СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ НОСИТЕЛЯ КАТАЛИЗАТОРА

О.С. Иванов, М.С. Василишин, А.Г. Карпов, А.А. Кухленко, Д.Б. Иванова, С.Е. Орлов

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем химико-энергетических технологий Сибирского отделения Российской академии наук (ИПХЭТ СО РАН), г. Бийск

Сибунит – носитель для катализатора, использующегося в различных процессах химической промышленности, в том числе и в реакции гидрирования. В настоящее время для его подготовки и проведения технологических операций используется так называемый «сухой» способ, обладающий обширными недостатками, основными из которых являются пыление, а также значительная доля ручного труда на производстве и, как следствие, большая продолжительность отдельных стадий.

Предлагается использовать «мокрый» способ с применением аппаратуры роторно-пульсационного типа для подготовки носителя катализатора с целью исключения указанных недостатков.

В результате проведённой работы было установлено, что активность образцов катализаторов, полученных с использованием молотковой мельницы и с применением роторно-пульсационного аппарата в реакции гидрогенолиза составила 0,606 моль/мин и 0,642 моль/мин, при выходе целевого продукта 76,15% и 80,00%, соответственно. Также определено, что доля потерь, обусловленная образованием пыли, была снижена более чем в 10 раз по сравнению с действующей технологией.

Ключевые слова: сибунит, носитель катализатора, роторно-пульсационный аппарат.

Гетерогенный катализ является действенным способом интенсификации целого ряда процессов химической технологии, в том числе и основного органического синтеза. Применение катализаторов существенно повышает выход целевых продуктов реакции, снижает длительность протекания отдельных технологических стадий процесса [1].

Синтез гексанитрогексаазаизовюрцитана [2,3] предполагает наличие некоторых промежуточных этапов получения данного продукта, в частности, фазы гидрирования [4], для которой в качестве гетерогенного катализатора используется палладий на сибуните [5–7]. Для эффективного проведения реакции гидрогеннолиза с получением высокого выхода целевого продукта, а также снижения потерь катализатора при его извлечении из прореагировавшей среды к носителю (сибуниту) предъявляются ряд требований, наиболее важными из которых являются заданный фракционный состав (в диапазоне 50–160 мкм) и влагоёмкость (не менее 0,5).

Процесс получения гетерогенного палладиевого катализатора на сибуните, реализуемый в настоящее время на действующем производстве, схематично представлен на рис. 1. При этом, его основными стадиями являются: подготовка носителя (сибунита), получение рабочих растворов, а также, собственно, получение самого катализатора.

1—складское помещение; 2—молотковая мельница;
3—спиральный воздушный классификатор; 4—циклон;
5—установочный виброрассеиватель; 6,7,11,13—технологические
ёмкости; 8,14—фильтровальные вакуум-воронки;
9,15—сборники фильтрата; 10—термошкаф; 12—реактор

Рис. 1. Действующая технологическая схема получения катализатора

На первоначальном этапе из привезённых со склада 1 мешков (20–25 кг) с сибунитом отбирается проба (100–200 мг) с фракционным составом (см. табл. 1) и параметрами (см. табл. 2), соответствующими требованиям ТУ 38–41583–84.

Табл. 1. Исходный фракционный состав сибунита

Размер ячейки сита, мм	2,5	2,0	1,0	0,63	Поддон
Массовая доля частиц на сите, %	0	5,26	88,77	5,52	0,45

Табл. 2. Основные первоначальные параметры сибунита

Параметр	Значение
Удельная площадь поверхности S (по методу БЭТ)	450–600 м ² /г
Зольность z	не более 0,6 %
Истинная плотность ρ_i	1,6 г/см ³
Насыпная плотность ρ_n	0,4–0,7 г/см ³

После этого, гранулы сибунита вручную и постепенно дозируются в молотковую мельницу 2, где в течение некоторого времени подвергаются обработке. По окончании процесса диспергирования измельчённый сибунит классифицируется. Большая часть мелкой фракции (<50 мкм) отделяется с помощью спирального воздушного классификатора 3 (для получения оптимальной границы разделения зазор между его лопатками составляет 1,5–2,0 мм) и улавливается циклоном 4 для её последующей утилизации. Грубая (>160 мкм) и деловая (50–160 мкм) фракции сибунита отделяются друг от друга с помощью установки виброрассева 5, после чего первая отправляется на повторное измельчение в молотковую мельницу 2, а вторая – поступает в технологическую ёмкость 6 для её окончательной отмывки от остатков «мелочи».

