

ВЫБОР КАТАЛИЗАТОРОВ В ПРОЦЕССЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВИНИЛАЦЕТАТА ИЗ ЭТИЛЕНА И УКСУСНОЙ КИСЛОТЫ

Буранов Фирдавсий Эшбуриевич

Преподаватель Каршинского инженерно-экономического института

Ключевые слова: *этилен, кислород, уксусная кислота, винилацетат, кинетическое уравнение, механизм.*

Около 80% производимого сегодня в мире винилацетата направляется на производство поливинилацетата и поливинилового спирта, которые используются в производстве водорастворимых латексных красок, в клеевой промышленности, в сельском хозяйстве, синтетическом каучуке, синтетических волокнах, биологически активные вещества, модифицированные полимерные соединения и др. Уникальность его широкого использования при создании специальных материалов считается важной при разработке и внедрении дешевой, энерго- и ресурсоэффективной технологии получения винилацетата.

Первый способ производства – реакция уксусной кислоты и ацетилен в газовой фазе при температуре 170-250°C. В этом методе конверсия ацетилен варьируется от 60% до 70%, селективность по ацетилену и уксусной кислоте составляет более 93% каждая.

Реакция этого метода:



В таблице 1 показаны физические свойства каждого компонента.

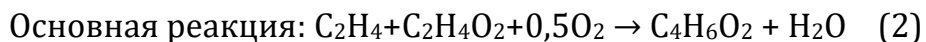
Таблица 1.

Компонент	Молекулярная формула	Состояние	Температура кипения	Температура сжижения
Уксусная кислота	CH_3COOH	Бесцветная жидкость	117°C	16,6°C
Ацетилен	$\text{HC}\equiv\text{CH}$	Бесцветный газ		80,8°C

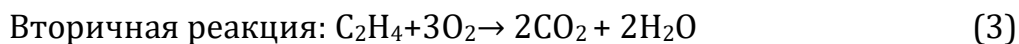
Ацетат цинка является предпочтительным катализатором реакции, но широко используются два вспомогательных материала: древесный уголь и пористые углеродные сферы. Предпочтителен ацетат цинка, поэтому он менее токсичен, дешевле и его легче найти. Древесный уголь является современным удерживающим материалом, но был предложен лучший удерживающий материал с точки зрения механической прочности, распределения пор по размерам и площади поверхности. Это пористые углеродные шарики. Однако этот процесс редко используется в мире по экономическим причинам. Цена ацетилен как сырья достаточно высока. Как правило, это менее экономически выгодно, чем использование этилена вместо ацетилен.

В основном процесс синтеза винилацетата, описанный в данной работе, осуществляется по реакции между уксусной кислотой, этиленом и кислородом.

Сначала этилен подвергается реакции оксиацетилирования с образованием винилацетата. Стандартная теплота этой реакции составляет минус 176,2 кДж/моль. Предыдущие технологии синтеза основаны на жидкофазной реакции при температуре 110-130°C и диапазоне давлений 30-40 атм. Однако в этом проекте планируется оптимизировать процесс, включающий реакцию в газовой фазе, поскольку это позволит сохранить более эффективный выход и снизить коррозионное воздействие окислительно-восстановительного катализатора.



Затем происходит вторичная реакция горения полиэтилена, приводящая к выделению CO_2 , что является весьма нежелательным результатом этого процесса. Тогда результат отразится на производительности, которая будет меньше, и это создаст трудности с выделением тепла. Стандартная теплота реакции минус 1322,8 кДж/моль.



В результате, если позволить протекать обеим реакциям, синтез винилацетата является экзотермическим с тепловым эффектом примерно минус 250 кДж/моль.

Катализатор играет решающую роль в технологии. Ранее катализаторы изготавливались на основе палладия, адсорбированного на кремнеземе, с ацетатами щелочных металлов в качестве активаторов в количестве от 1 до 5 мас.%. Современные катализаторы используются в качестве усилителей редких металлов, главным образом золота. Типичный катализатор воздушного типа представляет собой сферические частицы кремнезема диаметром 5 мм.

В его состав входит 0,15-1,5 мас.% Pd, 0,2-1,5 мас.% Au, 4-10 мас.% KOAc. Реакция очень быстрая и протекает преимущественно во внутреннем тонком слое на поверхности частицы.

Обычный срок службы катализатора составляет 1-2 года. Оптимальные условия работы – температура около 150-160°C и давление от 8 до 10 атм. Горячие точки выше 200 °C приводят к необратимой дезактивации катализатора. Соотношение реагентов должно обеспечивать избыток этилена к уксусной кислоте от 2:1 до 3:1. Из-за опасности взрыва концентрацию кислорода в реакционной смеси следует поддерживать на уровне менее 8% по сравнению со смесью без уксусной кислоты. Цифры, показанные выше, описывают конструктивные ограничения. Кроме того, для активации катализатора может потребоваться небольшое количество воды в исходной смеси.

