



Новые GTL производства. Поиск путей.

Старший преподаватель
к.т.н. Анатолий Сипатров

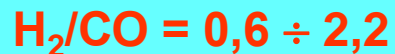
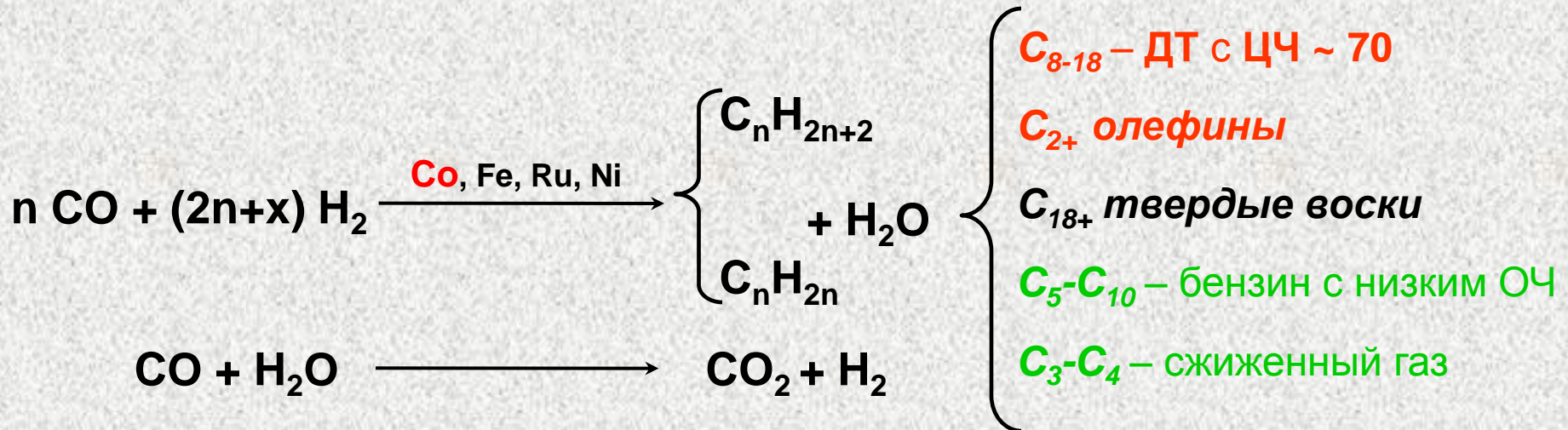


Синтез Фишера-Тропша – основа технологии GTL

Источник
синтез-газа

Синтез
Фишера-Тропша

Облагораживание
продуктов СФТ



Источник синтез-газа:

- уголь;
- природный газ;
- попутный нефтяной газ;