Отмывка производится в несколько этапов путём перемешивания (3–5 минут), отстаивания (0,5–6 часов) суспензии и последующей декантации. Для этого осуществляют промывку сначала слабым (25 мл на 25 л) водным раствором соляной кислоты, а затем – ещё несколько раз только водой, причём соотношение твёрдой фазы и жидкой находится в диапазоне 2,5–5 кг на 20–30 л. Осветлённую часть отстоявшейся суспензии декантируют в переносную ёмкость 7 и транспортируют на фильтровальную вакуум-воронку 8, застеленную бязью, фильтровальной бумагой и ещё одним слоем бязи. С её помощью производится улавливание частиц деловой фракции, случайно попавших в осветлённую часть из твёрдого осадка, который также поступает из ёмкости 6 на вакуум-воронку 8, где отжимается в течение 30–60 минут. Образовавшиеся промывные воды поступают в сборник фильтрата 9. Полученный таким образом сибунит с требуемым дисперсным составом (50–160 мкм) сушат на поддонах в термощафе 10 при 110°C до установления постоянного веса.

На следующем технологическом этапе осуществляется подготовка и получение рабочих

растворов, а также непосредственное изготовление гетерогенного катализатора в ёмкостном реакторе с перемешивающим устройством 12. В качестве таких растворов используют суспензию деловой фракции сибунита (10 кг на 50 л), обрабатываемую в течение 20–30 минут в ёмкости 13, и, приготавливаемый непосредственно перед пропиткой, водный (на 5 л) раствор палладийгидрокомплекса (ПГК), получаемый путём смешения палладийхлористоводородной кислоты (ПХВК) и раствора соды (по 0,1–0,5 л до pH=5,6–5,7) в ёмкости 11. Схема реакции получения ПГК может быть представлена в следующем виде:

После подготовки рабочих растворов их заливают (сначала суспензию, а затем – раствор ПГК) в ёмкостной реактор 12, где происходит пропитка частиц сибунита раствором палладийгидрокомплекса с последующей выдержкой при перемешивании в течение 30–40 минут и температуре 20–30°C, а затем загружают соду (до pH=8–9) и перемешивание продолжается ещё 10 минут.

Восстановление Pd производится с целью его перевода из окисленного состояния в металлическое и последующего закрепления (сорбции) в порах сибунита. Процесс осуществляется с помощью 15%-го раствора формиата натрия по следующей схеме:

Для этого, в реакторе 12 нагревают суспензию до 55–60°C и проводят визуальный контроль (при нагревании раствор должен обесцветиться). Затем, в него дозируют расчётное количество раствора формиата натрия порциями по 0,1–1 л, после чего проводят выдержку при температуре 60–80°C в течение 30–60 минут. Затем смесь охлаждают до 20–30°C.

Перед фильтрованием раствора из него отбирается проба и производится её качественный анализ на отсутствие в ней растворённого палладия. При получении положительного результата в реактор 12 вносится дополнительное количество раствора муравьинокислого натрия. Таким образом, следующая стадия (фильтрование) может проводиться только при полном отсутствии растворённого палладия с целью исключения его дальнейших потерь с фильтратом.