Из-за сильного экзотермического эффекта необходимо разбавление реакционной смеси некоторым количеством инертного газа и меры по контролю повышения температуры. Из-за ограничений селективности и тепловыделения реактор проектируется с низкой конверсией в однопроводном режиме, обычно 15-35% для уксусной кислоты и 8-10% для этилена.

Анализ механизма каталитической химической реакции позволяет определить основные факторы, которые могут повлиять на конструкцию реактора. В начале 1970-х годов было показано, что механизм реакции в газовой фазе очень похож на реакцию в жидкой фазе. Эта точка зрения принимает более общую концепцию, поддерживающую жидкофазный катализ, в которой один и тот же механизм реакции может использоваться для объяснения как гомогенных, так и гетерогенных процессов. Примером класса реакций селективного окисления является ацетоэтирование.

В обычных условиях работы устройства адсорбция уксусной кислоты и воды на катализаторе может быть значительной, при этом уксусная кислота образует почти три монослоя. В качестве промоторов важную роль также играет ацетат щелочного металла. Например, ацетат калия дает соль с температурой плавления 148°C с водой.

В результате с точки зрения конструкции реактора кинетика реакции не чувствительна к концентрации уксусной кислоты, но для активации катализатора необходимо небольшое количество воды. Напротив, в кинетике поверхностной реакции задействован сложный механизм адсорбции этилена и кислорода. Эта ситуация была подтверждена академическими и промышленными исследованиями.

Для получения винилацетата окисление этилена проводят парофазным методом в твердом катализаторе (соль палладия в держателе). В этом процессе инертные ВА действуют как катализаторы и промоторы. При этом необходимо добавить катион щелочного металла. Катализатором процесса является ацетат палладия, образующийся в результате взаимодействия палладия с уксусной кислотой. Механизм реакции проиллюстрирован на рисунке 1.

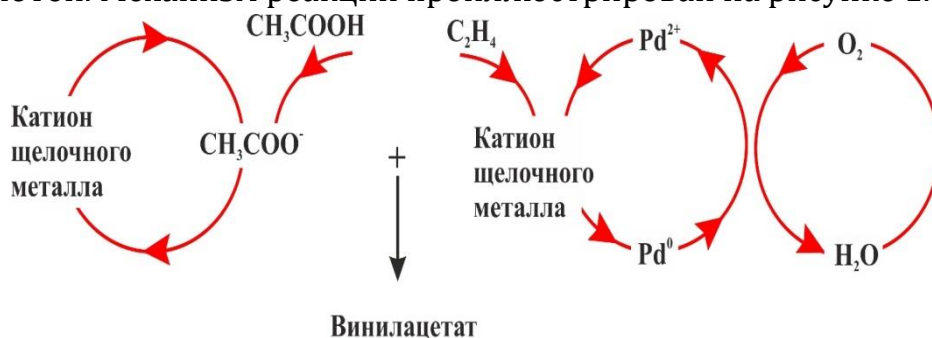
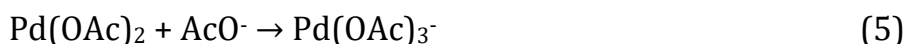
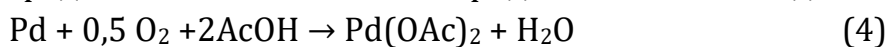


Рисунок 1. Механизм реакции

За счет дисперсии палладия на поверхности держателя происходит непосредственный контакт кислорода с атомом палладия.



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Бурунов, Ф. Э., & Курбанов, А. Т. (2017). Математическая модель процесса перемешивания буровых растворов и смесей. In Новые технологии-нефтегазовому региону (pp. 246-248).
2. Курбанов, А. Т. (2021). НЕФТ КОМПОНЕНТАРИ АСОСИДА ФТАЛЛ КИСЛОТА ЭФИРЛАРИНИ СИНТЕЗИ. Интернаука, (19-6), 40-42.
3. Курбанов, А. Т. (2023). Нефт ва газ қудуқларини бурғилашда ювувчи суюқликнинг роли. JOURNAL OF INNOVATIONS IN SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL RESEARCH, 6(2), 353-356.
4. Курбанов, А. Т. (2023). Босим таъсирида бурғилаш аралашмаси филтратларини қатламга филтрацияланиш ҳолатлари. Journal of innovations in scientific and educational research, 6(1), 413-417.
5. Бурунов, Ф. Э., & Абдирахимов, И. Э. (2018). Природные битумы и тяжелые нефти, проблемы их освоения. In Фундаментальные и прикладные исследования: от теории к практике (pp. 212-215).
6. Buronov, F., & Fayzullayev, N. (2022, June). Synthesis and application of high silicon zeolites from natural sources. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2432, No. 1). AIP Publishing.
7. Бердиев, Ш. А., Султанов, Н. Н., Курбанов, А. Т., & Бурунов, Ф. Э. (2016). Применение автоматического регулятора в скважинах. In автоматизация технологических процессов механической обработки, упрочнения и сборки в машиностроении (pp. 44-46).
8. Файзуллаев, Н. И., Бурунов, Ф. Э., Мусулмонов, Н. Х., Кодиров, О. Ш., & Тошбоев, Ф. Н. (2021). Влияние количества активных компонентов катализатора на выход продукта при синтезе винилацетата из этилена и уксусной кислоты. Bulletin of Science and Practice, 7(4), 301-311.
9. Рахматов, Х. Б., Султонов, Н. Н., & Бурунов, Ф. Э. (2018). Исследование процесса конверсии сульфата калия из хлорида калия Тюбегатанского месторождения и мирабилита Тумрукского месторождения. Техника. Технологии. Инженерия, (1), 35-39.
10. Дустов, А. Ю., Султонов, Н. Н., & Бурунов, Ф. Э. (2020). Расширение шуртанского гхк с производством дополнительного полиэтилена. Международный академический вестник, (3), 96-99.
11. Бурунов, Ф. Э., Тухташев, У. Ф., & Нурматов, А. С. (2015). Разработка кинематики компактного смесителя с бипланетарным механизмом для приготовления бурильных растворов и смесей. Наука, техника и образование, (9 (15)), 21-23.
12. Buronov, F., & Fayzullayev, N. (2021). Optimization of vinyl acetate production process. ГРААЛЬ НАУКИ, (4), 187-191.