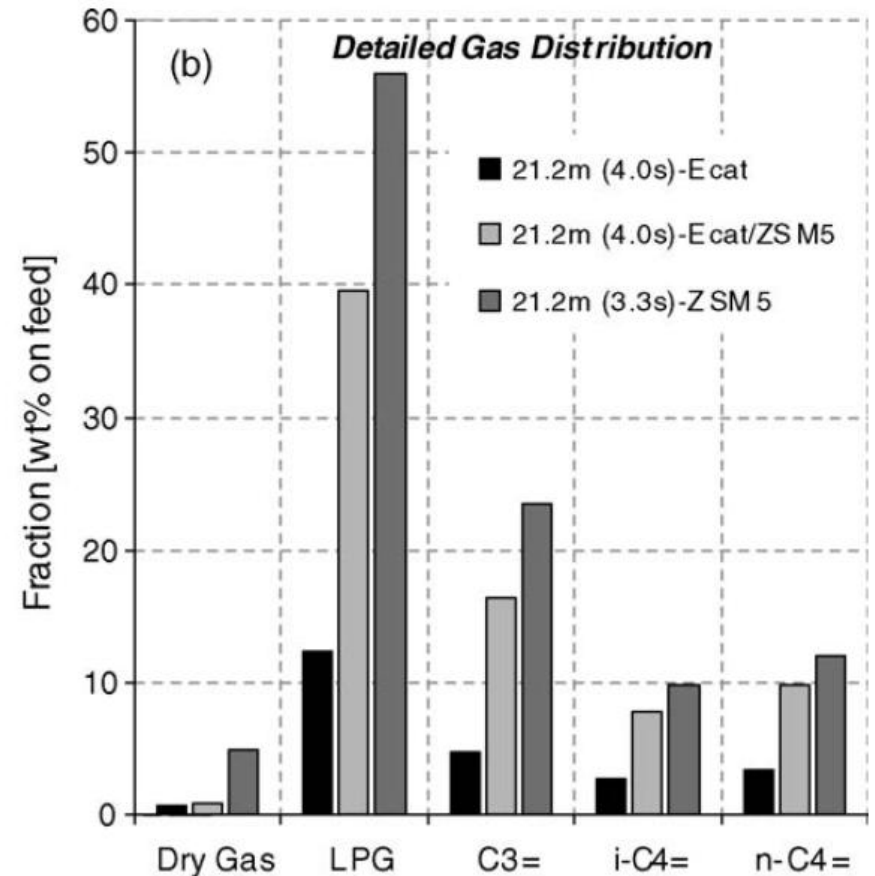
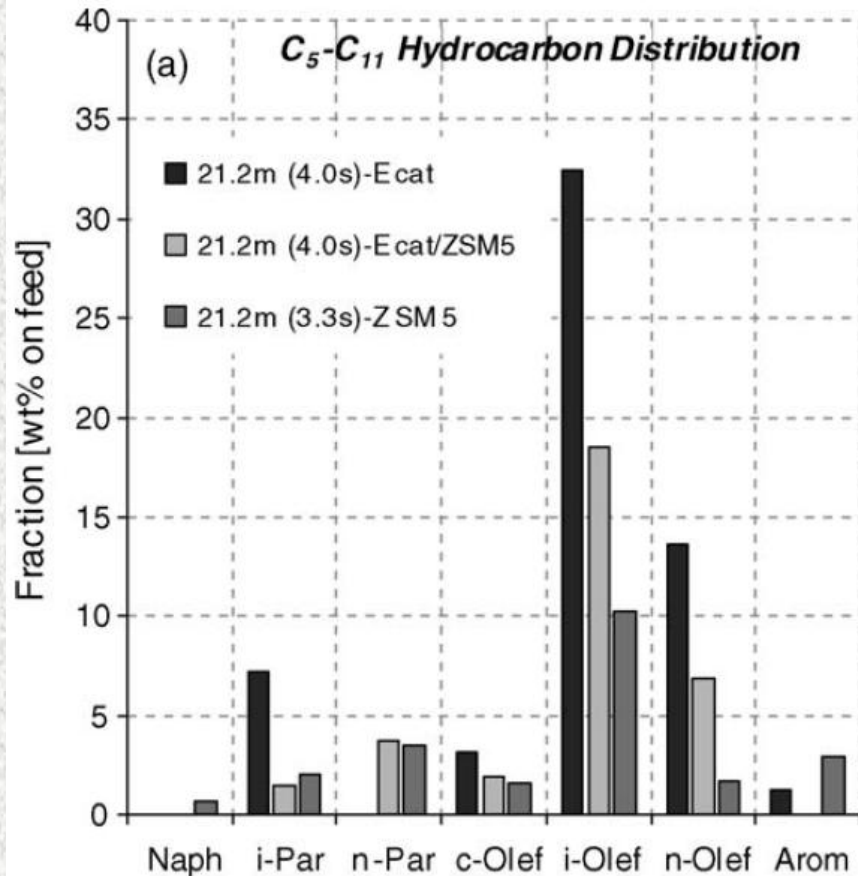
1. Ректификация продуктов СФТ

2. Облагораживание продуктов СФТ:

- гидроизомеризация;
- гидрокрекинг;
- крекинг.



