

ные нами по ГОСТ РВ 50874-96, показали, что нижний предел чувствительности составляет 1200 кг/см². Также в таблице 1 представлены результаты к удару согласно ОСТ В 84-892-74.

Чувствительность к удару ОСТ В 84-892-74.		Таблица 1.	
Характеристика	Масса груза, кг	Результат	
Нижний предел чувствительности, мм	10	-	
	2	150	
Частота взрывов,%; Н = 250 мм	10	-	
	2	4	

Из экспериментально определенных значений следует, что динитропроизводное 1 проявляет более низкую чувствительность к механическим воздействиям, чем CL-20.

Совокупность полученных данных говорит о том, что 2,6,8,12-тетранитро-4,10-динитрозо - 2,4,6,8,10,12 - гексаазаизовюрци-

УДК 547.416.4

ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЕ ДЕБЕНЗИЛИРОВАНИЕ ГЕКСАБЕНЗИЛГЕКСААЗАИЗОВЮРЦИТАНА

А. С. Ахневский, Е. А. Петров, И. И. Компаниец, И.И. Золотухина

В работе приведены результаты исследования катализатора гидрирования на неорганической подложке $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$, использующийся на одной из стадий синтеза высокоэнергетического продукта 2,4,6,8,10,12-гексанитро-2,4,6,8,10,12-гексаазатетрацикло [5,5,0,0^{3,11},0^{5,9}] додекана (ГАВ, CL-20).

Ключевые слова: полициклические нитрамыны, CL-20, катализатор.

Промышленный синтез высокоэнергетического продукта 2,4,6,8,10,12 - гексанитро - 2,4,6,8,10,12 - гексаазаизовюрцитана (ГАВ, CL-20) включает в себя две последовательные стадии заместительного гидрогенолиза, указанные на схеме [1].

Гетерогенный катализатор гидрогенолиза, в котором в качестве подложки для палладия используется углеродный носитель, в течение реакции частично теряет свою активность после нескольких циклов использования и подлежит переработке. Полная переработка катализатора очень энергозатратный и трудоемкий процесс, при котором не только безвозвратно теряется часть палладия, но и сжигается вся углеродная подложка. Таким образом, помимо многократного применения катализатора,

тан по энергетическому потенциалу входит в группу высокоэффективных энергоемких веществ. Поэтому необходимы более обстоятельные исследования не только его свойств, но также и композиций на его основе.

Теплов Георгий Владимирович, младший научный сотрудник, ОАО «ФНПЦ «Алтай», teplov_georgii@mail.ru, (3854) 301874, 659322, Алтайский край, г. Бийск, ул. Социалистическая, 1.

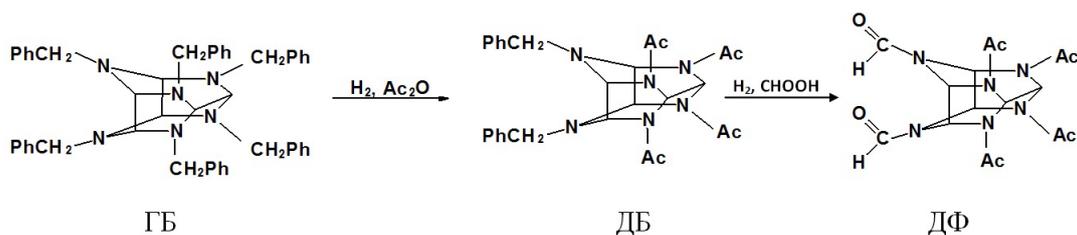
Попок Николай Иванович, доктор технических наук, профессор, начальник лаборатории ОАО «ФНПЦ «Алтай», 104, popok_2005@mail.ru, (3854) 305898, 659322, Алтайский край, г. Бийск, ул. Социалистическая, 1.

Лукьянов Олег Алексеевич, начальник лаборатории органического синтеза № 12, доктор химических наук, профессор, ИОХ РАН им. Н.Д. Зелинского, 1120@ioc.ac.ru, (499) 1372961, 119991, г. Москва, Ленинский проспект, 47.

встает вопрос о замене углеродной подложки на ту, которая бы не сжигалась при переработке, и в последствии могла использоваться при нанесении палладия. Решение этой задачи направлено на значительное снижение стоимости конечного продукта ГАВ.

В то же время палладиевые катализаторы на оксидных носителях широко применяются в химической промышленности, что обусловлено комплексом их свойств, в первую очередь стабильностью при работе и возможностью относительно легкой регенерации.

