

**В.В.НАПСИКОВ**

*ОАО «Волховский химический завод», Волхов*

**В.Е.КОГАН**

*Северо-Западный государственный заочный  
технический университет, Санкт-Петербург*

**К.Г.КАРАПЕТЯН**

*ЗАО «Агровит», Санкт-Петербург*

## **НЕКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ МИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ И ИХ ПРОМЫШЛЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО**

Рассмотрены преимущества, обеспечивающиеся переходом от традиционных поликристаллических минеральных удобрений к некристаллическим. Отмечается, что, исходя из особенностей строения, наиболее перспективным является стеклообразное состояние вещества. Именно на использовании преимуществ, связанных со стеклообразным состоянием разработанного нового типа удобрений AVA, основана предложенная и успешно реализуемая концепция рационального природопользования. Рассмотрены некоторые технологические особенности, связанные с промышленным производством удобрений AVA, и основные этапы развития их производства. Указаны пути оптимизации технологического процесса. Особое внимание уделено вопросам промышленного производства шихты для получения AVA.

The advantages provided by transition from traditional polycrystalline mineral fertilizers to non-crystalline ones are considered. It is marked, that among the most perspective various amorphous materials, proceeding from features of a structure, is glassy state of substance. On use of the advantages connected with glassy state of developed new type of fertilizers AVA, the offered and successfully realized concept of rational land tenure is based. Some technological features connected to industrial production of fertilizers AVA, and the basic stages of development of their manufacture are considered. Ways of optimization of technological process are specified. The special attention is given to questions of batch industrial production for reception AVA.

Рациональное природопользование, улучшение экологической обстановки и защита окружающей среды – глобальная задача, которую с особой остротой поставил перед человечеством наш век. Ее решение невозможно без использования удобрений.

Традиционные минеральные удобрения характеризуются принципиальными недостатками, связанными с их поликристаллическим строением, приводящим к ускоренному растворению, вымыванию и выветриванию и, наконец, к избирательному выщелачиванию грунтовыми водами. К недостаткам этих удобрений следует также отнести: огромную ударную нагрузку, приходящуюся на долю растений в момент внесения удобрений, отрицательно влияющую на корневую систему; использование растениями в период вегетации лишь небольшой

части полезных компонентов, содержащихся в удобрениях, что приводит к необходимости ежегодного повышения вносимой в почву дозы.

Кардинальный путь преодоления этих недостатков – отказ от традиционных поликристаллических удобрений и обращение к аморфным материалам для разработки принципиально новых высокоэффективных удобрений. В то же время использование аморфных или стеклообразных материалов в качестве минеральных удобрений [1, 4], не говоря уже об их промышленном выпуске [2, 3], до реализуемого нами проекта практически никем не рассматривалось.

Результатом указанного проекта явилась разработка конкурентоспособных отечественных материалов и технологий, являющихся «ноу-хау» авторов, для производ-

ства экологически безопасного стеклообразного удобрения пролонгированного действия «Агравитаква-AVA», восстанавливающего природные ресурсы, и его различных модификаций. В ходе проведения работ было доказано, что функциональное назначение материалов типа AVA выходит за рамки удобрений, а оборудование для производства гранулированной шихты, установленное в настоящее время на ОАО «Волховский химический завод», перспективно и для промышленного выпуска ряда материалов, необходимых отечественной промышленности, но в России не производящихся.

