

УДК 66.047.41:530.145

КЛАССИФИКАЦИЯ И ВЫБОР СУШИЛОК ДЛЯ ПОЛУПРОДУКТОВ ОРГАНИЧЕСКИХ КРАСИТЕЛЕЙ С УЧЕТОМ ИХ ТЕРМОУСТОЙЧИВОСТИ

Брянкин К.В., Леонтьева А.И.*ГОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет», Тамбов,
e-mail: bryakov@rambler.ru*

В связи с практической значимостью предложена методика и осуществлена классификация полупродуктов органических красителей по их термической устойчивости. В качестве основного критерия классификации принята величина потерь целевого вещества, выраженная в процентах относительно его начальной концентрации, или, что то же самое, значение разницы между максимально возможным и фактическим выходом на стадии термической переработки. Для осуществления оценки термической устойчивости предложено применить 6 уровней термостабильности в соответствии с принадлежностью величины потери целевого вещества при тепловом воздействии к определенному диапазону. Разработаны практические рекомендации по выбору способа сушки и его аппаратурного оформления для конкретного продукта с учетом его термочувствительности.

Ключевые слова: полупродукты органических красителей, термическая устойчивость, термостабильность, классификация

CLASSIFICATION AND CHOICE OF DRYERS FOR ORGANIC DYES SEMI-PRODUCTS TAKING INTO ACCOUNT THEIR THERMOSTABILITY

Bryankin K.V., Leontyeva A.I.*Tambov State Technical University, Tambov, e-mail: bryakov@rambler.ru*

In connection with the practical significance of the technique and carried out the classification of organic dyes semi-products on their thermal stability. As the main criterion of classification adopted by the magnitude of the loss of the target substance, expressed as a percentage relative to its initial concentration, or, equivalently, the value of the difference between the maximal and the actual output at the stage of thermal processing. To assess the implementation of the thermal stability suggested use 6 levels of thermal stability in accordance with membership of the loss of the target substances during thermal exposure to a certain range. Develop practical recommendations on the selection method of drying and its hardware design for a particular product because of its thermal sensitivity.

Keywords: organic dyes semi-products, thermal stability, thermal stability, classification

Полупродукты органических красителей (ПОК), выпускаемые в пастообразном виде с высокой степенью чистоты, являются в настоящее время практически невостребованными из-за низкой концентрации целевого компонента. Повысить концентрацию можно путем обезвоживания пасты сушкой при режимных параметрах процесса, обеспечивающих стабильность химической структуры продукта при минимуме энергозатрат.

Наиболее важными показателями качества химических продуктов тонкого органического синтеза являются концентрация целевого вещества и химическая чистота.

Из опыта промышленного производства известно, что большинство термолабильных органических продуктов, будучи подверженных малоинтенсивному тепловому режиму сушки, даже при достаточно низкой температуре материала, могут подвергаться деструкции, иногда с практически полной потерей целевого вещества, а при высокоинтенсивном режиме сушки, при повышенных температурах – наоборот, сохраняют концентрацию целевого вещества, практически соответствующую его начальному содержанию. Таким образом, правильный подбор аппаратурного оформления процес-

са сушки и его технологических режимов невозможен без наличия количественных и качественных оценок термочувствительности продуктов.

Из многообразия ПОК выделены и рассмотрены наиболее распространенные полупродукты органических красителей: из группы производных пиразолона – 1-фенил-3-метилпиразолон-5 (ФМП), 1-(4'-сульфофенил)-3-метилпиразолон-5 (ПСФМП), 1-(4'-толил)-3-метилпиразолон-5 (ПТМП); из группы производных нафталина – дикалиевая соль 6,8-дисульфо-β-нафтола (Г-соль), динатриевая соль 3,6-дисульфо-β-нафтола (Р-соль), 2-амино-6-нафтол-7-сульфо кислота (И-кислота), 1-диазо-2-нафтол-6-нитро-4-сульфо кислота (нитродиазоксид), 2-амино-8-нафтол-6-сульфо кислота (Гамма-кислота), 2-нафтиламин-1-сульфо кислота (амино-Тобиас-кислота); из группы производных бензола – парафенилендиамин, сульфанилат натрия, 4-толуидин-3-сульфонат натрия; из группы производных ацетоуксусной кислоты – ортохлоранилид ацетоуксусной кислоты (ОХА АУК), анилид ацетоуксусной кислоты (анилид АУК), ортоанизидид ацетоуксусной кислоты (ор-