Полученную в аппарате 12 суспензию готового катализатора фильтруют на вакуум-воронке 14, застеленной перкалем, 2–3 слоями фильтровальной бумаги и слоем бязи и подвергают пятикратной промывке водой с использованием тех же аппаратов 12 и 14 (но уже без вакуума) при выдержке 5–10 минут. Фильтрат поступает в сборник 15, где из него отбирается проба для анализа на содержание в ней ионов хлора.

При получении отрицательных результатов на хлор промывку считают законченной и производят отжим готового катализатора на фильтре 14 под вакуумом в течении 15–30 минут, направляя фильтрат в сборник 15. После отжима катализатора из него отбирают несколько проб (20–50гр) для определения его активности, остаточной влажности и массового содержания в нём палладия, а затем – выгружают.

Одним из основных недостатков действующего производства является то, что подготовка носителя для катализатора предусматривает измельчение сибунита, его последующую классификацию, а также многократное транспортирование от одних технологических аппаратов к другим так называемым «сухим» способом с использованием значительной доли ручного труда.

В результате этого, образуется очень большое количество пыли сибунита, которая может при определённых условиях (концентрации, влажности и др.) стать причиной возгорания или даже взрыва, например, при её взаимодействии с парами концентрированной муравьиной кислоты, используемой по технологии, с выделением водорода и т.д.

Кроме того, проведение обработки сибунита по «сухому» способу требует обеспечить надёжную защиту от статического электричества, а наличие пыли в воздухе рабочего помещения ухудшает условия труда, поскольку способствует возникновению лёгочных заболеваний у персонала.

К существенному недостатку «сухого» способа получения носителя катализатора следует отнести также и то, что пыль сибунита, находясь в сухом виде и витая в воздухе рабочего помещения, оседает на стенах, технологическом оборудовании и скапливается в вентиляционных трубах. То есть, процесс является токсичным и пожаро-взрывоопасным, что обусловлено характеристиками используемого в технологии сырья, сведения о которых приведены в табл. 3.

Косвенную оценку количества пыли, образующейся по действующей технологии можно сделать по потерям сибунита. Так, общие потери массы сибунита по отношению к массе исходной фракции (гранул) составляют приблизительно около 20%, из которых доля потери массы, обусловленная пылением, составляет примерно 50–70%.

Необходимо отметить, что помимо указанных недостатков существующей технологии изготовления катализатора, отдельные её стадии имеют большую длительность. Так, например, время измельчения в молотковой мельнице составляет, в среднем, 1–1,5 ч, каждой стадии отмытки – от 1 до 6 ч, фильтрования – от 0,5 до 1 ч и приготовления рабочих растворов – до 1 ч. Пропитка деловой фракции сибунита раствором, содержащим ПГК, занимает от 1,5 до 2 ч, а восстановление палладия на сибуните – до 2 ч.

Продолжительность различных операций с использованием ручного труда между указанными стадиями производства не регламентируется, но составляет не менее 10–15 мин для каждой. Общая продолжительность процесса изготовления катализатора обычно составляет около трёх суток.

Табл. 3. Характеристики используемого в технологии сырья

Наименование компонента	Сведения о пожаро- и взрывоопасности	Токсичность и характер действия на человека	ПДК в воздухе рабочей зоны, мг/м ³	Класс опасности по ГОСТ 12.1.007
Раствор палладий-хлористоводородной кислоты	Пожаро- и взрыво-безопасен	Растворы при отсутствии нейтрализации раздражают кожу.	0,1	2
Натрий углекислый	Пожаро- и взрыво-безопасен	Вдыхание пыли вызывает раздражение дыхательных путей.	2,0	3
Кислота муравьиная	Легко-воспламеняющаяся жидкость (ЛВЖ)	Токсична. Действует раздражающе на слизистые оболочки глаз и верхние дыхательные пути. При попадании на кожу вызывает химические ожоги.	1	2
Натрия гидроокись	Пожаро- и взрыво-безопасна	Обладает раздражающим действием. Вызывает тяжёлые ожоги кожи и слизистых оболочек при вдыхании пыли.	0,5	2
Сибунит	Горюч, температура самовоспламенения =344°C, нижний концентрационный предел распространения пламени – до 2000г/м ³	Кратковременное вдыхание пыли вызывает раздражение слизистых оболочек и дыхательных путей, а при сильном запылении или длительном воздействии может вызвать силикоз или пылевой бронхит.	10,0	4
Катализатор (6% Pd на угле)	Взрыво-безопасен, горюч	Пыль катализатора вызывает раздражение слизистых оболочек.	10,0	4

