

ратура плавления косметического парафина;
 $t_{плз}$ – температура полимерного сырья.

Образцы, полученные на основе разработанной технологии и рецептуры, имеют оптимальные свойства, схожие со свойствами существующих аналогов. В таблице 1 представлены температуры размягчения и плавления существующих косметических восков и разработанных образцов:

Список литературы

1. Pearce K., Pearce J., Pearce S. *The Handbook of Cosmetic Science and Technology*. – Oxford: Elsevier Science Publishers, 1993. – P. 15.
2. Umbach W. *Cosmetics and Toiletries Development, Production, and Use*. – New York: Ellis Horwood, 1991.
3. Ma F., Hanna M.A. // *Bioresour. Technol.* – 1999. – V. 70. – P. 1.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СИНТЕЗА ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА АНТИОКСИДАНТОВ

В. А. Шведов

Научный руководитель - к.х.н., доцент Л. С. Сорока

Национальный исследовательский Томский Политехнический Университет
 г. Томск, пр. Ленина, 30
 vas109@tpu.ru

N-(1,3-диметилбутил)-N'-фенил-р-фенилендиамин (**6PPD**) представляет собой антиоксидант, широко используемый в производстве шин и резинотехнических изделий. Он обладает превосходными антиоксидантными и противоозонными свойствами, что делает его незаменимым компонентом в резиновой промышленности. Масштабы использования **6PPD** огромны. Глобальный рынок **6PPD** оценивается в несколько миллиардов долларов США. Основными потребителями **6PPD** являются производители шин и резинотехнических изделий, такие как Michelin, Bridgestone и Goodyear. Основным методом получения **6PPD** является реакция восстановительного аминирования метилизобутилкетона с N-фенил-р-фенилендиамином. Реакция проводится в присутствии различных катализаторов в достаточно мягких условиях.

В настоящее время существующий рынок антиоксидантов ограничен как ассортиментом, так и качеством реализуемых продуктов. При этом потребители антиоксидантов постоянно сталкиваются с нестабильностью цен, изменением марочного ассортимента и порой, нехваткой необходимых добавок. Поэтому разработка современных технологий получения антиокси-

Все разработанные образцы имеют хорошие адгезионные свойства и быстро застывают при комнатной температуре. Они легко наносятся на кожный покров и не вызывают аллергических реакций. Они являются хорошей основой для разработки отечественной рецептуры приготовления косметического воска для депиляции.

дантов различного ассортимента позволит минимизировать риски, с которыми приходится сталкиваться, в том числе и с рисками отсутствия и доступности необходимых добавок.

На сегодняшний день существуют различные технологии по получению антиоксиданта **6PPD**. Основной проблемой внедрения данных технологий является отсутствие на рынке промежуточных продуктов, в частности N-фенил-р-фенилендиамина. Существовавшие ранее технологии его получения в России устарели и были законсервированы. Ориентируясь на сегодняшние вызовы, связанные с принципами «зеленой химии» и устойчивого развития, необходимостью импортозамещения в связи с нестабильной ситуацией в мире, задача по разработке современной технологии получения N-фенил-р-фенилендиамина является актуальной задачей.

Целью данной работы является изучение способов получения **6PPD** включая стадию получения N-фенил-р-фенилендиамина. При этом, необходимо подобрать и/или разработать катализаторы, позволяющие проводить процесс в мягких условиях с достаточными скоростями и выходами продуктов на всех стадиях получения.

Анализ литературных данных о методах синтеза N-фенил-п-фенилендиаминa указывает на то, что наиболее подходящими для промышленного использования являются методы с применением гетерогенных катализаторов в процессе конденсации анилина и нитробензола. Например, использование цеолита ZSM-5 с гидроксидом тетраметиламмония, или высокоактивных анионитов значительно упрощает процесс производства, делает его более управляемым, снижает затраты и соответствует строгим экологическим стандартам.

Высокоактивные аниониты, такие как Dowex Marathon MSA, с их четвертичной аммониевой группой, не сильно уступают по своей эффективности в реакции анилина с нитробензолом хорошо известной каталитической паре хлорид тетраметиламмония и гидроксид натрия. Тем не менее, при выборе конкретных параметров процесса и оборудования необходимо учесть, что скорость реакции конденсации

анилина с использованием гетерогенного катализатора определяется как кинетическими, так и диффузионными процессами.

Взаимодействие анилина с нитробензолом при участии сильных оснований и конденсационных катализаторов имеет большую коммерческую значимость, поскольку позволяет избежать применения ароматических галогенидов, создающих проблемы с точки зрения охраны окружающей среды при производстве замещенных ароматических аминов. Применение указанного метода в промышленном производстве N-фенил-п-фенилендиаминa позволит преодолеть ряд недостатков, характерных для существующих промышленных методов: сократить число стадий процесса, использовать более доступное и недорогое сырье, увеличить выход конечного продукта, устранить стадии образования канцерогенов, значительно сократить образование производственных отходов и, прежде всего, сточных вод.

Список литературы

1. Al-Nowaiser F.M. // *International Journal of Polymeric Materials and Polymeric Biomaterials*. – October 2005. – V. 54. – Issue 10. – P. 963–973.
2. Lu Y., Yang J., Yin D., Tan M., Wang J. // *Journal of Applied Polymer Science*. – April 2008. – V. 108. – Issue 1. – P. 576–582.
3. Wang Y., Liu K., Chen J., Zheng D., Guo S. // *Journal of Petrochemical Universities* // October 2015. – V. 28. – Issue 5. – P. 8–12.