

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

## Научно-технологическое развитие

Направления импорта технологий

Ароматизация ПНГ

Автоклавы для проведения кристаллизации цеолитов в непрерывном режиме

Шнековые центрифуги для непрерывной фильтрации

Оборудование для жидкостной формовки шарикового катализатора

Производство УНВ

Высокопроизводительная планетарная мельница

Оборудование для классифицирования сыпучих материалов

Распылительная сушилка

Оборудование для термообработки

Российские исследования и разработки

Ароматизация ПНГ

Отработка технологии непрерывного синтеза цеолитов ZSM-5

Отработка технологии жидкостной формовки шарикового катализатора с использованием масляной колонны

Разработка более эффективных методов модификации цеолитов с целью увеличения их селективности

Производство УНВ

Оптимизация режимов механо-химического синтеза катализаторов пиролиза ПНГ

Разработка технологии механо-химического синтеза катализаторов пиролиза ПНГ

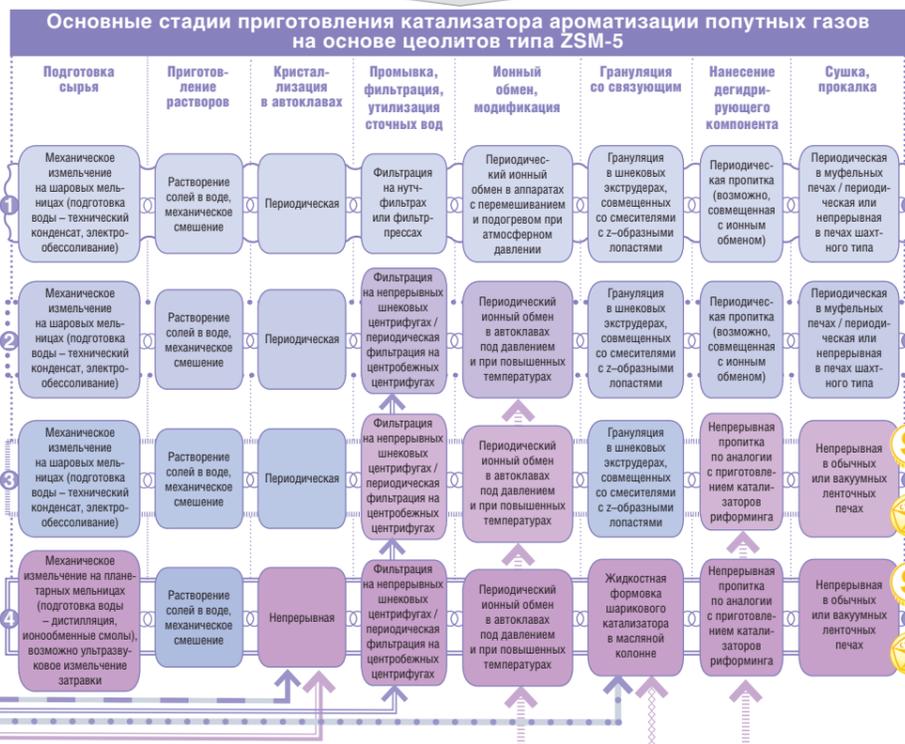
Разработка метода приготовления катализаторов с использованием массивных металлических изделий и сплавов на основе металлов 8-ой группы

## Технологии приготовления катализаторов

**Технология приготовления катализатора ароматизации попутных газов на основе цеолитов типа ZSM-5**

**Технико-экономические характеристики**

	2010	2015	2020	2030
Производительность	средняя	средняя	средняя	средняя
Капиталоёмкость	высокая	высокая	высокая	высокая
Трудоёмкость	средняя	средняя	средняя	средняя
Энергопотребление	среднее	среднее	среднее	среднее



**Технология приготовления оксидных катализаторов пиролиза углеводородов для ПНГ в углеродные нановолокна (УНВ)**

**Технико-экономические характеристики**

	2010	2015	2020	2030
Производительность	низкая	средняя	высокая	высокая
Капиталоёмкость	x1	x1	x0,9	x0,7
Трудоёмкость	x1	x1	x0,8	x0,6
Энергопотребление	x1	x1	x1	x1
Выход годных, %	80	80	90	95



## Процессы и катализаторы (комплексы)

**Технико-экономические характеристики процесса**

Производительность, тонн сырья / т катализатора в час	Капиталоёмкость (по сравнению с текущим значением для процесса Фишера-Тропша (ORX – 1,5 млн т продукции в год, капитальные затраты = 1000 \$ на т в год))	Трудоёмкость (по сравнению с текущим значением для процесса Фишера-Тропша)	Энергопотребление (по сравнению с текущим значением для процесса Фишера-Тропша)
0,5 – 1,5	x0,1	0,2 – 0,3	0,3 – 0,4