13. Firdavsiy, B. (2021). Influence of the Nature of the Retainer (Carrier) on the Catalytic Activity of the Catalyst in the Gas-Phase Synthesis of Vinyl Acetate from Ethylene. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 12(10), 2262-2270.
14. Файзуллаев, Н., & Буронов, Ф. (2021). Исследование каталитической активности катализатора в синтезе винилацетата из этилена при различных носителях. *Збірник наукових праць ЛОГОС*.
15. Normurot, F., & Firdavsiy, B. (2021). The Effect of Catalytic Activity of Catalyst (Carrier) Nature in the Synthesis of Vinyl Acetate. *International Journal of Human Computing Studies*, 3(10), 16-19.
16. Normurot, F., Firdavsii, B., Noriigit, M., Orif, Q., & Feruz, T. (2021). Effect of the Number of Active Components of the Catalyst on the Yield of the Product During the Synthesis of Vinyl Acetate From Ethylene and Acetic Acid. *Бюллетень науки и практики*, 7(4), 301-311.
17. Buronov, F. E. (2018). Abdiraximov IE Prirodnnyye bitумы i tyajelyye nefti, problemy ixosvoyeniya. *Fundamentalnyye i prikladnyye issledovaniya: ot teorii k praktike: materialy II mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferensii, priurochennoy/T. 3*.
18. Firdavsiy, B., & Farhod, S. (2021). MATHEMATICAL MODEL OF THE EFFICIENCY OF THE CATALYST IN THE SYNTHESIS OF VINYL ACETATE. *Universum: технические науки*, (5-6 (86)), 82-85.
19. Буронов Ф.Э., & Шукруллаев Д.Д. (2023). Сущность и преимущества мембранного разделения гелийсодержащих природных газов. *Экономика и социум*, (4-1 (107)), 485-489.
20. Buronov, F. E., & Fayzullaev, N. I. (2023). Mathematical modeling of ethylene oxidative acetylation process. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 411, p. 01037). EDP Sciences.
21. Ortikov, N., Fayzullaev, N., Hamidov, D., & Buronov, F. (2023). Study of methane carbonate conversion process in fixed catalyst layer in different membrane reactors. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 402, p. 14013). EDP Sciences.
22. F.E.Buronov (2023). KINETICS AND MECHANISM OF THE VAPOR-PHASE SYNTHESIS OF VINYL ACETATE FROM ETHYLENE. *Sanoatda raqamli texnologiyalar / Цифровые технологии в промышленности*, 1 (1), 131-138. doi: 10.5281/zenodo.8379113
23. Буронов, Ф. (2021). Виналацетат синтезида катализатор самарадорлигининг математик модели. *Збірник наукових праць SCIENTIA*.
24. Firdavsiy, B., & Normurot, F. (2021). OPTIMIZATION OF VINYL ACETATE PRODUCTION PROCESS. *GRAIL OF SCIENCE*.
25. Firdavsiy, B., & Normurot, F. (2021). ACTIVE CATALYSTS FOR PRODUCING VINYL ACETATE MONOMERS. *Universum: технические науки*, (5-6 (86)), 79-81.

26. Дустов, А. Ю., Султонов, Н. Н., Буронов, Ф. Э., & Шукуров, А. Ш. (2020). Расчёт технологических и технико-экономических показателей разработки газовых месторождений. Международный академический вестник, (4), 64-66.
27. ФЭ Буронов Математическая модель реакции синтеза винилацетата JOURNAL OF INNOVATIONS IN SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL RESEARCH (6) 2023.143-148