

Использование нанотехнологий в каталитических процессах нефтепереработки. Переработка попутных нефтяных газов (ПНГ) – часть I

МИРОВОЙ РЫНОК РОССИЙСКИХ РЫНОК

Научно-технологическое развитие

- Направления импорта технологий**
- Процесс Фишера-Тропша**
- Автоклавы с перемешиванием для проведения разложения в органических средах при высоких температурах (до 350°C)
- Шнековые центрифуги для непрерывной фильтрации
- Смесительное оборудование
- Электрические и магнитные фильтры
- Производство диметилового эфира**
- Ленточные прокаточные печи для непрерывной прокатки при температурах до 600°C
- Автоклавы для проведения кристаллизации цеолитов в непрерывном режиме
- Шнековые центрифуги для непрерывной фильтрации
- Оборудование для жидкостной формовки шарикового катализатора
- Российские исследования и разработки**
- Процесс Фишера-Тропша**
- Совершенствование методов промотирования наноразмерных катализаторов
- Разработка эффективных методов отделения наноразмерных катализаторов от продуктов синтеза
- Создание эффективных методов регенерации наноразмерных катализаторов и их возвращения в цикл
- Создание устойчивых микромульсий
- Производство диметилового эфира**
- Разработка технологии гранулирования катализатора без связующего
- Отработка технологии непрерывного синтеза среднепористых цеолитов типа ZSM-5
- Разработка более эффективных методов модификации цеолитов с целью увеличения их селективности
- Отработка технологии жидкостной формовки шарикового катализатора с использованием масляной колонны

Технологии приготовления катализаторов

Технология приготовления наночастиц кобальта или железа, используемых в качестве катализатора в процессе Фишера-Тропша				
Технико-экономические характеристики	2010	2015	2020	2030
Расход ценного сырья	x1	x1	x1	x1
Капиталоемкость	x1	x1	x1	x1
Трудоемкость	x1	x0,9	x0,8	x0,8
Энергопотребление	x1	x0,9	x0,8	x0,8
Выход годных, %	60	70	80	95



Технология приготовления мембранно-каталитического катализатора для процесса Фишера-Тропша (по сравнению с ZSM-5 для ароматизации)				
Технико-экономические характеристики	2010	2015	2020	2030
Производительность	x2	x2	x4	x6
Капиталоемкость	x0,5	x0,5	x0,4	x0,4
Трудоемкость	x0,5	x0,5	x0,4	x0,3
Энергопотребление	x0,3	x0,3	x0,2	x0,2
Выход годных, %	90	90	95	95



Технология приготовления катализаторов на основе цеолитов типа ZSM-5 для синтеза бензина из диметилового эфира				
Технико-экономические характеристики	2010	2015	2020	2030
Расход ценного сырья	x1	x0,8	x0,7	x0,7
Капиталоемкость (средняя по стадиям приготовления)	x1	x1	x1	x1
Трудоемкость	x1	x1	x0,8	x0,8
Энергопотребление	x1	x1	x0,8	x0,8
Выход годных, %	70	70	80	95



Процессы и катализаторы (комплексы)

Производительность, тон сырь/т катализатора в час	Технико-экономические характеристики процесса				Характеристики катализатора					
	Удельная капиталоемкость (по сравнению с текущим значением для процесса Фишера-Тропша (ФТ) 1,5 млн \$ на т продукции в год, катализатор = 1000 \$ на т в год)	Трудоемкость (по сравнению с текущим значением для процесса Фишера-Тропша)	Энергопотребление (по сравнению с текущим значением для процесса Фишера-Тропша)	Селективность по С ₅ +, %	Селективность по метану, %	Прочность, кг/см ²	Цена, тыс. \$/т			
Процесс: Фишера-Тропша	Катализатор: наночастицы кобальта или железа	2030	0,7	x0,8	x0,9	x0,8	90	<5	—	25
		2025	0,5	x0,9	x0,9	x0,9	87	8	—	25
		2015	0,4	x1	x1	x1	85	8	—	20
		2010	0,3	x1	x1	x1	80	10	—	20
Процесс: Фишера-Тропша	Катализатор: мембранно-каталитический	2030	1	x0,7	x1	x1	85	8	1,5	40
		2020	0,7	x0,9	x1	x1	80	15	1	50
		2015	—	—	—	—	—	—	—	—
		2010	—	—	—	—	—	—	—	—
Процесс: в одноконтурном двухреакторном модуле	Катализатор: на основе цеолитов типа ZSM-5 для синтеза бензина из диметилового эфира	2030	—	—	—	—	>2	2,2	>3	30
		2020	—	—	—	—	>2	2,2	>3	25
		2015	—	—	—	—	>2	2,2	>3	25
		2010	—	—	—	—	>2	2,2	>3	20
Процесс: в одноконтурном двухреакторном модуле	Катализатор: на основе цеолитов типа ZSM-5 для синтеза бензина из диметилового эфира	2030	0,8	x0,8	170	>2	1,4	>3	120	
		2025	0,8	x0,8	170	>2	1,4	>3	115	
		2015	0,7	x0,9	185	>2	1,4	>3	110	
		2010	0,7	x1	185	>2	1,2	>3	100	

Условные обозначения: \$ — Технология производства с низкой себестоимостью; \$ — Технология производства высококачественной продукции; x1 — Нормированная оценка текущего значения параметра. По отношению к ней приведены оценки значений данного параметра в будущем для всех представленных комплексов

Рынки катализаторов

Тип катализатора: мембранно-каталитический				
	2010	2015	2020	2030
Общая мощность установок, тыс. т/г	—	—	20	100–200
Ежегодное потребление, т	—	—	2	6–10
Ежегодное потребление, млн \$	—	—	0,02	0,1–0,15

Тип катализатора: наночастицы кобальта или железа				
	2010	2015	2020	2030
Общая мощность установок, тыс. т/г	2 000	3 000	3 000	4 000
Ежегодное потребление, т	1 000	1 500	1 500	1 500
Ежегодное потребление, млн \$	20	30	30	40

Стратегические цели российских производителей				
В области освоения рынка				
2010	2015	2020	2030	
В России не производится	5% российского рынка	10% российского рынка	20% российского рынка	
В области качества				
— Мировое лидерство				
В области технологии				
— Разработка российских технологий полного цикла приготовления катализаторов				

Тип катализатора: наночастицы кобальта или железа				
	2010	2015	2020	2030
Число установок, шт.	—	1	5	20
Общая мощность установок, тыс. т/г	—	20	100	1 000
Ежегодное потребление, т	—	4	20	200
Ежегодное потребление, млн \$	—	0,13	0,5	5

Тип катализатора: мембранно-каталитический				
	2010	2015	2020	2030
Число установок, шт.	—	—	1	2–3
Общая мощность установок, тыс. т/г	—	—	10	50–60
Ежегодное потребление, т	—	—	1	3–5
Ежегодное потребление, млн \$	—	—	0,02	0,06–0,1

Тип катализатора: на основе цеолитов типа ZSM-5				
	2010	2015	2020	2030
Число установок, шт.	—	1	5	20
Общая мощность установок, млн м ³ ПНГ/год	—	100	500	2 000
Общая производительность установок, тыс. т бензина/год	—	60	300	1 200
Ежегодное потребление, т	—	36	180	720
Ежегодное потребление, млн \$	—	3,6	18	72

Тип катализатора: металлоксидный				
	2010	2015	2020	2030
Ежегодное потребление, т	—	72	360	1 440
Ежегодное потребление, млн \$	—	1,5	7,5	30