Каталитический крекинг восков



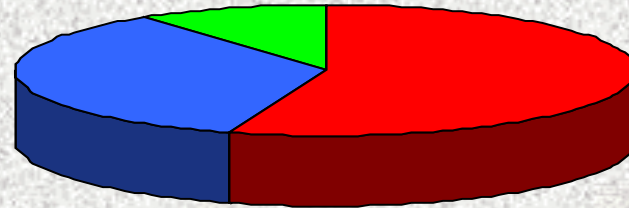
Высота слоя 21 м, T = 525 °C, время контакта 4 с, атмосфера - N₂, сырье - C₁₃-C₅₀



CAPEX завода GTL



~ 20 млн. т в год



Источник
синтез-газа

Синтез
Фишера-Тропша

Облагораживание
продуктов СФТ



10-25 млрд. US\$/год

Если конечным продуктом является синтетическая нефть, то удельные капиталозатраты завода GTL, отнесенные к его производительности, должны быть соотнесены с ценой нефти



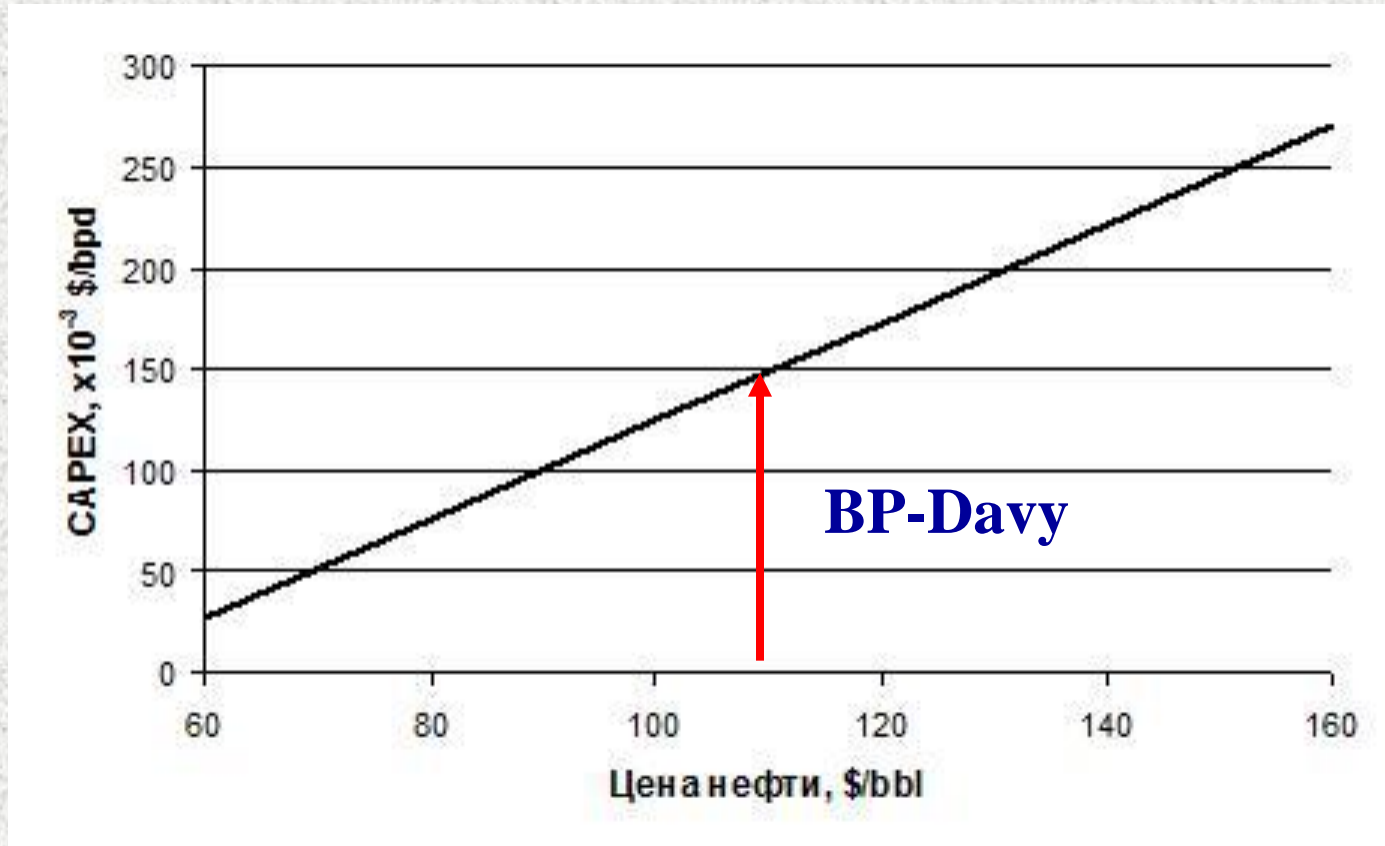
Капитальные затраты заводов GTL

Название процесса	Размеры реактора СФТ	Произв-сть, тон/сутки	CAPEX, k\$/bpd
BP-Davy Alaska GTL Plant	$D_{\text{реакт}} = 2,5 \text{ м}$ $H_{\text{реакт}} = 12 \text{ м}$	40	140-150
Sasol-Chevron ORYX (Катар)	$D_{\text{реакт}} = 10 \text{ м}$ $H_{\text{реакт}} = 60 \text{ м}$	2250	50-60
Shell SMDS (трубчатый)	$D_{\text{реакт}} = 8 \text{ м}$ $H_{\text{реакт}} = 21 \text{ м}$	1500	110-115
Statoil (slurry)	$D_{\text{реакт}} = 4 \text{ м}$ $H_{\text{реакт}} = 30 \text{ м}$	125	160-170
Conoco	$D_{\text{реакт}} = 7,6 \text{ м}$ $H_{\text{реакт}} = 30,5 \text{ м}$	1160	60-65

Затраты представлены в ценах 2011 г.



