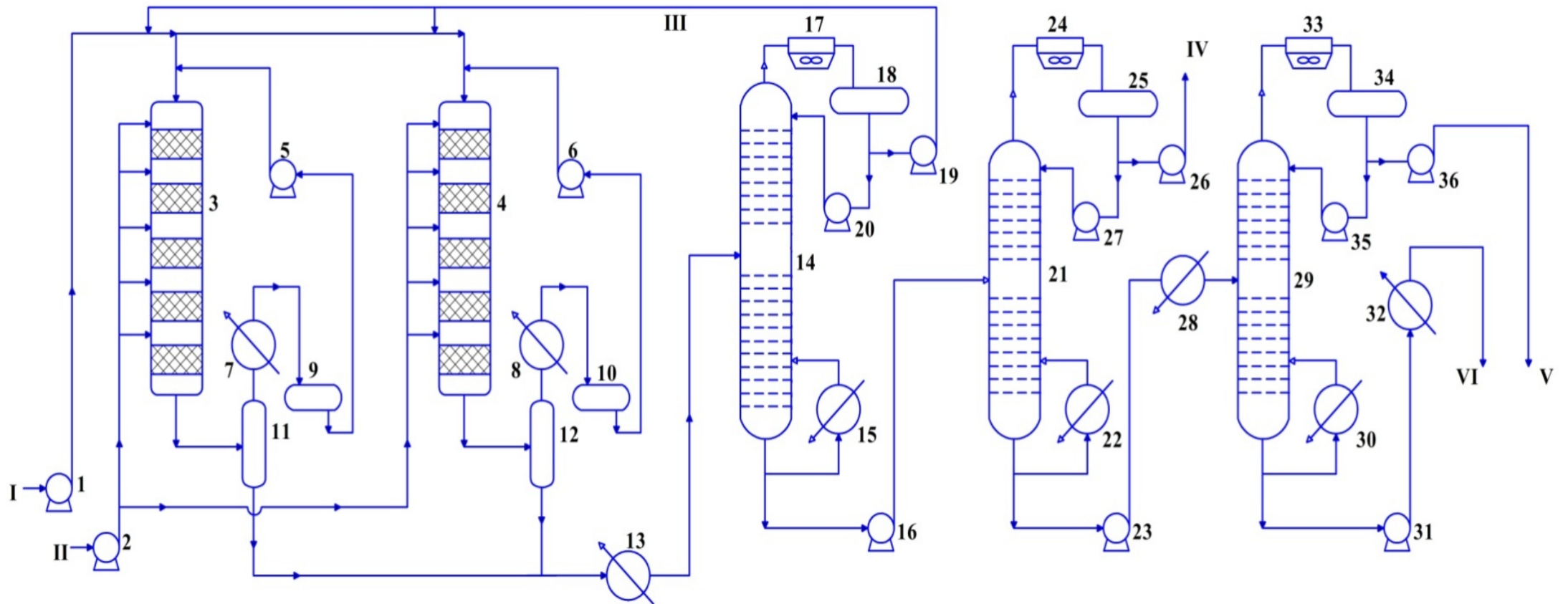
Усредненный состав алкилата в непрерывном режиме и в серноокислотном алкилировании

# ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

	ТЕХНОЛОГИЯ С СЕРНОЙ КИСЛОТОЙ	ГАЗОХИМ ИНЖИНИРИНГ
Капиталовложения	Базовый уровень*	50% от базового уровня
Выход (г/г олефинов)		
Выход алкилата	1,78	1,92
Потребление изобутана	1,17	1,23
ОЧИМ	95	96-97
Вспомогательные ресурсы/ материалы (на баррель алкилата)		
Пар (кг)	90,72	107,5
Электроэнергия (кВт-ч)	10,5	3,5
Охлаждающая вода ( тыс. м3)	8,33	0,87
Катализатор (кг)	9,07	0,05
NaOH (100%, кг)	0,05	-



# Принципиальная технологическая схема установки алкилирования изобутана олефинами на ЦСК в непрерывном режиме



1, 2, 5, 6, 16, 19, 20, 23, 26, 27, 31, 35, 36 – насосы; 3, 4 – реактора; 7, 8 – конденсатор-холодильник; 9, 10, 18, 25, 34 – емкости; 11, 12 – сепараторы; 13, 32 – холодильники; 15, 22, 28, 30 – теплообменники; 17, 24, 33 – аппараты воздушного охлаждения; 14 – колонна-деизобутилизатор; 21 – колонна-дебутанизатор; 29 – колонна вторичной перегонки алкилата.

I – «свежий» изобутан на подпитку; II – бутан-бутеновая фракция;  
 III – «рецикловый» изобутан; IV – бутан; V – легкий алкилат; VI – тяжелый алкилат



ООО «Газохим Инжиниринг»

# НЕПРЕРЫВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ АЛКИЛИРОВАНИЯ ИЗОБУТАНА ОЛЕФИНАМИ НА ГЕТЕРОГЕННЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ

Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Проспект Октября, д. 2

+ 7 (917) 788-78-03

+ 7 (347) 294-02-46

[mail@gaschemeng.com](mailto:mail@gaschemeng.com)

2017 год