тоанизидид АУК), метоксилидид ацетоксусной кислоты; из группы производных стильбена – 4,4'-диаминостильбен-2,2'-дисульфокислота (ДАС или ДС-кислота), 4,4'-динитростильбен-2,2'-дисульфокислота (ДНС-кислота); из группы производных антрахинона – дисперсный розовый 2С.

В качестве базовых предпосылок для разработки классификация ПОК по их термической устойчивости использовались:

– выводы по термической устойчивости ПОК, сделанные на основе анализа химической структуры рассматриваемых веществ [5, 6, 8];

– результаты анализа кривых, полученных при дериватографических исследованиях термической устойчивости ПОК [5, 10, 11];

– сведения по особенностям протекания процессов тепло- и массообмена, выявлен-

ные при изучении кинетических характеристик процесса сушки ПОК [1-4, 7, 9];

– данные о кинетических характеристиках термической деструкции целевого вещества ПОК, сопровождающей процесс их сушки [10, 11].

В качестве основного критерия классификации ПОК по их термической устойчивости принята величина потеря целевого вещества, выраженная в процентах относительно его начальной концентрации. Для проведения оценки термической устойчивости ПОК предлагается принять 6 уровней термостабильности (в соответствии с принадлежностью величины потери целевого вещества при тепловом воздействии к определенному диапазону).

Качественные уровни термической стабильности ПОК и соотносящиеся с ними диапазоны изменения величины потерь целевого вещества приведены в табл. 1.

Таблица 1

Уровни термической стабильности

Уровень термической устойчивости	Устойчивый	Очень высокий	Высокий	Средний	Низкий	Очень низкий
Условное обозначение	У	ОВ	В	С	Н	ОН
Величина потерь, %	0–0,5	0,5–2	2–5	5–10	10–25	> 25

Широкий охват величин потерь целевого вещества в процессах его термообработки (0,25% и более) позволяет считать такую классификацию приемлемой для исследовательских и практических целей.

На основе предложенной схемы оценки термоустойчивости выбранных для исследования ПОК была составлена их классификация по термической устойчивости (табл. 2).

Таблица 2

Классификация ПОК по термоустойчивости

Наименование ПОК	Диапазон температур, °С	Условия сушки	Класс термоустойчивости	Наименование ПОК	Диапазон температур, °С	Условия сушки	Класс термоустойчивости
ПТМП	150-250	САГР СНИ	У	И-кислота	до 130	СНИ	С
				Нитродиазозоксид	до 60–70 > 130	САГР СНИ	С Н
ПСФМП	150-200	СНИ	С	Амино-тобиас кислота	> 100	САГР	С
ФМП	150-200	САГР СНИ	У				
Анилид АУК	до 120	САГР СНИ	У	ДНС	до 90 > 100	СНИ САГР	В С–ОН ¹
Метоксилидид АУК	до 120	САГР СНИ	У	ДАС	до 150 > 370	САГР СНИ	ОВ ОН
Ортоанизидид АУК	до 140 > 200	САГР СНИ	У	Белофоры (КД-2, КД-93)	до 150 > 350	САГР СНИ	ОВ
			ОН				ОН
Ортохлоранилид АУК	до 140 > 210	САГР СНИ	У ОН	ПФД	до 120	САГР	ОН ² С ³
Г-соль	до 150	САГР СНИ	В С	4-толуидин-3-сульфонат натрия	до 120	САГР СНИ	ОВ
Р-соль	до 100	СНИ	Н				
Гамма-кислота	до 130	СНИ	С	4-сульфанилат натрия	до 120	САГР, СНИ	ОВ–В

Примечания:

САГР – сушилки с активным гидродинамическим режимом и высокоинтенсивным влагосъемом; СНИ – сушилки с низкой интенсивностью влагосъема;

1 – без использования инертных газов возможен взрыв; 2 – в отсутствии антиоксидантов; 3 – в присутствии бисульфита натрия.

