

**Швалева Егор Евгеньевич,**  
преподаватель, Ангарский политехнический техникум,  
e-mail: Egor\_Shvalev@mail.ru

**Кузора Игорь Евгеньевич,**  
к.т.н., доцент, Ангарский государственный технический университет,  
e-mail: chemtehnol@angtu.ru

## ПОВЫШЕНИЕ ВЫХОДА ИЗОБУТАНОЛА НА УСТАНОВКЕ ПРОИЗВОДСТВА БУТИЛОВЫХ СПИРТОВ

Kuzora I.E., Shvalev E.E.

### INCREASING ISOBUTANOL YIELD IN BUTYL ALCOHOL PRODUCTION

**Аннотация.** На производстве бутиловых спиртов с использованием в качестве катализатора карбониллов кобальта, соотношение изобутанола к н-бутанолу составляет примерно 1:2, при этом регулировка возможна только в крайне узком диапазоне. Изобутанол в отличие от н-бутанола является более востребованным продуктом, поэтому повышение его выхода актуально.

**Ключевые слова:** бутиловые спирты, гидроформилирование, октановое число.

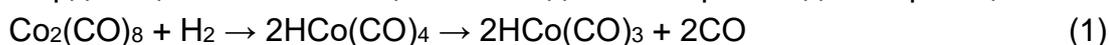
**Abstract.** In the production of butyl alcohols using cobalt carbonyls as a catalyst, the ratio of isobutanol to n-butanol is approximately 1:2, and adjustment is only possible within narrow range. Isobutanol, unlike n-butanol, is a more popular product, so increasing its yield is important.

**Keywords:** butyl alcohols, hydroformylation, octane number.

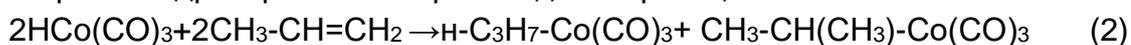
Изобутанол и н-бутанол могут быть использованы для дальнейших химических превращений, например, в эфиры акриловой и уксусной кислот – акрилаты, ацетаты (оба класса соединений – компоненты лакокрасочных материалов), как растворители красок, лаков, масел, жиров, натуральных каучуков и др. [1]. Бутиловые спирты также находят применение как октаноповышающие добавки к бензинам, при этом ИОЧ н-бутанола составляет 96 пунктов, в то время как изобутанола – 110, таким образом изобутанол является предпочтительнее при топливном варианте использования.

При работе производства по технологии с использованием в качестве катализатора карбониллов кобальта, соотношение изобутанола к н-бутанолу составляет примерно 1:2 (38%/62%), при этом регулировка возможна только в крайне узком диапазоне, в отличие от более современных нафтенатной и родиевой технологий. Указанные катализаторы применяются в процессе гидроформилирования (1-6), в результате образуются нормальный и изомасляный альдегиды, которые впоследствии насыщаются водородом и становятся спиртами уже на стадии гидрирования.

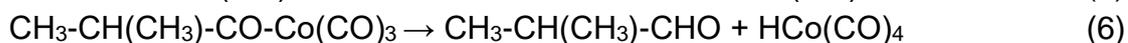
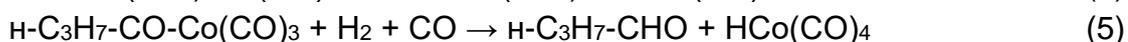
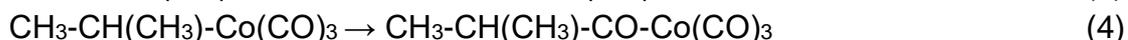
Образование активного гидрокарбонила кобальта и далее его превращение в координационно-ненасыщенное соединение происходит по реакции:



Внедрение молекулы пропилена по связи Co-H с образованием двух изомерных пропилгидрокарбониллов происходит по реакции:



При последующем внедрении CO и H<sub>2</sub> образуются изомеры масляного альдегида и катализатор в исходном состоянии:



Образование n- или изомаляного альдегида зависит от места присоединения активного атома Co к пропилену по двойной связи: или к наиболее гидрированному атому (преимущественно) с образованием нормального изомера, или к соседнему – с образованием соединения изостроения. Таким образом, видно, что соотношение n- и изобутиловых спиртов обусловлено химизмом процесса. Изменение доли изобутанола в сумме произведенных бутиловых спиртов согласно литературным данным осуществляется путем изменения параметров технологического режима на стадии гидроформилирования (повышение температуры, снижение давления, корректировка соотношения H<sub>2</sub>:CO до 1,0:1,0 – 0,95:1,05).

Проведенное исследование (фиксированный пробег) позволило сделать следующие выводы.

Соотношение H<sub>2</sub>/CO обычно поддерживается на требуемом уровне 1:1 в соответствии со стехиометрией химических реакций. Повышение температуры в реакторах окисления со средних 175 °С до максимальных 185 °С не оказало существенного влияния на выход изобутанола (прирост в пределах 1% от периода сравнения, что может быть вызвано рядом других факторов); при этом в коммуникациях реакторов окисления были обнаружены отложения, похожие на металл, анализ которых подтвердил предположение о разрушении карбониллов кобальта в условиях фиксированного пробега при 185°С. Основным компонентом отложений из реакторов является кобальт, содержание которого составляет 94,21 %. Работа в таком режиме может повлечь закупорку коммуникаций с последующей остановкой производства и длительным ремонтом.

Понижение давления в системе осуществлялось с 240 до 220 кгс/см<sup>2</sup> ступенчато по 5-10 кгс/см<sup>2</sup> в месяц. Анализ полученных данных по выработке бутиловых спиртов показал, что периоды повышенного давления (до 240 кгс/см<sup>2</sup>) характеризуются минимальной долей изобутанола на уровне 37-38%, и наоборот, при работе установки на давлении 220 кгс/см<sup>2</sup> был достигнут максимальный выход изобутанола по отношению к n-бутанолу – 41,5%/58,5%. Побочные эффекты не отмечены.

Таким образом, в ходе исследования определено, что основным способом увеличения доли изобутанола в смеси бутиловых спиртов является работа стадии гидроформилирования на пониженном давлении.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Общая химия. Учебник / Под ред. Дунаева С.Ф.. - М.: Academia, 2017. - 160 с.