

2. Межевич, Ж.В. Адсорбционные явления на цинковом электроде в растворах, содержащих глицин / Ж.В. Межевич, Н.Б. Березин // Вестник технологического университета. 2016. Т.19. № 9. С. 51-53.
3. Сапронова, Л.В. Кинетика электроосаждения никеля из комплексных электролитов, содержащих аминокислоты / Л.В. Сапронова, Н.В. Соцкая, О.В. Долгих // Конденсированные среды и межфазные границы. 2013. Т.15. № 4. С. 446-452.

УДК 661.833

Л.Ф. Шломина, н. сотр., Т.П. Соколова, мл.н. сотр.,  
Н.И. Позняк, мл.н. сотр., Л.В. Дихтиевская, ст. н. сотр.,  
В.В. Шевчук, д-р. хим. наук, член-корр.  
(Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси, г. Минск)

## **ПЫЛЕПОДАВЛЕНИЕ БЕСХЛОРНЫХ КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ – СУЛЬФАТА КАЛИЯ И КАЛИМАГНЕЗИИ**

Сульфат калия и калимагнезия являются ценными бесхлорными удобрениями, важным преимуществом которых является наличие в них сульфат-иона, благоприятно воздействующего на рост растений. Получают их двумя способами: конверсионным, где сырьем является хлорид калия, который вступает в реакцию с серной кислотой, сульфатом натрия или аммония, либо путем переработки природного полиминерального сырья. В последнем случае в качестве примесей могут содержаться сульфаты магния (не более 2 %), хлориды магния (не более 2 %), и хлориды натрия (не более 1 %), наличие которых отражается на свойствах бесхлорных калийных удобрений.

Для исследований были приготовлены следующие образцы:

- 1)  $K_2SO_4$  обработанный водой;
- 2)  $K_2SO_4 + 0,50\% MgCl_2 + 0,25\% NaCl$ ;
- 3)  $K_2SO_4 + 1,0\% MgCl_2$  и  $0,5\% NaCl$ ;
- 4)  $K_2SO_4 + 1,5\% MgCl_2 + 0,75\% NaCl$ ;
- 5)  $K_2SO_4 + 2,0\% MgCl_2 + 1,0\% NaCl$ ;
- 6)  $K_2SO_4 + 0,50\% MgSO_4$ ;
- 7)  $K_2SO_4 + 1,0\% MgSO_4$ ;
- 8)  $K_2SO_4 + 2,0\% MgSO_4$ ;
- 9)  $K_2SO_4 + 1,0\% MgSO_4 + 1,0\% MgCl_2 + 0,5\% NaCl$ ;
- 10)  $K_2SO_4 + 2,0\% MgSO_4 + 2,0\% MgCl_2 + 1,0\% NaCl$ ;
- 11) Калимагнезия-1 (состав: шенит ( $K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 6H_2O$ ) - 69,5 %, лангбейнит ( $K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$ ) - 22,6 %, эпсомит ( $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ) - 4,8 %,

гексагидрат сульфата магния – 3,1 %) получена из чистых реактивных солей.

В качестве опытных образцов, полученных из полиминеральной руды, исследованы образцы сульфата калия и калимагнезии следующего состава:

12) сульфат калия ( $K_2SO_4$  - 85,7 %, шенит ( $K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 6H_2O$ ) – 13,1%,  $MgCl_2$  – 0,4 %);

13) калимагнезия-2 (шенит – 97,3%, гексагидрат сульфата магния – 2,0%,  $MgCl_2$  – 0,8 %,  $NaCl$  – 0,05%);

14) калимагнезия 3 (шенит – 87,0 %, гексагидрат сульфата магния – 4,8 %, эпсомит – 8,2 %);

15) калимагнезия 4 (шенит – 48,5%, леонит ( $K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 4H_2O$ ) – 48,2%, гексагидрат сульфата магния – 2,8%, каинит ( $KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O$ ) – 0,5%);

16) калимагнезия 5 (леонит - 84,6 %, гексагидрат сульфата магния – 7,2 %, сильвин ( $KCl$ )– 8,2 %).