**Процесс: ароматизации попутных нефтяных газов в адiabатических реакторах с неподвижным слоем катализатора**

**Катализатор: на основе цеолитов типа ZSM-5**

Характеристики катализатора	2010	2015	2020	2030
Выход УНВ, г на 1 г катализатора	0,5 – 1,5	0,5 – 1,5	0,5 – 1,5	0,5 – 1,5
Регенерируемость катализатора	x0,1	x0,1	x0,1	x0,1
Селективность по углеродным волокнам определенной морфологии, %	0,2 – 0,3	0,2 – 0,3	0,2 – 0,3	0,2 – 0,3
Цена, тыс. \$/т	0,3 – 0,4	0,3 – 0,4	0,3 – 0,4	0,3 – 0,4

**Технико-экономические характеристики процесса**

Капиталоёмкость (по сравнению с текущим значением для процесса Фишера-Тропша (ORX – 1,5 млн т продукции в год, капитальные затраты = 1000 \$ на т в год))	Энергопотребление (по сравнению с текущим значением для процесса Фишера-Тропша)	Выход УНВ, г на 1 г катализатора	Регенерируемость катализатора	Селективность по углеродным волокнам определенной морфологии, %	Цена, тыс. \$/т
x0,9	x0,8	50 – 80	много-разовый	95	1

**Процесс: каталитический пиролиз ПНГ с получением УНВ**

**Катализатор: порошкообразные микронные системы, состоящие из наночастиц никеля или железа**

Характеристики катализатора	2010	2015	2020	2030
Выход УНВ, г на 1 г катализатора	x0,9	x0,9	x0,9	x0,9
Регенерируемость катализатора	x1	x01	30 – 40	одно-разовый
Селективность по углеродным волокнам определенной морфологии, %	0,2 – 0,3	0,2 – 0,3	0,2 – 0,3	0,2 – 0,3
Цена, тыс. \$/т	0,3 – 0,4	0,3 – 0,4	0,3 – 0,4	0,3 – 0,4

**Процесс: каталитический пиролиз ПНГ с получением УНВ**

**Катализатор: железный или никелевый нанодисперсные**

Характеристики катализатора	2010	2015	2020	2030
Выход УНВ, г на 1 г катализатора	x0,8	x0,9	70 – 90	много-разовый
Регенерируемость катализатора	x0,9	x1	50 – 80	много-разовый
Селективность по углеродным волокнам определенной морфологии, %	0,2 – 0,3	0,2 – 0,3	0,2 – 0,3	0,2 – 0,3
Цена, тыс. \$/т	0,3 – 0,4	0,3 – 0,4	0,3 – 0,4	0,3 – 0,4

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: железный или никелевый нанодисперсные**

	2010	2015	2020	2030
Общая мощность установок, тыс. т/г	0,2	1,5	8	40
Ежегодное потребление, т	70	600	3 000	10 000
Ежегодное потребление, млн \$	0,5	4	20	80

**Тип катализатора: порошкообразные микронные системы, состоящие из наночастиц никеля или железа**

	2010	2015	2020	2030
Общая мощность установок, тыс. т/г	0,8	8	40	200
Ежегодное потребление, т	0,4	3	12	50
Ежегодное потребление, млн \$	2	20	100	500

**Тип катализатора: на основе среднепористых цеолитов типа ZSM-5**

	2010	2015	2020	2030
Общая мощность установок, тыс. т/г	—	200	2 500	12 500
Ежегодное потребление, т	—	60	750	3 800
Ежегодное потребление, млн \$	—	2,1	26	110

**Стратегические цели российских производителей**

	2010	2015	2020	2030
<b>В области освоения рынка</b>				
В России не производится	—	5% российского рынка	10% российского рынка	20% российского рынка
<b>В области качества</b>				
—	—	—	—	Мировое лидерство
<b>В области технологий</b>				
—	—	—	—	Разработка российских технологий полного цикла приготовления катализаторов

**Тип катализатора: на основе цеолитов типа ZSM-5**

	2010	2015	2020	2030
Число установок, шт.	—	2	20	50
Общая мощность установок, тыс. т/г	—	100	1 000	2 500
Ежегодное потребление, т	—	20	200	500
Ежегодное потребление, млн \$	—	0,65	6,5	16,5

**Тип катализатора: порошкообразные микронные системы, состоящие из наночастиц никеля или железа**

	2010	2015	2020	2030
Число установок, шт.	—	2	8	100
Общая мощность установок, тыс. т/г	—	0,4	2	50
Ежегодное потребление, т	—	12	50	1 000
Ежегодное потребление, млн \$	—	0,02	0,07	1

**Тип катализатора: железный или никелевый нанодисперсные**

	2010	2015	2020	2030
Число установок, шт.	—	2	8	100
Общая мощность установок, тыс. т/г	—	0,4	2	50
Ежегодное потребление, т	—	12	50	1 000
Ежегодное потребление, млн \$	—	0,02	0,07	1

МИРОВОЙ РЫНОК РОССИЙСКИХ