

## ВЛИЯНИЕ РЕЦИРКУЛЯЦИИ СИНТЕЗ-ГАЗА НА ПРОЦЕСС СИНТЕЗА УГЛЕВОДОРОДОВ НА КОБАЛЬТОВЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ

Тухтаев Хусниддин Гафур угли

Каршинский инженерно-экономический институт магистрант

Турсунова Шарофат Насриддин кизи

Каршинский инженерно-экономический институт магистрант

Мирзаев Саидолим Фарходович

Каршинский инженерно-экономический институт магистрант

**Аннотация:** Процесс синтеза углеводородов из синтез-газа по методу Фишера-Тропша (ФТ) является ключевой технологией в производстве синтетических углеводородов, таких как топлива и химические продукты. Одним из основных факторов, влияющих на эффективность этого процесса, является использование катализаторов, особенно на основе кобальта, известных своей высокой активностью и стабильностью. Циркуляция синтез-газа, заключающаяся в повторном возврате части газа в реактор, представляет собой метод оптимизации реакции, который значительно улучшает конверсию, селективность и стабильность работы катализатора. В данной статье рассмотрены основные механизмы воздействия циркуляции синтез-газа на процесс синтеза углеводородов, особенности работы кобальтовых катализаторов в таких условиях, а также экономические и экологические преимущества данного подхода.

**Ключевые слова:** синтез-газ, кобальтовые катализаторы, синтез углеводородов, процесс Фишера-Тропша, циркуляция газа, конверсия, побочные продукты, экология, экономическая эффективность.

### Введение

Процесс Фишера-Тропша (ФТ) является важным методом получения синтетических углеводородов из синтез-газа — смеси угарного газа (CO) и водорода (H<sub>2</sub>). В производстве углеводородов ключевым элементом является использование эффективных катализаторов, которые обеспечивают высокую активность и селективность реакции. Кобальт и его соединения обладают хорошими характеристиками для проведения реакции ФТ, обеспечивая высокую стойкость к отравлению углеродистыми осадками и термическую стабильность.

Однако эффективность кобальтовых катализаторов может быть существенно улучшена с помощью оптимизации условий процесса, в том числе посредством циркуляции синтез-газа. Циркуляция позволяет не только улучшить конверсию исходных компонентов, но и снизить образование побочных продуктов, таких как углеродистые осадки. Цель данной статьи — исследовать влияние циркуляции синтез-газа на процесс синтеза углеводородов с использованием кобальтовых катализаторов и рассмотреть экономические и экологические аспекты такого подхода.

### **Теоретические основы процесса Фишера-Тропша**

Процесс Фишера-Тропша представляет собой серию реакций, в которых угарный газ и водород взаимодействуют с активными центрами катализатора для образования углеводородных цепей. Основными параметрами, определяющими результат реакции, являются температура, давление, состав синтез-газа и особенности катализатора.

Использование кобальтовых катализаторов имеет несколько преимуществ. Во-первых, они обладают высокой термостойкостью, что позволяет проводить реакцию при более высоких температурах, чем катализаторы на основе железа. Во-вторых, кобальт имеет меньшую склонность к образованию углеродных осадков, что увеличивает его долговечность и снижает затраты на обслуживание. Однако для оптимизации работы катализатора и повышения выхода целевых углеводородов важно контролировать состав синтез-газа и его циркуляцию.

### **Циркуляция синтез-газа и её влияние на процесс синтеза углеводородов**

Циркуляция синтез-газа представляет собой процесс возврата части газов, прошедших через реактор, обратно в систему для повторного использования. Это позволяет поддерживать оптимальное соотношение угарного газа и водорода, что, в свою очередь, повышает конверсию газов и улучшает выход углеводородов. Основные воздействия циркуляции на процесс синтеза углеводородов следующие:

