

Таким образом, предлагаемое решение позволит повысить степень использования сырья – диоксида серы и сэкономить материальные и финансовые ресурсы предприятия.

## **ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЫРЬЯ УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА В СТЕКОЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

*Альбаева И.И., Ковязина И.С., Лагунова Е.Ю., Саева Н.С., Власова С.Г.  
УрФУ, vlassvet@k66.ru*

В последнее время остро стоит проблема ресурсо- и энергосбережения. Любая отрасль промышленности заинтересована в том, чтобы получать высококачественный продукт при минимальных затратах.

Использование в стекольном производстве материалов Уральского региона позволит значительно сократить затраты на транспортировку материалов, и, следовательно, снизить себестоимость сырья, если сохранится при этом качество конечного продукта. Такая задача была поставлена перед студентами кафедры «Технология стекла», и представлены необходимые для стекловарения местные сырьевые материалы. Химический состав сырьевых материалов месторождений Уральского региона приведен в таблице (мас. %).

Сырье	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>
Необогащенный кварцевый песок, Каменское м/р	96,16	1,42	0,29	0,07	0,71	0,15	0,25	0,24
Обогащенный песок	98,52	0,61	0,17	0,04	0,19	0,05	0,14	0,05
Доломит, Первоуральск	1,50	1,00	33,60	18,20	0,20			
Известняк, Сосновское м/р	0,70	1,03	54,20	0,80	0,12	0,07	0,07	0,05
ПШК, Вишневогорский ГОК	59,50	21,80			0,19	15,10		

В производстве бесцветных стеклоизделий в первую очередь, конечно, уделяют внимание чистоте применяемого сырья, и лишь потом – обесцвечиванию стекломассы.

Нами было изготовлено пять образцов с разным составом шихты: 1) с необогащенным кварцевым песком, 2) с обогащенным (содержание оксида железа снизилось в 2,3 раза), 3) с добавкой натриевой селитры, 4) с добавкой комплексного окислителя: калиевой селитры и оксида сурьмы, 5) с калиевой селитрой и оксидом церия в качестве обесцвечивателя.

Варка производилась в силитовой печи в корундовых тиглях при температурах 1400-1500 °С в течение 6 часов, отлив – в металлические подогретые формы, затем отжиг в муфельной печи при 560-580 °С. Полученные стекла обладали неплохими варочными свойствами, не имели включений, не отличались повышенной тугоплавкостью.

Все образцы светопрозрачны, но образец № 1 обладает светопропусканием всего 83 %, имеет самый заметный сине-зеленый оттенок, что связано с на-

личием оксидов железа в песке в большом количестве, недопустимом для стекловарения, если необходимо получить бесцветное стекло, а также других примесей. Опыты с использованием небогатого кварцевого песка проведены для того, чтобы наглядно показать изменение цвета образцов с введением обесцвечивателей в шихту. В образцах № 2 и № 3 светопропускание составляет 87 и 91 % соответственно. Образец № 4 с добавлением осветлителей селитры и оксиды сурьмы и образец № 5 с добавкой селитры и оксида церия обладают самым высоким светопропусканием 93 и 94 %, что удовлетворяет ГОСТ 111-90 (светопропускание стекол марок М3-М6 должно быть не меньше 85 %, а улучшенных, термополированных в частности, – более 90 %).

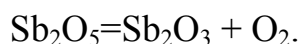
Очевидно, что для достижения максимального светопропускания и наилучшего осветления стекломассы необходимо было ввести комплексный обесцвечиватель. Что происходит при этом?

Оксиды железа в стекле находятся в состоянии подвижного равновесия



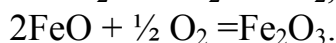
В присутствии окислителей или свободного кислорода реакция будет сдвигаться в сторону образования  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , т.е. в оксидную форму железа (III), менее интенсивно окрашивающую стекло. В нашем случае необходимо было добиться этого за счет окисления в процессе варки стекла.