НИИХиммашем разработана методика выбора сушильного оборудования из числа серийно выпускаемого заводами химического машиностроения для продуктов и полупродуктов химической, химико-фармацевтической, микробиологической и других отраслей промышленности, позволяющая сократить объем научно-исследовательских и проектных работ по аппаратурному оформлению процесса сушки [12,13].

В соответствии с данной методикой тип сушильного аппарата можно выбрать по специальной таблице, составленной на основе анализа статистических данных по использованию типовых аппаратов в химической и смежных отраслях промышленности. В таблице приведены показатели применения сушильных аппаратов в зависимости от основных технологических, гидродинамических, сорбционно-структурных характеристик и кинетики сушки материала с учетом масшта-

ба производства. Пользуясь этой таблицей, можно, имея данные о свойствах материала, предложить варианты аппаратов для сушки. В таблицу включены все типы сушилок, широко применяемых в промышленности и выпускаемых заводами химического машиностроения, а также новые аппараты, осваиваемые машиностроительными заводами.

При использовании набора типовых конструкций сушильного оборудования или их лабораторных моделей и данных по термической устойчивости ПОК (см. табл. 2) получены результаты по определению класса термической устойчивости ПОК по группам в условиях сушки на различных типах сушильного оборудования. Анализ полученных данных позволил сформировать практические рекомендации по выбору способа сушки и его аппаратурного оформления для конкретного продукта с учетом его термочувствительности (табл. 3).

Таблица 3

Сушильное оборудование, рекомендуемое для сушки ПОК

Тип сушильного оборудования	Температура сушки, °С	Содержание кислорода в сушильном агенте, %	Тип сушильного оборудования	Температура сушки, °С	Содержание кислорода в сушильном агенте
<i>ПОК производных пиразолона</i>			<i>ПОК производных стильбена</i>		
Полочные	80–90	15–17	Полочные	70–110	15–17
Полочные вакуумные	80–90		Полочные вакуумные	80–120	—
Ленточные однорусные секционные	80–90	7–8	Распылительные с центробежным распылом ⁴	100–320	15–17
Вибрационные ¹	90–100	в токе азота	Вальцевые	60–120	7–8
С кипящим слоем инертных тел	80–100	15–17	Распылительные с форсуночным распылом ⁴	100–320	15–17
Вихревого слоя ²	90–100	15–17	Вибрационные	90–110	—
Вихревого слоя с измельчением	100–110	15–17	Барабанные вакуумные	80–130	—
Трубные пневматические ²	100–110	15–17	С кипящим слоем инертных тел	120–250	10–12
Струйные	90–110	15–17	Вихревого слоя с измельчением	90–180	15–17
<i>ПОК производных амина</i>			<i>ПОК производных арилида</i>		
Вибрационные ³	80–100	—	Вибрационные ¹	80–90	в токе азота
Псевдооживленного слоя ³	80–100	—	Вихревого слоя ²	70–75	≤ 15
С кипящим слоем инертных тел	100–140	—	<i>ПОК производных нафталина</i>		
Псевдооживленного слоя периодического действия ³	80–90	—	С кипящим слоем инертных тел	130–200	—
Фонтанирующего слоя ³	80–100	—	Трубные пневматические ²	100–110	15–17
Вихревого слоя	90–110	12–15			
Вихревого слоя с измельчением ³	90	12–15			
Трубные пневматические ²	90	12–15			

Примечания:

- 1 – заторможенный виброаэрокипящий слой;
- 2 – требуются предварительная подсушка и ворошение;
- 3 – для неустойчивых соединений сушка в присутствии антиокислителей;
- 4 – для нитропроизводных – сушка в токе азота.