Оценка качества бесхлорных калийных удобрений проводилась путем комплексного исследования их основных физико-химических свойств: гигроскопичность, слеживаемость, пылимость, сыпучесть, уплотняемость, которые, в свою очередь, зависят от их фракционного состава и, в частности, от содержания в них пылевидных частиц (фракция -0,1 мм). В модельных образцах содержание пылевидной фракции варьировалось от 12,7% до 24,7%, а в опытных образцах - от 4,7% до 25,4%.

Исследования гигроскопических свойств бесхлорных калийных удобрений на основе сульфата калия показали, что они являются негигроскопичными (сульфат калия) или слабогигроскопичными (калимагнезии) удобрениями и для них не требуется специальной защиты от атмосферной влаги, их можно хранить в любых сухих помещениях в незатаренном виде.

На основе исследований слеживаемости испытуемых образцов сделан вывод, что сульфат калия и калимагнезии различного состава относятся к практически несслеживающимся удобрениям. В связи с этим не требуется специальных мероприятий для обеспечения их сохранности при хранении, транспортировании и применении. Несслеживающиеся удобрения обладают хорошей текучестью.

Согласно техническим условиям на мелкодисперсный сульфат калия и калимагнезию их пылимость не должна превышать 0,2 кг/т удобрения. Столь низкое содержание пылевых частиц в готовом продукте может быть достигнуто обеспыливанием удобрения в пневмосепараторах и дополнительной обработкой пылеподавателями

различного химического состава. Следует отметить, что обработка пылеподавателем не должна отрицательно влиять на другие физико-химические свойства готовой продукции, такие как сыпучесть, гигроскопичность и слеживаемость.

В качестве пылеподавателей сульфата калия и калимагнезии нами были исследованы следующие индивидуальные технические продукты и композиции на их основе: ПЭГ-400, Оксаль, индустриальные масла И-20А, И-30А, И-40А, И-50А, ГАЧ, нейтральное масло, техническое рапсовое масло, талловое масло, пластификатор нефтяной ПН-6, экстракт нефтяной, амин марки «Флотигам S».

Все исследованные масла (индустриальные, нейтральное, рапсовое, талловое) не обеспечили высокого пылеподавляющего эффекта. Оксаль, пластификатор нефтяной ПН, экстракт нефтяной и их композиции с амином обладают хорошим пылеподавляющим действием. Однако следует иметь в виду, что пластификатор ПН, экстракт нефтяной, их композиции с амином наносятся на мелкозернистый продукт, подогретыми до 60-80°C. При этих температурах они приобретают подвижность и сравнительно легко распыляются. Амин добавляли в нефтепродукты для улучшения смачивания поверхности удобрения. Кроме того, имея темный цвет, эти пылеподаватели окрашивали белый сульфат калия и калимагнезию. Чисто визуально были отмечены явления слипаемости частиц удобрения при использовании указанных нефтепродуктов.

Из всех пылеподавателей выделяется ПЭГ-400, при использовании которого уже при расходе 4 кг/т достигаются нормативные результаты по пылимости как сульфата калия, так и калимагнезий (0,2 кг/т  $K_2SO_4$ ). Полиэтиленгликоль легко растворяется в воде при обычной температуре. Он наносится на поверхность материала в виде 50%-го водного раствора, хорошо смачивает поверхность порошкообразного сульфата калия, не меняет его цвет.

Проведены исследования влияния наиболее эффективного пылеподавателя ПЭГ-400 на гигроскопичность, слеживаемость, текучесть, уплотняемость сульфата калия и калимагнезий. Полученные данные представлены в таблице. Как видно, с увеличением удельного расхода ПЭГ-400 с 3000 г/т до 12000 г/т слеживаемость сульфата калия и калимагнезии практически не изменяется, даже наблюдается незначительное ее снижение, что связано с уменьшением пылевидной фракции. При удельных расходах до 6000 г/т не наблюдается уплотняемости как сульфата калия, так и калимагнезии, и только при удельном расходе 8000-12000 г/т