Допустимые капитальные затраты заводов GTL

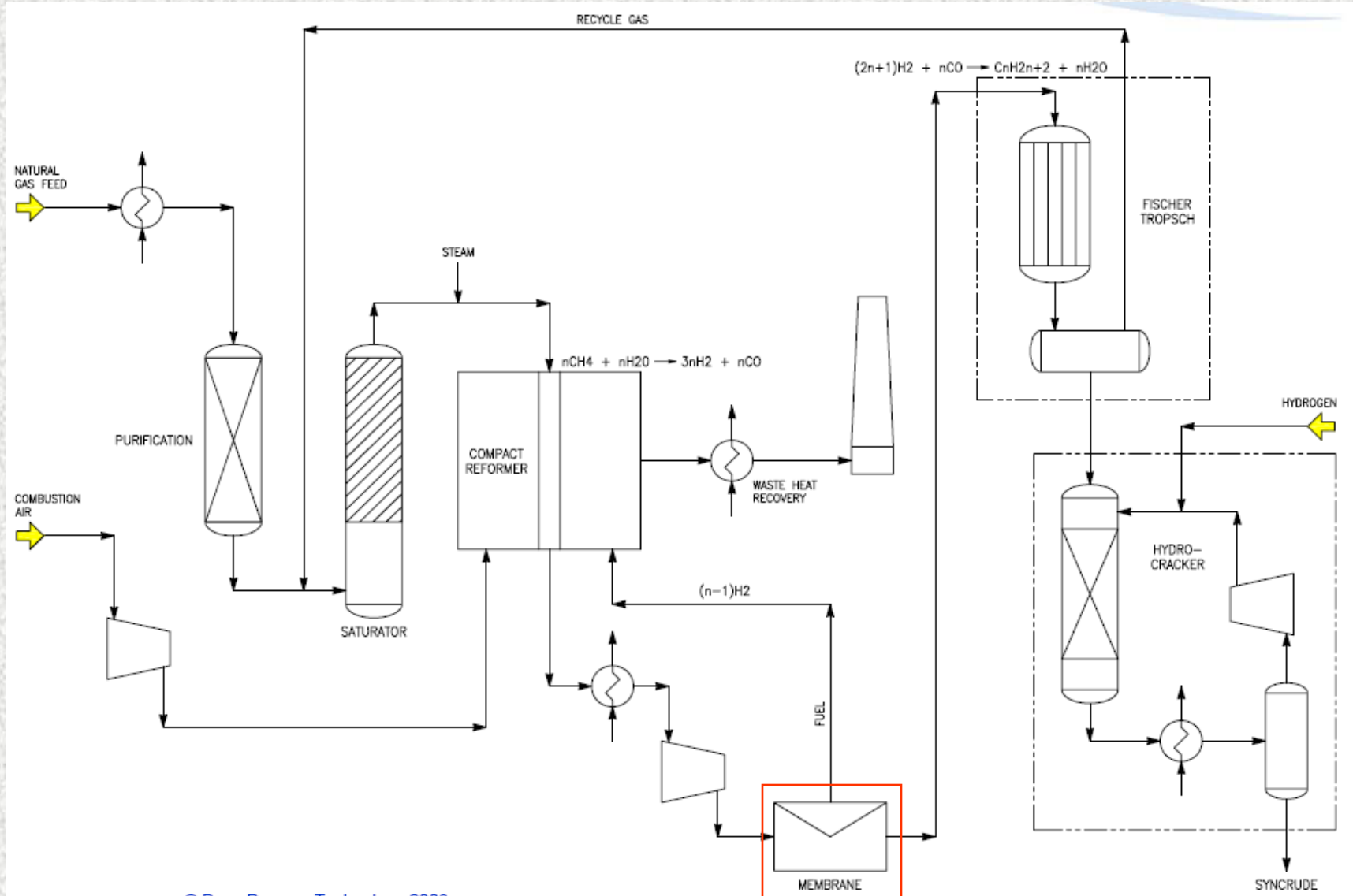


На современном этапе развития технологии GTL требуемый уровень капиталозатрат может быть достигнут путем сокращения затрат на