Дистиллированная вода	Пожаро- и взрывобезопасна	—	—	—
-----------------------	---------------------------	---	---	---

Актуальным представляется совершенствование технологии получения гетерогенного палладиевого катализатора на сибуните, направленное на устранение вышеперечисленных её недостатков, так как позволит повысить безопасность технологического процесса и снизить влияние вредных производственных факторов на персонал.

Анализ действующей схемы производства показал, что устранить многие вышеперечисленные её недостатки, а также существенно сократить длительность отдельных стадий производства возможно путём замены этапов «сухого» измельчения и классификации носителя катализатора на «мокрое» измельчение и гидроклассификацию фракций получаемого сибунита. Для этого, нами была предложена аппаратно-технологическая схема установки (см. рис. 2), включающая в свой состав контуры диспергирования и гидроклассификации.

1–аппарат с перемешивающим устройством;
2–роторно-пульсационный аппарат; 3,4–гидроциклоны

Рис. 2. Предлагаемая технологическая схема получения носителя катализатора

Согласно данной схеме, контур диспергирования К1 состоит из емкостного аппарата 1, роторно-пульсационного аппарата 2 и соединительных трубопроводов, а контур гидроклассификации К2 содержит кроме них же ещё дополнительно гидроциклоны 3 и 4. Принцип работы установки заключается в следующем.

На первоначальном этапе осуществляется многократное движение обрабатываемой суспензии

по контуру К1 (при этом, вентиль В1 – открыт, а вентиль В2 – закрыт). Гранулы сибунита дозируются в емкостной аппарат 1. Циркуляция обеспечивается обладающим собственным насосным эффектом роторно-пульсационным аппаратом 2, в котором твёрдые частицы подвергаются измельчению в течение определённого времени. По достижении требуемого дисперсного состава частиц в суспензии установку переключают путём перекрытия вентиля В1 и открытия вентиля В2 в режим гидроклассификации по контуру К2, в котором недоизмельчённая фракция сибунита (более 160 мкм) с помощью гидроциклона 3 возвращается в цикл повторной обработки (диспергирования). Суспензия, содержащая мелкую (менее 50мкм) и кондиционную (50–160мкм) фракцию материала поступает в гидроциклон 4, где осуществляется их разделение, после чего деловая фракция посредством гидротранспорта поступает для нанесения на неё палладия по вышеописанной схеме (см. рис. 1) на обработку в реактор 12, а «мелочь» – на утилизацию. Дальнейший технологический процесс осуществляется таким же способом, что и в действующей на данный момент схеме, изображённой на рис. 1.

Преимуществом такой схемы организации процесса подготовки носителя катализатора является исключение операций, выполняемых вручную, и, как следствие, полное отсутствие пыления, повышение безопасности и улучшение условий труда обслуживающего персонала, а также уменьшение энергозатрат и занимаемой площади производственных помещений за счёт сокращения значительного количества используемого оборудования.

В соответствии с выдвинутыми предложениями по усовершенствованию схемы получения носителя катализатора, целью первоначального этапа данного исследования являлось определение условий проведения процесса диспергирования в контуре установки К1, при которых обеспечивается выход деловой фракции сибунита на уровне не ниже, чем в молотковой мельнице.

На основе ранее выполненных исследований по определению влияния режимных параметров обработки в РПА на размеры частиц было установлено, что значительное влияние на кинетику диспергирования и конечный дисперсный состав получаемой суспензии оказывают такие факторы, как частота вращения ротора, расход обрабатываемой среды и величина радиального зазора между ротором и статором РПА [8]. При этом было отмечено, что наибольшее влияние на конечные размеры частиц твёрдой фазы оказывает радиальный зазор между ротором и статором РПА.