Таблица – Влияние ПЭГ-400 на физико-химические и механические свойства сульфата калия и калимагнезии

Расход пылеподавателя ПЭГ-400, г/т удобрения	Пыли-мость, кг/т	Влагопоглощение за 1 сутки (при 94% влажности воздуха), %	Слеживаемость, (при 5% влажности), кПа	Теку-честь, с	Уплотня-емость (выход фракции +1,6 мм), %
Сульфат калия, марки ч - модельный образец					
0	14,1	0,68	30,4	5,0	0
3000	5,0	0,79	30,0	5,4	0
4000	2,21	0,40	29,5	6,1	0
5000	0,25	0,42	28,5	6,2	0
6000	0,16	0,44	28,0	7,4	0
8000	0,02	0,50	28,6	7,9	0,6
12000	0	0,54	28,0	8,0	1,0
Сульфат калия – опытный образец					
0	4,7	-	2,4	4,4	0
3000	1,80	-	1,6	4,9	0
4000	0,25	-	0	5,2	0
5000	0,15	-	0	5,5	0
6000	0,09	-	0	6,3	0
8000	0,04	-	0	7,0	0,5
12000	0	-	0	7,4	0,9
Калимагнезия-5					
0	25,4	1,36	128,6	4,0	0
3000	18,0	1,49	120,4	5,4	0
4000	10,4	1,58	120,0	6,1	0
5000	5,2	1,80	114,6	7,2	0,7
6000	1,15	2,05	110,5	8,4	0,8
8000	0,2	2,10	105,4	8,9	1,0
12000	0,06	2,80	100,3	10,2	1,2

происходит образование агрегатов частиц крупнее 1,6 мм в незначительном количестве до 0,5 % – 1 %. Что же касается текучести (сыпучести), то с увеличением удельного расхода пылеподавателей с 3000 г/т до 12000 г/т наблюдается незначительное увеличение времени истечения из воронки навески сульфата калия и калимагнезии, однако продукты сохраняют достаточно высокую

текучесть. Таким образом, показано, что обработка сульфата калия и калимагнезий пылеподавателем ПЭГ-400 приводит к некоторому повышению их гигроскопичности, однако это не отражается негативно на их слеживаемости, уплотняемости и сыпучести.

Рекомендуется для снижения пылимости сульфата калия и калимагнезий до нормативных показателей использовать ПЭГ-400 в виде 40-60 %-го водного раствора. Обработку мелкодисперсного сульфата калия и калимагнезии полиэтиленгликолем производить в смесителе перед складированием удобрения. Для подавления вторичной пылимости перед погрузкой в железнодорожные вагоны удобрение дополнительно следует обработать полиэтиленгликолем.

УДК 678.7-036.742

М.О. Юсупов, аспирант  
(НамИТИ, г. Наманган)

Х.С. Бекназаров, д-р техн. Наук  
(ТНИИХТ, г. Ташкент)

## **СИНТЕЗ НОВОГО СВЕТОСТАБИЛИЗАТОРА ДЛЯ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА**

Металлсодержащие и металлоорганические соединения находят широкое применение в синтезе различных классов органических веществ. Они используются в качестве стабилизаторов разнообразных реакций, в том числе и в процессах фотостабилизации полимерных материалов, а также применяются для получения металлопокрытий и т.д. [1,2].

Химия металлоорганических соединений является в настоящее время бурно развивающимся разделом современной органической химии и тонкого органического синтеза. Благодаря всевозрастающему практическому значению металлоорганических соединений, одновременно наблюдается и быстрое развитие технологии этих соединений. Сегодня применение металлоорганических соединений является основой современных технологий производства громадного количества органических веществ – полимеров и химических добавок к ним, химикатов для сельского хозяйства, красителей, пищевых добавок, фармацевтических и лекарственных препаратов и многих других продуктов тонкого органического синтеза. Металлоорганические соединения могут использоваться как исходные вещества, реагенты, катализаторы, полупродукты этих процессов. Часть реагентов, например бутиллитий, некоторые