исследование, уменьшения материалоемкости, применение передовых технологий и др.



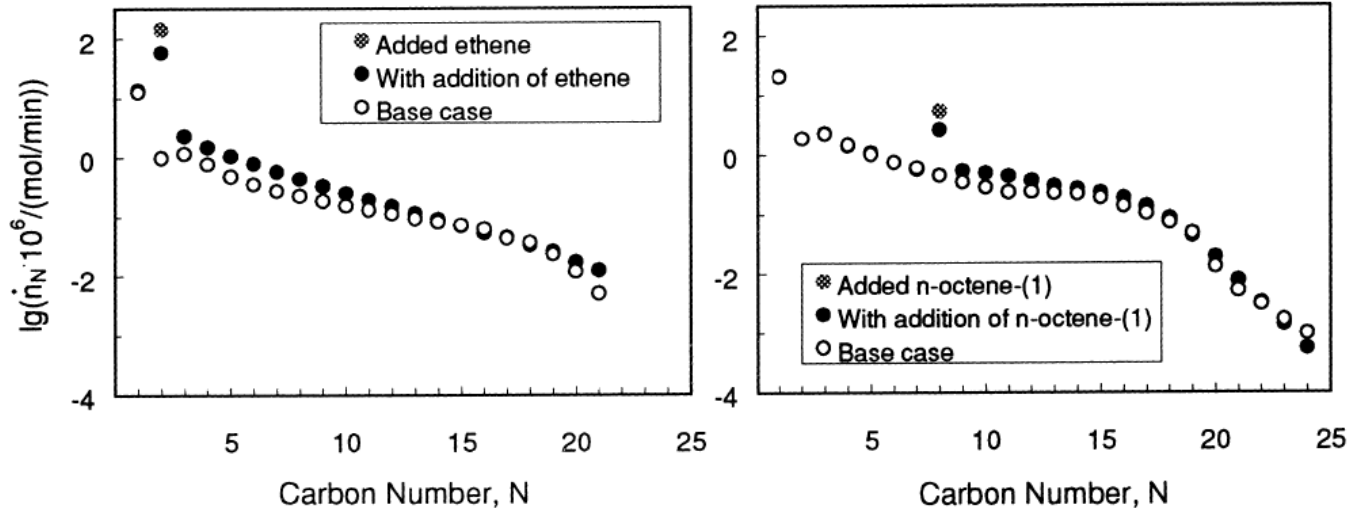
КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Схема завода GTL компаний BP/Davy