При применении селитры (калиевая дала больший эффект, чем натриевая) часть кислорода выделяется из нее еще до стадии стеклообразования, поэтому для дополнительного ввода кислорода и рационального использования кислорода селитры ввели оксид сурьмы (в оптическом стекловарении используют оксид мышьяка, но это дороже и опаснее). Особенность его действия заключается в следующем: при сравнительно низких температурах  $\text{Sb}_2\text{O}_3$  окисляется до  $\text{Sb}_2\text{O}_5$ , а затем при высоких температурах диссоциирует с выделением свободного кислорода



Газообразный кислород участвует в осветлении стекломассы, а активные ионы кислорода способствуют образованию комплексов  $\text{Fe}^{3+}$ .

Оксид церия (IV) является сильным окислителем, механизм действия аналогичен.



Опыты показали, что эффективней вводить оксид церия в определенном количестве (превосходить содержание оксидов железа в 3-4 раза) при обязательном вводе селитры. Оксид церия, введенный в шихту, одновременно с обесцвечиванием способствует осветлению стекломассы, т.е. удалению из нее пузырей.

Мы предлагаем использовать указанное местное сырье в качестве шихты для изготовления листового стекла, тарного и других изделий, не требующих особо высокой степени чистоты исходных материалов.

При условии дальнейшего обогащения кварцевого песка можно рекомендовать получение из него термополированного стекла.

Итак, использование местных сырьевых материалов поможет ускорить производственный процесс и снизить затраты, а значит и себестоимость продукции.

## LA CHIMIE VERTE

*Аникин А.К., УрФУ, rsbf@mail.ru  
Remy T.Gard, Université de Rennes I, Rennes, France*

La notion de chimie verte (traduction littérale de *green chemistry*) est apparue en 1991 aux Etats-Unis, et s'inscrivait pleinement dans le cadre de la loi de prévention de la pollution (Pollution Prevent Act) adoptée en 1990. Cette loi a permis d'instaurer une politique de prévention et de réduction de la pollution à la source, en organisant, par exemple, la conception de produits ou de procédés chimiques réduisant ou éliminant l'utilisation de substances dangereuses pour la santé et/ou l'environnement. Ces premières initiatives de recherches répondaient à quatre concepts fondamentaux, qui seront plus tard repris et détaillés par Anastas et Warner à travers les 12 principes, aujourd'hui mondialement reconnus comme les bases de la chimie verte.

### **Les quatre concepts de base de la chimie verte:**

#### **1. Mieux utiliser la matière première.**

Utiliser au maximum les matières premières, qui transformées, doivent se retrouver le plus largement possible dans le produit final, limitant ainsi la production de sous-produits. Ceci sousentend d'appauvrir au maximum la matière première utilisée et les déchets résiduels produits (devenant ainsi plus inoffensif pour l'environnement).

#### **2. Utiliser des solvants propres, non toxiques et compatibles avec l'environnement.**

Abandonner, par exemple, certains solvants organiques tels que le benzène au profit d'utilisation croissante de fluides supercritiques.

#### **3. Utiliser au mieux l'énergie, en termes de rendement, d'économies, de sources et de rejets.**

Exemple d'application: recherche et développement d'agrocarburants de première et de seconde génération, maîtrise des rejets gazeux des véhicules (utilisation des catalyseurs dans les pots d'échappement, filtres à particule...).

#### **4. Produire des quantités minimales de déchets dans des formes adaptées (solide, liquide ou gazeuse) qui limitent leur dissémination potentielle et facilitent le recyclage.**

Thématique de l'éco-conception par exemple.

Et bien, conception, le développement et l'utilisation de produits chimiques et de procédés visant à réduire ou éliminer l'usage ou la formation de substances dangereuses ou toxiques pour la santé et l'environnement». Stéphane SARRADE complète cette définition: «...la chimie verte, c'est concevoir des produits et des procédés industriels à partir du génie des procédés avec un impact minimum sur trois domaines majeurs: la santé des opérateurs, la qualité de l'environnement et la santé des consommateurs».