Для достижения поставленной цели были проведены эксперименты по «мокрому» измельчению

гранул сибунита в лабораторной установке с РПА, внешний вид которой представлен на рис. 3. В качестве варьируемого параметра, определяющего дисперсный состав получаемой водной суспензии сибунита, рассматривался радиальный зазор δ между рядами ротора и статора РПА 2, который при сменном комплекте роторов обеспечивал величину δ , равную $0,1 \cdot 10^{-3}$ м, $0,5 \cdot 10^{-3}$ м, $1,0 \cdot 10^{-3}$ м. Описание других конструктивных и технологических параметров установки диспергирования с РПА можно найти в работах [9,10].

1–аппарат с перемешивающим устройством; 2–роторно-пульсационный аппарат; 3–автотрансформатор; 4–тахометр; 5–термостат; 6–загрузочный люк; 7–патрубок для отбора проб
Рис. 3. Внешний вид лабораторной установки по измельчению сибунита

Методика проведения экспериментов заключалась в следующем. Через люк 6 емкостного аппарата 1 заливали $5 \cdot 10^{-3}$ м³ воды, после чего при включенной мешалке постепенно дозировали 1 кг гранул сибунита, начальный фракционный состав которых представлен в табл. 1. В течение 15 минут суспензию перемешивали с целью пропитки гранул водой, при этом их измельчения не наблюдалось. Далее, открывали донный клапан аппарата 1, в результате чего обрабатываемая среда начинала циркулировать по контуру диспергирования К1.

После 30 минут такой обработки через патрубок 7 приготовленную суспензию сливали и фильтровали, а отделенную твердую фазу сушили в термощафе при

110 °С. Образцы приготовленного носителя катализатора подвергали расसेву с целью определения конечного дисперсного состава, результаты которого, полученные в различных условиях, а также, для сравнения, – в молотковой мельнице, представлены в табл.4.

Из представленных в табл. 4 данных, видно, что поставленная цель по выходу деловой фракции сибунита достигается при использовании в РПА ротора, обеспечивающего величину радиального зазора $\delta=0,1 \cdot 10^{-3}$ м. Дисперсный состав характеризуется незначительным количеством отходов (мелкой фракции, т.е. менее 50мкм). В тоже время, суспензия при таком зазоре имеет достаточно высокое массовое содержание крупной (недоизмельченной) фракции (более 160мкм), что, по-видимому, объясняется проскоком без измельчения частиц сибунита при их прохождении через прерыватель потока РПА, а также возможностью длительного нахождения в емкостном аппарате 1 без попадания в циркуляционный контур К1 (т.е., наличием застойных зон). Минимизировать влияние данных негативных факторов возможно за счёт увеличения продолжительности обработки среды (кратности прохождения суспензии по контуру), а также исключения застойных зон в аппарате с перемешивающим устройством 1.

Табл. 4. Конечный дисперсный состав сибунита

Размер ячейки сита, мм	Массовая доля частиц на сите, %			
	Лабораторная установка с РПА			Молотковая мельница
	$\delta=1 \cdot 10^{-3}$ м	$\delta=0,5 \cdot 10^{-3}$ м	$\delta=0,1 \cdot 10^{-3}$ м	
0,16	75,2	61	38–42	38–41
0,05 (деловая фракция)	16	38,7	54–59	57–60
поддон	6,9	0,21	3–4	1–2

Дальнейшее исследование было направлено на приготовление катализатора и изучение его активности, где в качестве носителя использовалась деловая фракция сибунита, полученная в РПА при $\delta=0,1 \cdot 10^{-3}$ м. На основе анализа проб приготовленного таким образом носителя катализатора установлено, что он имеет влажёмкость в диапазоне от 0,66 до 0,88, которая соответствует требованиям (не менее 0,5), предъявляемым по ТУ 38–41583–84.