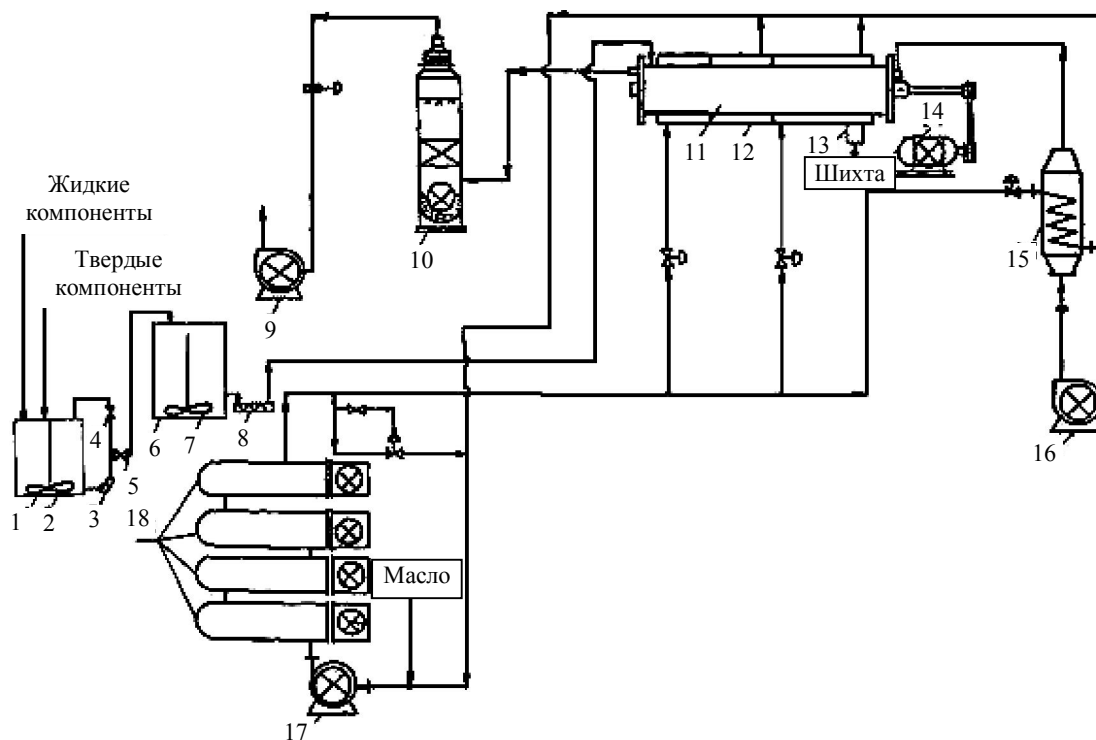
Физико-химические и эксплуатационные свойства удобрения AVA, модельные представления о строении его гранул, механизм их работы в почве, а также преимущества удобрения AVA, сферы его практического использования, достигаемые результаты и некоторые экономические показатели были весьма подробно рассмотрены в работах [1-3].

Состав удобрения AVA расположен в пределах области стеклообразования в базисной системе  $K_2O - (Mg, Ca) - P_2O_5$  и дополнительно содержит не менее девяти микроэлементов. Соотношение между компонентами подобрано так, что в результате синтеза в стекле они преимущественно находятся в метафосфатной форме, наиболее усваиваемой растениями. Данный факт определяет нахождение состава AVA вблизи границы области стеклообразования. Поэтому даже незначительные отклонения от технологического режима могут привести к кристаллизации стекломассы. Более того, высокая летучесть оксида фосфора (V) в процессе варки не позволяет использовать традиционные для стеклоделия способы подготовки шихты. Возникла необходимость получения гранулированной (или брикетированной) шихты, прошедшей предварительную термообработку, в которой основные компоненты благодаря протеканию тех или иных химических процессов находятся в малолетучих соединениях, а летучие составляющие исходных сырьевых материалов ( $CO_2$ ,  $H_2O$  и т.п.) уже максимально

удалены. Такой результат был достигнут на шихте, изготовленной по нашему заказу ОАО «Фосфорит». Однако «Фосфорит» – крупнотоннажное производство и его технологический цикл не позволял ввести в состав гранулированной шихты необходимые микроэлементы, если их содержание не превышало 3,0 %. Это вызывало необходимость гранулирования микродобавок на другой производственной базе с последующим их перемешиванием с основной шихтой непосредственно перед загрузкой в стекловаренную печь, что усложняло и удорожало технологический процесс, а также ухудшало однородность конечного продукта. Низкая скорость провара привела к тому, что производительность печи составила лишь 50 % от проектной (3 т/сутки).

Полученный опыт однозначно указывал на необходимость организации среднетоннажного производства гранулированной шихты, позволяющего учесть специфику изготавливаемого продукта. Это было достигнуто в результате начавшегося с 2003 г. научно-производственного сотрудничества с ОАО «Волховский химический завод», где организован цех по производству гранулированной шихты. Условно цех можно разделить на «мокрый» и «сухой» участки. На первом приготавливается жидкая шихта (пульпа) на основе улучшенной термической ортофосфорной кислоты производства ОАО «Воскресенские минеральные удобрения», при этом возникает возможность максимального использования декарбонизованного исходного сырья и введения в состав всех необходимых микроэлементов. На втором участке происходит сушка и грануляция. «Сердцем» этого участка является уникальный сушильно-грануляционный аппарат – флеш-реактор (всего их предусмотрено три).