В соответствии с разработанной классификацией появляется возможность индивидуально для каждого ПОК подобрать метод сушки, тип сушильного оборудования и основные технологические характеристики процесса, обеспечивающие высокий и стабильный уровень термостойкости целевого вещества в процессах термической обработки.

Список литературы

1. Брянкин К.В. Анализ и совершенствование технологии пара-фенилдиамин / К.В. Брянкин, А.И. Леонтьева, С.Ю. Чупрунов и др. // Химическая промышленность. – 1999. – №7. – С. 3–6.
2. Брянкин К.В. Исследование процесса сушки полупродуктов органических красителей в режиме пневмотранспорта / К.В. Брянкин, А.А. Дегтярев // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2010. – № 4–6(29). – С. 324–327.
3. Брянкин К.В. О возможностях повышения эффективности процесса сушки пастообразных полупродуктов органических красителей / К.В. Брянкин, А.И. Леонтьева, В.И. Коновалов и др. // Журнал прикладной химии. – 2000. – Т. 73, Вып. 3. – С. 456–458.
4. Брянкин К.В. Оценка эффективности процесса сушки полупродуктов органических красителей нафталинового ряда в режиме пневмотранспорта / К.В. Брянкин, А.А. Дегтярев // Молодой ученый. – 2010. – № 5 (16), Т. 1. – С. 41–45.
5. Брянкин К. В. Подходы к формированию классификации полупродуктов органических красителей по термостойкости / К.В. Брянкин, А.И. Леонтьева, А.А. Дегтярев // Химия и химическая технология. – 2010. – Т. 53, № 11. – С. 90–94.
6. Брянкин К.В. Разработка классификации полупродуктов органических красителей по термической устойчивости // Альманах современной науки и образования. – 2010. – № 5 (36). – С. 41–44.
7. Коновалов В.И. Обезвоживание полупродуктов органических красителей в виброкипящем слое / В.И. Коновалов, А.И. Леонтьева, К.В. Брянкин и др. // Химия и химическая технология. – 1999. – Т. 42, Вып. 1. – С. 78–82.
8. Леонтьева А.И. Влияние химической природы вещества на термическую устойчивость полупродуктов органических красителей / А.И. Леонтьева, К.В. Брянкин // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2009. – № 11(25). – С. 153–156.
9. Леонтьева А.И. Исследование процесса сушки полупродуктов органических красителей под вакуумом / А.И. Леонтьева, К.В. Брянкин, А.А. Дегтярев // Вестник ТГТУ. – 2010. – Т. 16, № 2. – С. 326–331.
10. Леонтьева А.И. Оценка термической устойчивости полупродуктов органических красителей / А.И. Леонтьева, К.В. Брянкин, А.А. Дегтярев // Химическая технология. – 2010. – № 7. – С. 412–419.
11. Леонтьева А.И. Факторы, влияющие на стабильность концентрации целевого компонента в продукте при термическом воздействии / А.И. Леонтьева, К.В. Брянкин, А.А. Дегтярев // В мире научных открытий. – 2009. – № 6. – С. 16–21.
12. Муштаев В. И. Сушка дисперсных материалов / В.И. Муштаев, В.М. Ульянов. – М.: Химия, 1988. – 352 с.
13. Сажин Б.С. Научные основы техники сушки / Б.С. Сажин, В.Б. Сажин. – М.: Наука, 1997. – 448 с.

Рецензенты:

Мордасов Д.М., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Материалы и технология» ГОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов;

Чернышова Т.И., д.т.н., профессор, декан энергетического факультета ГОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов.

Работа поступила в редакцию 22.02.2011.