Сравнительная оценка активности образцов катализаторов, полученных с использованием молотковой мельницы и с применением РПА (при $\delta=0,1 \cdot 10^{-3}$ м) показала, что в реакции гидрогенолиза она была сопоставима и составила 0,606 моль/мин и 0,642 моль/мин, при выходе целевого продукта 76,15% и 80,00%, соответственно.

Вместе с тем, при определении потерь твердой фазы (носителя катализатора), было установлено, что

общая их масса в результате измельчения и отмывок составила приблизительно 15% по отношению к массе исходного сибунита. Из них, доля потерь, обусловленная образованием пыли, составила оценочно порядка 5%, т.е. была снижена более чем в 10 раз по сравнению с действующей технологией.

Общая продолжительность процесса получения катализатора при замене «сухого» способа на «мокрый» практически не изменилась, поскольку производительность установки с РПА уступала таковой для молотковой мельницы, а циркуляционный контур К2, предназначенный для сокращения стадий отмытки носителя, не применялся.

Сравнение результатов по диспергированию гранул сибунита в молотковой мельнице и установке с РПА позволяет сделать выводы о том, что использование технологии «мокрого» измельчения на стадии подготовки носителя катализатора приводит к снижению количества выбросов в атмосферу и улучшению условий труда для обслуживающего персонала.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Экспериментально показано, что замена технологии «сухого» измельчения на «мокрое» сокращает потери массы твёрдых частиц с 20% до 15% от исходной фракции. При этом потери, связанные с образованием пыли в производственных помещениях и уносом в вентиляцию, уменьшились более чем в 10 раз.

Диспергирование гранул сибунита «мокрым» способом в установке с РПА позволяет достичь требуемого дисперсного состава без ухудшения целевых показателей процесса (активности полученного катализатора и выхода продуктов реакции).

Работа проводилась в рамках научного проекта № 121061600076-0 и была выполнена с использованием оборудования Бийского регионального центра коллективного пользования СО РАН (ИПХЭТ СО РАН, г. Бийск).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Боресков, Г.К. Гетерогенный катализ. – М.: Наука. – 1988. – 303с.
2. Сысолятин, С.В. Методы синтеза и свойства гексанитрогексаазаизовюрцитана / С.В. Сысолятин, А.А. Лобанова, Ю.Т. Черникова, Г.В. Сакович // Успехи химии. – 2005. – Т.74. – №8. – С.830–838.
3. Лапина, Ю.Т. Полиморфные превращения гексанитрогексаазаизовюрцитана / Ю.Т. Лапина, А.С. Савицкий, Е.В. Могина, Н.В. Бычин, А.А. Лобанова, Н.И. Головина // Журнал прикладной химии. – 2009. – Т.82. – №10. – С.1669–1676.
4. Иванов, О.С. Сравнительная оценка активности катализатора Pd на сибуните в реакции гидрирования / О.С. Иванов, М.С. Василишин, А.А. Лобанова, И.И. Золотухина, Н.В. Роговская, А.Ю. Дударева // Ползуновский вестник. – 2013. – №3. – С.54–56.
5. Семиколенов, В.А. Конструирование высокодисперсных палладиевых катализаторов на углеродных носителях / В.А.

Семиколенов // Журнал прикладной химии. – 1997. – Т.70. – №5. – С.785–796.

6. Суровикин, В.Ф. Закономерности формирования пористой структуры композитов на основе пиролитического и технического углерода / В.Ф. Суровикин, В.Б. Фенелонов, Г.В. Плаксин, В.А. Семиколенов, Л.Г. Оксель // Химия твёрдого топлива. – 1995. – №3. – С.62–68.

7. Плаксин, Г.В. Пористые углеродные материалы типа сибунита / Г.В. Плаксин // Химия в интересах устойчивого развития. – 2001. – Т.9. – №5. – С.609–620.