Рассмотрим схему производства для одной линии, включающей один флеш-реактор (см. рисунок). В реактор 1, снабженный пропеллерной мешалкой 2 и центробежным циркуляционным насосом 3, подаются жидкие и твердые компоненты шихты. С помощью мешалки 2 и насоса 3 при открытом вентиле 4 и закрытом вентиле 5



Упрощенная схема производства

производится перемешивание пульпы, после чего перекрывается вентиль 4 и открывается вентиль 5. Насос 3 перекачивает пульпу в расходную емкость 6, снабженную непрерывно работающей пропеллерной мешалкой 7. Дозировочным насосом 8 необходимое количество пульпы подается во флеш-реактор 11. Жидкая шихта из реактора 1 поступает в расходную емкость 6 по мере ее опорожнения.

Флеш-реактор 11 снабжен рубашкой 12, которая разделена на три зоны. Зоны I и II соединены трубопроводами (на рисунке не показаны). В качестве основного теплоносителя используется диатермическое масло, циркуляция которого в системе обеспечивается насосом 17, который последовательно прокачивает его через четыре электронагревателя 18. Предусмотрена раздельная подача теплоносителя в I и II зоны рубашки флеш-реактора, в III зону рубашки флеш-реактора и в воздухонагреватель 15, что позволяет устанавливать в них различные температурные режимы при сушке.

Конструкцией установки предусматривается подача горячего воздуха во флеш-

реактор противотоком движению гранул шихты к разгрузочной горловине 13, что реализуется посредством вентилятора 16, обеспечивающего прохождение воздуха через воздухонагреватель 15. Флеш-реактор снабжен ротором (на рисунке не показан) с определенным расположением лопаток как в поперечном сечении, так и по ходу движения гранул. Вращение ротора с регулируемым числом оборотов обеспечивается от мотора 14. Паровоздушная смесь из флеш-реактора направляется на очистку и конденсацию в скруббер 10. Рабочая часть скруббера заполнена кольцами Рашига, которые с помощью насоса (на рисунке не показаны) орошаются водой через форсунки. Разрежение во флеш-реакторе и скруббере обеспечивается вентилятором 9. Высушенная и гранулированная шихта через горловину 13 подается на упаковку.

На всех стадиях производства предусмотрены полная автоматизация и контроль технологического процесса. Конструктивные решения обеспечивают герметичность агрегатов и исключают попадание паров жидких компонентов и пыли от твердых составляющих в производственное помещение.

В настоящее время полностью смонтирована одна линия и проведены ее пусконаладочные работы. К ноябрю текущего года планируется завершение монтажа и запуск всех трех линий, а в декабре на Мало-вишерском стекольном заводе должна начаться новая варочная кампания. Лабораторные испытания опытной партии шихты (уже наработано более 1 т) показали, в частности, увеличение скорости провара, превышающей таковую для варок на шихте производства ОАО «Фосфорит» (при тех же условиях) в 1,5-2 раза и улучшение варочно-выработочных свойств. Это не может не сказаться на производительности стекловаренной печи, выходе готовой продукции, ее товарном виде и потребительских показателях. Кроме того, как выпуск шихты, так и процесс синтеза из нее удобрения AVA станут экологически полностью безопасными.

Созданное производство, по нашему мнению, представляет собой хороший пример одновременного решения научно-производственных задач и социальных вопросов.

Особо хочется подчеркнуть, что развиваемая нами программа находит поддержку правительства Ленинградской области.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Карапетян Г.О.* Минеральные удобрения XXI века в свете проблем экологии / Г.О.Карапетян, К.Г.Карапетян // Научно-технические ведомости СПбГТУ. 2000. № 1 (19). С.76-83.

2. *Карапетян Г.О.* Экологически безопасное стеклообразное удобрение «Агровитаква-AVA», восстанавливающее природные ресурсы / Г.О.Карапетян, К.Г.Карапетян, В.Е.Коган // Юбилейная научно-техническая конференция, посвященная 85-летию А.М.Прохорова и 10-летию образования АИН РФ: Сб. тр. / Под ред. В.В.Рыбина. СПб: Изд-во СПбГТУ, 2001. С.56-60.

3. *Лимбах И.Ю.* Ноосферная технология рационального природопользования / И.Ю.Лимбах, К.Г.Карапетян, В.Е.Коган // Экономика, экология и общество России в 21-м столетии: Тр. 3-й международной научно-практической конференции. СПб: Изд-во СПбГТУ, 2001. С.865-870.

4. Свидетельство на полезную модель № 9840 Россия, МКИ С 05 D 9/02. Гранулированное удобрение «Агровитакво» / Г.О.Карапетян, К.Г.Карапетян, Л.Г.Зарагацкий (Россия) и др. Опубл. 16.05.99. Бюл. № 5.