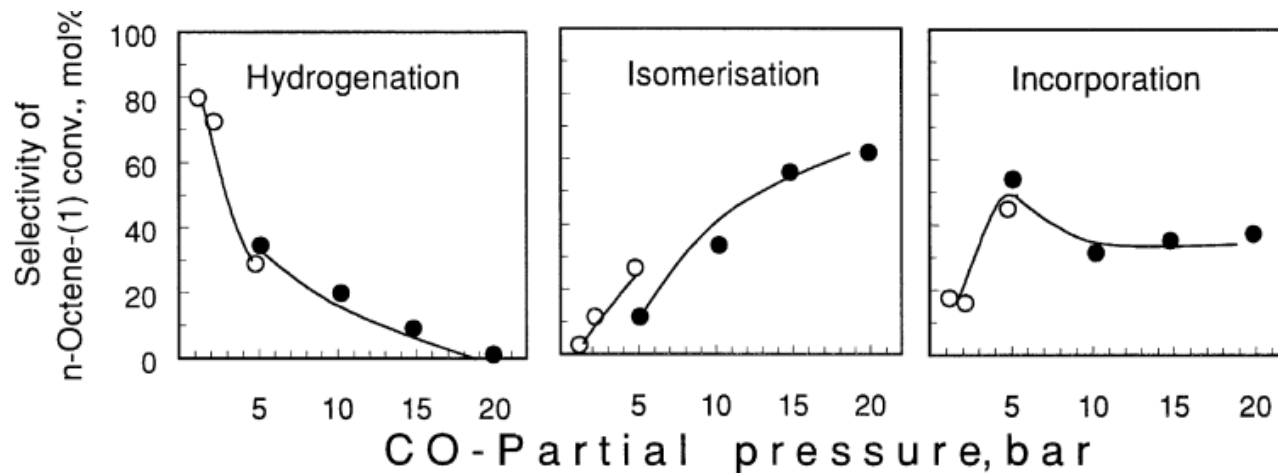




Встраивание α -олефинов в цепную реакцию



Скорость образования углеводородов с длиной цепи N, в отсутствии и присутствии этилена (слева) и 1-октена (справа)



Селективность встраивания 1-октена в цепную реакцию роста углеводородной цепи



$$\frac{A(K_{CO}P_{CO}\Theta_0 + \Theta_{CO}^0)}{\left(1 + \frac{\alpha}{(1-\alpha)^2} \frac{k_{-CH_2-}}{k_{CH_4}}\right)} = B \frac{\alpha}{(1-\alpha)} P_{H_2} \Theta_0^3$$

