

**ИЗУЧЕНИЕ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА НОВЫХ  
ВИДОВ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ И СОЛЕВЫХ  
ОТЛОЖЕНИЙ ТРУБЧАТЫХ РЕАКТОРОВ**

Качество химической продукции, производимой на ОАО «Гомельский химический завод» (далее ГХЗ), а также на всех других профильных предприятиях стран СНГ регламентируется соответствующей нормативной документацией. Среди основных показателей, определяющих качество минеральных удобрений – содержание основных питательных элементов, а также ряд физико-механических свойств. Однако, регламентируемые показатели не в полной мере позволяют охарактеризовать качество удобрений, поскольку как известно, для оценки агрохимической ценности, кинетики перехода питательных элементов в почвенные растворы и растения, а также изменения свойств удобрений на стадиях длительного хранения и транспортировки, важно знание не только количественных показателей содержания отдельных элементов, но и в виде каких соединений они находятся, т. е. минералогический состав удобрений. Согласно требованиям, действующим на территории стран Европейского экономического сообщества (ЕС), для выхода продукции на рынки этих стран продукты (вещества) подлежат процедуре «пре-регистрации» в соответствии с нормативным документом - регламентом REACH. Принципиальным отличием требований регламента REACH от требований отечественных нормативных документов является необходимость указания всех идентификационных показателей веществ, включая молекулярную и структурную формулу одно и многосоставных веществ. Как показали выполненные автором ранее исследования, переход на новые виды сырья и марки удобрений, а также изменения технологического процесса существенно влияют на протекающие химические процессы, и как следствие, минералогический состав продуктов. Современные технологии получения комплексных удобрений, включают стадию аммонизации фосфорно- и серноокислых суспензий в трубчатых реакторах. Однако, как показал анализ действующего в цехе ЦДС ГХЗ технологического процесса, «узким местом» является образование солевых отложений на внутренних поверхностях трубчатых реакторов, что ведет к снижению производительности, ухудшению тепло- и массообмена, необходимости периодической чистки либо замены трубчатых реакторов.

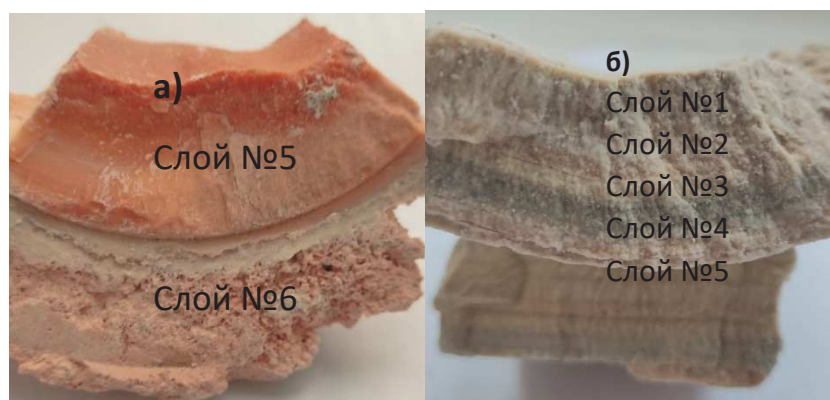
В связи с изложенным, авторами по заказу ГХЗ был выполнен комплекс исследований, целью которых явилось изучение химического и минералогического состава новых видов комплексных удобрений, а также солевых отложений, образующихся в трубчатых реакторах цеха ЦДС, а также подготовка рекомендаций по предотвращению «зарастания» реакторов.

На основании данных химического и рентгенофазового анализа определены основные фазы и количественное содержание отдельных фаз по разработанной авторами методике расчета балансов по катионам и анионам (табл. 1). Обращают внимание четкие рефлексy, характерные для хлорида аммония, двойных солей калия-аммония, в частности, аммонийного арканита, различных нестехиометрических солей серной кислоты. Возможность образования указанных соединений в исследуемой системе ранее была описана авторами.

**Таблица 1 – Минералогический состав образцов азотно-фосфорно-калийных удобрений различных марок, выпускаемых в ЦДС**

Все химические вещества, входящие в состав продукта (включая примеси $\geq 1\%$ )	Масс. % в продукте различных марок		Молекулярная формула
	8-24-24	10-20-20: (B, Zn)	
дигидрофосфат аммония	36,71	26,48	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$
хлорид аммония	5,02	8,30	$\text{NH}_4\text{Cl}$
хлорид калия	32,82	18,36	$\text{KCl}$
сульфат аммония	0,59	0,29	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
двойная соль сульфат калия-аммония	13,31	9,62	$\text{K}_x(\text{NH}_4)_y\text{SO}_4$
сульфат калия	1,37	21,84	$\text{K}_2\text{SO}_4$
дигидрофосфат калия	0,42	0,61	$\text{KH}_2\text{PO}_4$
сульфат кальция дигидрат	0,12	0,89	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
фторид кальция	0,26	0,91	$\text{CaF}_2$
фосфат железа	0,25	0,35	$\text{FePO}_4$
фосфат алюминия	0,47	0,59	$\text{AlPO}_4$
сульфат магния семиводный	1,34	1,61	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

Кроме того, в образце марки 10-20-20: (B, Zn) присутствует значительное количество сульфата калия, что свидетельствует о протекании вторичных конверсионных процессов с участием хлорида калия и подтверждается существенным снижением его содержания с 32,82% (для марки 8-24-24) до 18,36%. Таким образом, полученные результаты подтверждают предположение о влиянии состава и соотношения исходных компонентов, а также условий их введения в технологический процесс на качественно-количественный состав целевых продуктов. Как видно на рисунке состав солевых отложений существенно отличается как по слоям, так и для отдельных марок, что подтверждается данными табл. 2.



**Рисунок – Образцы солевых отложений трубчатого реактора:**  
а) марка 8-24-24; б) марка 10-20-20: (В, Zn)

**Таблица 2 – Количественный состав солевых отложений, образующихся при производстве удобрения марки 8-24-24**

Компоненты	Содержание, масс. дол. %	
	Слой №5	Слой №6
$(\text{NH}_4)_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	1,37	3,13
$(\text{NH}_4)_{0,104}\text{K}_{1,896}(\text{SO}_4)$	81,09	43,60
$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	0,46	28,21
$\text{K}_2\text{Ca}_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (полигалит)	1,20	1,24
$\text{NH}_4\text{Cl}$	4,72	9,36
$\text{NH}_4\text{FePO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	10,22	13,06

Результаты выполненных исследований легли в основу подготовки рекомендаций по снижению процесса солеобразования в трубчатых реакторах.

УДК 546.47:66.081.3

**Чикунская В.М., Щербина Л.А.,  
Будкуте И.А., Огородников В.А.**  
(Белорусский государственный университет  
пищевых и химических технологий)

**ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ  
МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ АКРИЛОНИТРИЛА  
И 2-АКРИЛАМИД-2-МЕТИЛПРОПАНСУЛЬФОКИСЛОТЫ  
ПО ОТНОШЕНИЮ К ИОНАМ  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$**

Исследования в области разработки и применения полимерных ионообменных материалов входят в число приоритетных научных направлений в промышленно развитых странах. Так, например, извлечение