

Research Group



Info Mine 

Маркетинговые услуги в области минеральных ресурсов,
металлургии и химической промышленности

Обзор рынка аммофоса в СНГ

Демонстрационная версия

*Москва
Август, 2007*

СОДЕРЖАНИЕ

Аннотация	8
Введение	9
I. Технология производства аммофоса и используемое в промышленности сырье	11
I.1. Способы производства аммофоса	11
I.2. Основные поставщики сырья для производства аммофоса, направления и объемы его поставок в России	23
I.3. Основные поставщики сырья, направления и объемы поставок в других странах СНГ	29
II. Производство аммофоса в странах СНГ	36
II.1. Качество выпускаемой продукции	36
II.2. Объем производства аммофоса в странах СНГ в 1999-2006 гг.	38
II.2.1. Производство аммофоса в России в 1999-2006 гг.	38
II.2.2. Производство аммофоса на Украине в 2000-2006 гг.	40
II.2.3. Производство аммофоса в других странах СНГ	45
Белоруссия	45
Казахстан	47
Узбекистан	49
II.3. Текущее состояние крупнейших производителей аммофоса	51
II.3.1. ОАО «МХК «ЕвроХим»	51
II.3.1.1. ООО «Промышленная Группа «Фосфорит» (г. Кингисепп, Ленинградская обл.)	53
II.3.1.2. ООО «ЕвроХим-Белореченские минеральные удобрения» (г. Белореченск, Краснодарский край)	58
II.3.2. ОАО «ФосАгро»	62
II.3.2.1. ОАО «Аммофос» (г. Череповец, Вологодская обл.)	63
II.3.2.2. ООО «Балаковские минеральные удобрения» (г. Балаково, Саратовская обл.)	67
II.3.2.3. ОАО «Воскресенские минеральные удобрения» (г. Воскресенск, Московская обл.)	71
II.3.3. ОАО «Гидрометаллургический завод» (Ставропольский край, г. Лермонтов)	76
II.4. Новые проекты	79
III. Экспорт-импорт аммофоса	80
III.1. Экспорт-импорт аммофоса в России	80
III.1.1. Экспорт аммофоса России	81
III.1.1. Экспорт аммофоса России	81
III.1.2. Импорт аммофоса в России	86
III.2. Экспорт-импорт аммофоса на Украине	87
III.2.1. Экспорт аммофоса Украины	88
III.2.2. Импорт аммофоса на Украину	91
IV. Обзор цен на аммофос в России/СНГ	94
IV.1. Внутренние цены на аммофос	94
IV.1.1. Внутренние цены на аммофос в России	94
IV.1.2. Внутренние цены на аммофос на Украине и Узбекистане	98
V. Потребление аммофоса в России/СНГ	100
V.1. Баланс потребления аммофоса в России	100
V.2. Структура потребления аммофоса	102
V.2.1. Отраслевая структура потребления аммофоса	102
V.2.2. Региональная структура потребления аммофоса	112

V.3. Основные предприятия-потребители аммофоса в России и их текущее состояние	114
VI. Потребление аммофоса в других странах СНГ	118
VI.1. Потребление аммофоса на Украине	118
VI.2. Потребление аммофоса в Казахстане	121
VI.3. Потребление аммофоса в Узбекистане	122
VII. Прогноз развития рынка аммофоса в России до 2010 г.	123
<i>Приложение: Адреса и контактная информация основных российских производителей аммофоса.....</i>	<i>126</i>