В качестве объекта для исследований был выбран катализатор на неорганической подложке $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$. При его переработке сжигается только пироуглерод, что позволяет значительно экономить сырье при повторном



Восстановительное дебензилирование гексабензилгексаазаизовюрцитана

производстве катализатора, по сравнению с углеродной подложкой.

Как и при синтезе катализаторов с другими платиновыми металлами, при промышленном получении Pd катализаторов часто исходят из галоидных металлокомплексов, например, H_2PdCl_4 . Доступность хлоропалладиевой кислоты и хорошая растворимость в воде делают ее почти идеальным реагентом для получения катализаторов на Al_2O_3 , наиболее важном из оксидных носителей для металлов платиновой группы [1].

Серия опытов на этом катализаторе показала, что на первой стадии дебензилирования (рисунок 1) большая часть расчетного количества водорода (около 90%) поглощается за первые несколько минут реакции (при давлении около десяти атм). Остальное (около 10%) в течение 1 – 2 ч. Опытным путем было установлено, что оптимальное время реакции составляет 2 часа. Увеличение времени не приводит к повышению выхода, так как реакция заканчивается при прекращении поглощения водорода.

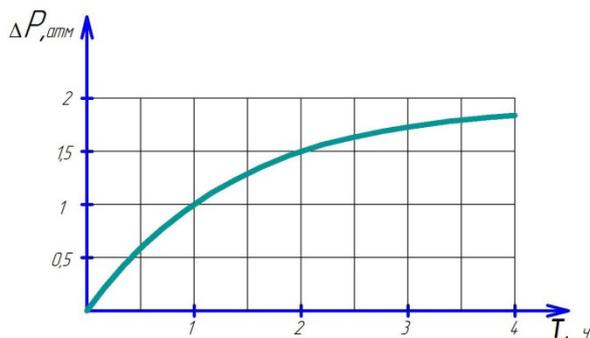


Рисунок 1 – Скорость поглощения водорода при использовании катализатора на $\gamma-Al_2O_3$

В настоящее время на стадии восстановительного дебензилирования используется палладиевый катализатор на углеродном носителе [2]. Скорость поглощения водорода в реакции показана на рисунке 2.

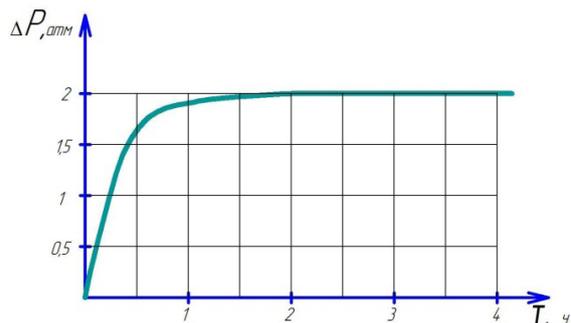


Рисунок 2 – Скорость поглощения водорода при использовании катализатора на углероде

Исходя из этого можно сделать вывод, что применение катализатора на подложке $\gamma-Al_2O_3$ позволит значительно экономить носитель и многократно его использовать без значительных потерь, а также значительно сократить время реакции. Это приведет к значительному снижению стоимости конечного продукта ГАВ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сысолятин С.В., Лобанова А.А., Черникова Ю.Т., Сакович Г. В. Методы синтеза и свойства гексанитрогексаазаизовюрцитана // Успехи химии. 2005.– № 7.– С. 815–821.
2. Калашников А. И., Сысолятин С. В., Сакович Г. В. и др. Восстановительное дебензилирование производных 2,6,8,12-тетраацетил-2,4,6,8,10,12-гексаазатетрацикло[5,5,0,0,3,11,05,9] додекана // Известия РАН. Сер. хим.– 2009.– № 10.– С. 2099-2103.

Ахневский Андрей Сергеевич, инженер, ОАО «ФНПЦ «Алтай», StewartWoW666@mail.ru, (3854) 301905, 659322, Алтайский край, г. Бийск, ул. Социалистическая, 1.

Петров Евгений Анатольевич, ОАО «ФНПЦ «Алтай», начальник Отдела 34, доктор технических наук, профессор, Post@frpc.secna.ru, (3854) 305922, 659322, Алтайский край, г. Бийск, ул. Социалистическая, 1.

Компаниец Иван Игоревич, инженер 1-й категории, ОАО «ФНПЦ «Алтай», Kompanietsii@gmail.com, (3854) 301874, 659322, Алтайский край, г. Бийск, ул. Социалистическая, 1.

Золотухина Ирина Ивановна, начальник лаборатории, ОАО «ФНПЦ «Алтай», Post@frpc.secna.ru, (3854) 305963, 659322, Алтайский край, г. Бийск, ул. Социалистическая, 1.