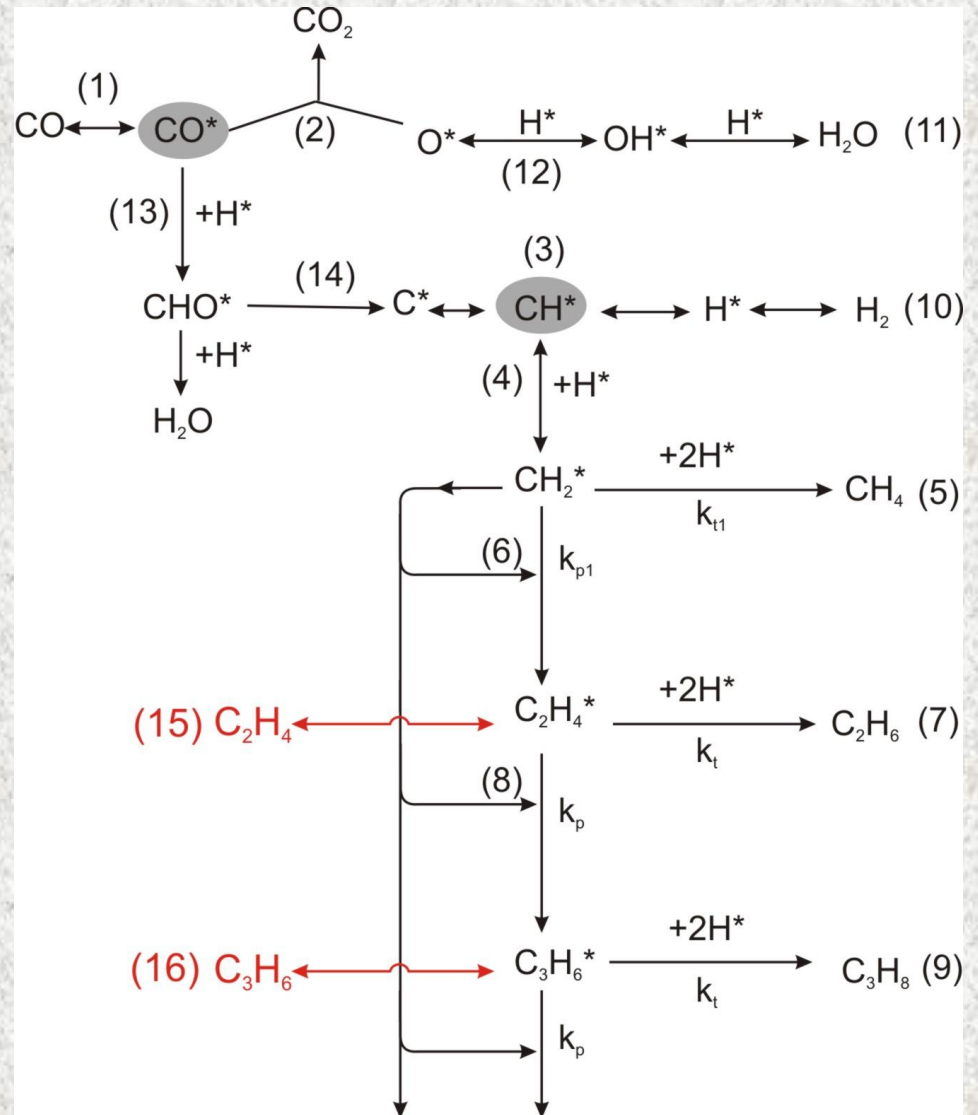
$$\Theta_0 = \frac{1 - \Theta_{CO}^0 - K_{CO}P_{CO}L - \sqrt{D}}{1 + K_{CO}P_{CO}}$$

$$L = \frac{A}{P_{H_2}^{1/2} \left(1 + \frac{\alpha}{(1-\alpha)^2} \frac{k_{-CH_2-}}{k_{CH_4}}\right)}$$

$$w_{CO_2} = k_{CO_2} \frac{P_{CO}P_{H_2O}}{P_{H_2}} \Theta_0^2$$

$$w_{-CH_2-} = k_{-CH_2-} \frac{(K_{CO}P_{CO}\Theta_0 + \Theta_{CO}^0)P_{H_2}}{\left(1 + \frac{\alpha}{(1-\alpha)^2} \frac{k_{-CH_2-}}{k_{CH_4}}\right)} \Theta_0 \frac{\alpha(2-\alpha)}{(1-\alpha)^2}$$

$$w_{CH_4} = k_{CH_4} \frac{(K_{CO}P_{CO}\Theta_0 + \Theta_{CO}^0)P_{H_2}}{\left(1 + \frac{\alpha}{(1-\alpha)^2} \frac{k_{-CH_2-}}{k_{CH_4}}\right)} \Theta_0$$





Выводы:

1. Для переработки попутных нефтяных газов по технологии GTL в синтетическую нефть или в зимние виды топлива необходимо переработать воски (парафины) в углеводородную жидкость с низкой температурой застывания. Для данной задачи может быть использован термический и каталитический крекинг.
2. Технология GTL может быть использована в составе нефтехимического комплекса для производства водорода, олефинов, высокоцетановой присадки к дизельным топливам и чистых восков.
3. Разработка теоретического описания макрокинетики процесса СФТ – путь к созданию гибкой технологии GTL. В Институте геологии и нефтегазовых технологий (КФУ) в настоящее время создается лабораторный практикум, оборудованный стендовыми установками основных процессов GTL.



Спасибо за внимание!