СПИСОК ТАБЛИЦ

Таблица 1. Физико-химические и механические свойства аммофоса	10
Таблица 2. Показатели технологического режима производства аммофоса (схема с аппаратом БГС).....	14
Таблица 3. Показатели технологического режима производства аммофоса по схеме с аммонизатором-гранулятором	16
Таблица 4. Показатели технологического режима производства аммофоса с использованием аппарата БГС и упаркой пульпы	21
Таблица 5. Средние расходные нормы при получении аммофоса (на 1 т 100% P ₂ O ₅).....	22
Таблица 6. Производство фосфатов в России.....	23
Таблица 7. Объемы поставок апатитового концентрата в России в 2005-2006 г., тыс. т	24
Таблица 8. Производство экстракционной фосфорной кислоты в России в 1999-2006 гг., тыс. т	25
Таблица 9. Производство аммиака в России в 1999-2006 гг., тыс. т	26
Таблица 10. Объемы поставок аммиака для производства аммофоса в России в 2005-2006 г., тыс. т	27
Таблица 11. Поставщики сырья для производства аммофоса в России	28
Таблица 12. Экспорт казахских фосфатов в 2000-2006 гг. (в натуральном выражении), тыс. т	32
Таблица 13. Поставки российского аммиака в Казахстан в 2005-2006 гг., тыс. т	33
Таблица 14. Объемы поставок фосфатов на Украину в 2005-2006 г., тыс. т	33
Таблица 15. Производство аммиака на Украине в 2001-2006 гг., тыс. т	34
Таблица 16. Поставки российского аммиака на Украину в 2005-2006 гг., тыс. т.....	34
Таблица 17. Поставки российского апатитового концентрата в Белоруссию в 2005-2006 гг., тыс. т	35
Таблица 18. Технические требования на аммофос гранулированный (ГОСТ 18918-85).....	36
Таблица 19. Технические требования на аммофос гранулированный (ТУ 2186-22-00203648-97 с изм. 1, 2, 3,4)	36
Таблица 20. Технические требования на аммофос гранулированный (ТУ 2186-670-00209438-01)	37
Таблица 21. Технические требования на аммофос ТОО «Казфосфат» (ТУ 649 РК 38777145 ПК-01-2000).....	37
Таблица 22. Производство аммофоса в России в 1999-2006 гг., тыс. т.....	38
Таблица 23. Производство аммофоса на Украине в 2000-2006 гг., тыс. т (в физическом весе).....	40
Таблица 24. Поставщики сырья для производства аммофоса на ОАО «Гомельский химический завод» в 2005-2006 гг., тыс. т.....	46
Таблица 25. Объемы экспорта аммофоса ООО ПГ «Фосфорит» в 2005-2006 гг. и его потребители (в физическом весе), тыс. т, млн \$, \$/т.....	56
Таблица 26. Крупнейшие российские предприятия-потребители аммофоса ООО ПГ «Фосфорит» в 2005-2006 гг. (в физическом весе), тыс. т	56
Таблица 27. Экспорт аммофоса ООО «Еврохим-БМУ» в 2005-2006 гг. и его потребители (в физическом весе), тыс. т, млн \$, \$/т	60
Таблица 28. Крупнейшие российские предприятия-потребители аммофоса ОАО «Еврохим-БМУ» в 2005-2006 гг. (в физическом весе), тыс. т	60
Таблица 1. Объемы экспорта аммофоса ОАО «Аммофос» в 2005-2006 гг. и его потребители (в физическом весе), тыс. т, млн \$, \$/т.....	65
Таблица 2. Крупнейшие российские предприятия-потребители аммофоса ОАО «Аммофос» в 2005-2006 гг. (в физическом весе), тыс. т	66