8. Кухленко, А.А. Расчёт фракционного состава и площади поверхности твёрдых частиц в процессе их диспергирования в роторно-пульсационном аппарате / А.А. Кухленко, М.С. Василишин, С.Е. Орлов, Д.Б. Иванова // Ползуновский вестник. – 2010. – №3. – С.180–183.

9. Иванов, О.С. Экспериментальное определение энергозатрат на измельчение дисперсного материала в роторно-пульсационном аппарате / О.С. Иванов, М.С. Василишин, А.А. Кухленко, И.Р. Ахмадеев // Химическая технология. – 2011. – Т.12. – №8. – С.508–511.

10. Иванов, О.С. Условия измельчения частиц различной формы в аппарате роторно-пульсационного типа / О.С. Иванов, М.С. Василишин // Химическая промышленность сегодня. – 2011. – №5. – С.50–53.

Иванов Олег Сергеевич – к.т.н., с.н.с. Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем химико-энергетических технологий Сибирского отделения Российской академии наук (ИПХЭТ СО РАН), тел.: (3854) 30–59–40, E-mail: ipcet@mail.ru.

Василишин Михаил Степанович – д.т.н., доцент, г.н.с. Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем химико-энергетических технологий Сибирского отделения Российской академии наук (ИПХЭТ СО РАН), тел.: (3854) 30–18–37, E-mail: ipcet@mail.ru.

Карпов Анатолий Геннадьевич – н.с. Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем химико-энергетических технологий Сибирского отделения Российской академии наук (ИПХЭТ СО РАН), тел.: (3854) 30–59–40, E-mail: ipcet@mail.ru.

Кухленко Алексей Анатольевич – к.т.н., доцент, с.н.с. Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем химико-энергетических технологий Сибирского отделения Российской академии наук (ИПХЭТ СО РАН), тел.: (3854) 30–59–40, E-mail: ipcet@mail.ru.

Иванова Дарья Борисовна – к.т.н., н.с. Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем химико-энергетических технологий Сибирского отделения Российской академии наук (ИПХЭТ СО РАН), тел.: (3854) 30–18–69, E-mail: ipcet@mail.ru.

Орлов Сергей Евгеньевич – к.т.н., н.с. Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем химико-энергетических технологий Сибирского отделения Российской академии наук (ИПХЭТ СО РАН), тел.: (3854) 30–18–69, E-mail: ipcet@mail.ru.

PERFECTION OF PREPARATION TECHNOLOGY OF THE CATALYST CARRIER

O.S. Ivanov, M.S. Vasilishin, A.G. Karpov, A.A. Kuhlenko, D.B. Ivanova, S.E. Orlov

Federal state budgetary establishment of a science Institute for Problems of Chemical & Energetic Technologies of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (IPCET SB RAS), Byisk

Sibunit is carrying agent for the catalyst used in various processes of the chemical industry, including in hydrogenation reaction. Now for its preparation and conducting of technological operations the so-called "dry" way possessing extensive deficiencies is used, basic of which the fluffing, and also a considerable share of muscle work on manufacture and, as consequence, the big duration of separate stages are.

It is offered to use a "wet" way with application of rotor-stator equipment for preparation of a catalyst carrier for the purpose of exclusion of the specified deficiencies.

As a result of the spent work it has been established, that activity of the catalysts samples gained with use of the hammer mill and with application rotor-stator system in hydrogenation reaction has made 0,606 gramme-molecules/mines and 0,642 gramme-molecules/mines, at an yield of a target product of 76,15% and 80,00%, accordingly. Also it is defined, that the share of losses caused by a dust generation, it has been lowered more than in 10 times in comparison with acting technology.

Keywords: sibunit, catalyst carrier, rotor-stator system.