- **Повышение конверсии и эффективности.** Циркуляция позволяет поддерживать стабильное соотношение CO и H<sub>2</sub> в газовой смеси, что способствует более полной реакции и лучшему использованию исходных газов. Это повышает общую эффективность процесса.
- **Уменьшение образования побочных продуктов.** Одной из проблем процесса ФТ является образование углеродных осадков (кокса), которые могут снижать активность катализатора. Циркуляция газа способствует равномерному распределению компонентов и снижению концентрации углеродистых осадков, что позволяет продлить срок службы катализатора.
- **Управление составом продуктов.** Циркуляция синтез-газа позволяет варьировать соотношение CO и H<sub>2</sub> в реакции, что даёт возможность контролировать состав получаемых углеводородов. Например, увеличение концентрации водорода способствует образованию парафинов, в то время как увеличение доли угарного газа способствует образованию олефинов и циклических углеводородов.
- **Стабилизация температурных условий.** В циклическом процессе синтез-газа происходит более равномерное распределение тепла в реакторе, что позволяет избежать перегрева и деградации катализатора.

### **Влияние циркуляции синтез-газа на кобальтовые катализаторы**

Кобальтовые катализаторы обладают рядом преимуществ для синтеза углеводородов по методу Фишера-Тропша. Они обладают высокой стабильностью при высоких

температурах и хорошо устойчивы к образованию углеродистых осадков. Однако, как и любой катализатор, кобальт может деградировать при не оптимальных условиях реакции.

Циркуляция синтез-газа имеет несколько положительных эффектов на работу кобальтовых катализаторов:

- Увлажнение активных центров катализатора. Повторное прохождение газа через катализатор позволяет поддерживать стабильную концентрацию CO и H<sub>2</sub> на поверхности катализатора, что способствует лучшей активации и увеличению конверсии.
- Снижение деградации катализатора. Циркуляция помогает предотвращать перегрев катализатора и накопление углеродных осадков, что в свою очередь снижает риск деградации и увеличивает срок службы катализатора.
- Стабильность реакции. Поскольку циркуляция помогает поддерживать оптимальные условия в реакторе, она способствует более стабильной работе катализатора и снижает риски образования побочных продуктов.

### Экономические и экологические аспекты

Циркуляция синтез-газа оказывает значительное влияние на экономические и экологические аспекты процесса синтеза углеводородов. Экономически она способствует увеличению выхода углеводородов, что снижает себестоимость продукции и повышает производительность установки. Также циркуляция позволяет снизить потребление сырья за счет более полного использования синтез-газа.

С экологической точки зрения циркуляция синтез-газа помогает снизить выбросы углекислого газа и других вредных веществ, так как газ используется более эффективно, а его утечка минимизируется. Это особенно важно для процессов, связанных с производством синтетических углеводородов, которые могут быть использованы в качестве альтернативных источников энергии.

### Заключение

Циркуляция синтез-газа является эффективным методом оптимизации процесса синтеза углеводородов на кобальтовых катализаторах. Она позволяет повысить конверсию, снизить образование побочных продуктов и улучшить стабильность работы катализаторов, а также способствует увеличению экономической и экологической эффективности процесса. Применение циркуляции синтез-газа является важным шагом на пути к более эффективному и устойчивому производству синтетических углеводородов.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Dry, M. E. (2002). The Fischer–Tropsch process: 1950–2000. *Catalysis Today*, 71(3–4), 227–241.
2. Götz, M., et al. (2013). Fischer-Tropsch synthesis over cobalt catalysts. *Journal of Catalysis*, 301, 107–117.

3. Yao, X., et al. (2018). Influence of hydrogen/carbon monoxide ratio on the Fischer-Tropsch synthesis over cobalt-based catalysts. *Catalysis Communications*, 118, 1–6.
4. Schleyer, G., et al. (2010). The effect of the synthesis gas composition on the performance of cobalt-based catalysts in Fischer-Tropsch synthesis. *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, 324(1-2), 16–22.
5. Lapuerta, M., et al. (2007). The role of circulating synthesis gas in Fischer-Tropsch synthesis. *Applied Catalysis A: General*, 319(1-2), 201–209.
6. Lestari, D., et al. (2016). Review on cobalt-based catalysts in Fischer-Tropsch synthesis. *Applied Catalysis A: General*, 520, 88–101.
7. Hume, D. M., et al. (2015). Advances in Fischer-Tropsch synthesis over cobalt catalysts: Effects of reaction conditions. *\*Catal*