REFERENCES

1. Boreskov, G.K. Heterogeneous catalysis. – Moscow: Science. – 1988. – 303p.
2. Sysolyatin, S.V. Methods of synthesis and property of hexanitrohexaazaisovurcitan / S.V. Sysolyatin, A.A. Lobanova, Yu.T. Chernikova, G.V. Sakovich // Successes of chemistry. – 2005. – Vol.74. – № 8. – pp.830–838.
3. Lapina, Yu.T. Polymorphic transformation of hexanitrohexaazaisovurcitan / Yu.T. Lapina, A.S. Savitsky, E.V. Motina, N.V. Bychin, A.A. Lobanova, N.I. Golovina // Journal of applied chemistry. – 2009. – Vol.82. – №10. – pp.1669–1676.
4. Ivanov, O.S. Comparison estimation of catalyst activity of Pd on sibunit in reaction of hydrogenation / O.S. Ivanov, M.S. Vasilishin, A.A. Lobanova, I.I. Zolotuhina, N.V. Rogotovskaya, A.Yu. Dudareva // Polzunov's bulletin. – 2013. – №3. – pp.54–56.
5. Semikolenov, V.A. Construction of highly dispersed Pd catalysts on carbon carrying agents / V.A. Semikolenov // Journal of applied chemistry. – 1997. – Vol.70. – №5. – pp.785–796.
6. Surovikin, V.F. Regularities of porous structure formation of composites on the basis of pyrolytic and technical carbon / V.F. Surovikin, V.B. Fenelonov, G.V. Plaksin, V.A. Semikolenov, L.G. Okkel // Chemistry of solid fuel. – 1995. – №3. – pp.62–68.
7. Plaksin, G.V. Porous carbon materials of sibunit type / G.V. Plaksin // Chemistry in the interests of resistant development. – 2001. – Vol.9. – №5. – pp.609–620.
8. Kuhlenko, A.A. Calculation of fractional composition and the surface square of a solid corpuscles in the course of their dispersion in rotor-stator system / A.A. Kuhlenko, M.S. Vasilishin, S.E. Orlov, D.B. Ivanova // Polzunov's bulletin. – 2010. – №3. – pp.180–183.
9. Ivanov, O.S. Experimental definition of power inputs on crushing of a disperse material in rotor-stator system / O.S. Ivanov, M.S. Vasilishin, A.A. Kuhlenko, I.R. Ahmadeev // Chemical tehnology. – 2011. – Vol.12. – №8. – pp.508–511.
10. Ivanov, O.S. Conditions of corpuscles crushing of the various forms in the rotor-stator system / O.S. Ivanov, M.S. Vasilishin // Chemical industry today. – 2011. – №5. – pp.50–53.

Ivanov Oleg Sergeevich – Candidate of technical science, Senior research scientist, Institute for Problems of Chemical & Energetic Technologies of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (IPCET SB RAS), (3854) 30–59–40, E-mail: ipcet@mail.ru.

Vasilishin Mikhail Stepanovich – Doctor of technical science, Senior lecturer, Main research scientist, Institute for Problems of Chemical & Energetic Technologies of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (IPCET SB RAS), (3854) 30–18–37, E-mail: ipcet@mail.ru.

Karpov Anatoliy Gennad'evich – Research scientist, Institute for Problems of Chemical & Energetic Technologies of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (IPCET SB RAS), (3854) 30–59–40, E-mail: ipcet@mail.ru.

Kuhlenko Alexei Anatol'evich – Candidate of technical science, Senior lecturer, Senior research scientist, Institute for Problems of Chemical & Energetic Technologies of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (IPCET SB RAS), (3854) 30–59–40, E-mail: ipcet@mail.ru.

Ivanova Dar'ya Borisovna – Candidate of technical science, Research scientist, Institute for Problems of Chemical & Energetic Technologies of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (IPCET SB RAS), (3854) 30–18–69, E-mail: ipcet@mail.ru.

Orlov Sergey Evgen'evich – Candidate of technical science, Research scientist, Institute for Problems of Chemical & Energetic Technologies of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (IPCET SB RAS), (3854) 30–18–69, E-mail: ipcet@mail.ru.