Таблица 31. Объемы экспорта аммофоса ООО «Балаковские минеральные удобрения» в 2005-2006 гг. и его потребители (в физическом весе), тыс. т, млн \$, \$/т.....	69
Таблица 32. Крупнейшие российские предприятия-потребители аммофоса ООО «Балаковские минеральные удобрения» в 2005-2006 гг. (в физическом весе), тыс. т .	70
Таблица 33. Объемы экспорта аммофоса ОАО «Воскресенские минеральные удобрения» в 2005-2006 гг. и его потребители (в физическом весе), тыс. т, млн \$, \$/т.....	73
Таблица 34. Крупнейшие российские предприятия-потребители аммофоса ОАО «Воскресенские минеральные удобрения» в 2005-2006 гг. (в физическом весе), тыс. т	74
Таблица 35. Крупнейшие российские предприятия-потребители аммофоса ОАО «Гидрометаллургический завод» в 2005-2006 гг. (в физическом весе), тыс. т	78
Таблица 36. Внешняя торговля аммофосом РФ в 2000-2006 гг., тыс. т.....	80
Таблица 37. Страны-импортеры российского аммофоса в 2005-2006 гг. (в физическом весе), тыс. т, млн \$, \$/т	83
Таблица 38. Объемы экспорта российского аммофоса в 2005-2006 гг. и его потребители (в физическом весе), тыс. т, млн \$, \$/т.....	83
Таблица 39. Внешняя торговля аммофосом на Украине в 2000-2006 гг. (в физическом весе), тыс. т.....	87
Таблица 40. Региональная структура экспорта украинского аммофоса	89
Таблица 41. Объемы и направления поставок украинского аммофоса зарубежным потребителям в 2005-2006 гг. (в физическом весе), тыс. т, млн \$, \$/т	90
Таблица 42. Региональная структура импорта аммофоса на Украину.....	91
Таблица 43. Крупнейшие потребители импортного аммофоса на Украине.....	92
Таблица 44. Объемы и направления поставок импортного аммофоса потребителям в 2005-2006 гг. (в натуральном весе), тыс. т, млн \$, \$/т.....	92
Таблица 45. Ежемесячные цены российских производителей на аммофос в 2005-4 мес. 2007 гг. (в натуральном выражении), руб./т (без НДС).....	96
Таблица 46. Ежемесячные цены российских торговых компаний на аммофос в 2005-4мес.2007 гг. (в натуральном выражении), руб./т (без НДС).....	96
Таблица 47. Ежемесячные цены украинских производителей на аммофос в 2005-4мес.2007 гг. (в натуральном выражении), грн./т (с НДС).....	98
Таблица 48. Ежемесячные цены украинских торговых компаний на аммофос в 2005-4мес.2007 гг. (в натуральном выражении), грн./т (с НДС).....	99
Таблица 49. Внутреннее потребление аммофоса в России в 2000-2006 гг. (в физическом весе), тыс. т.....	100
Таблица 50. Рекомендуемые минимальные дозы внесения аммофоса марок 11:42 и 10:44, ц/га	104
Таблица 51. Соотношение питательных веществ в тукосяках	105
Таблица 52. Структура потребления аммофоса в России в 2005-2006 г., тыс. т, %	110
Таблица 53. Региональная структура поставок аммофоса по ж/д в России в 2005-2006 гг. (в физическом весе), тыс. т, %.....	112
Таблица 54. Крупнейшие российские предприятия-потребители аммофоса в 2005-2006 гг., тыс. т	114
Таблица 55. Российские поставщики аммофоса сети ООО «Регион-Агро» в 2005-2006 гг., тыс. т	116
Таблица 56. Внутреннее потребление аммофоса на Украине в 2000-2006 гг. (в физическом весе), тыс. т.....	118
Таблица 57. Планируемые объемы выполнения работ по внесению минеральных удобрений до 2010 г.	123
Таблица 58. Мероприятия программы, осуществляемые за счет федерального бюджета (млн рублей, с учетом прогноза цен на соответствующие годы)	123

СПИСОК РИСУНКОВ

Рисунок 1. Принципиальная схема получения фосфатов аммония.....	11
Рисунок 2. Схема производства гранулированного аммофоса с аппаратом БГС (на основе концентрированной пульпы).....	13
Рисунок 3. Схема производства гранулированного аммофоса с аммонизатором-гранулятором	15
Рисунок 4. Принципиальная схема получения фосфатов аммония на основе упаренных кислых пульп.....	18
Рисунок 5. Схема производства аммофоса с аппаратом РКСГ.....	19
Рисунок 6. Схема производства аммофоса с аппаратом БГС и упаркой пульпы	21
Рисунок 7. Добыча фосфоритов в Казахстане в 1998-2006 гг. (в пересчете на 100% P ₂ O ₅), тыс. т.....	32
Рисунок 8. Динамика производства аммофоса в России в 1999-2006 гг. (в физическом весе), тыс. т.....	39
Рисунок 9. Динамика производства аммофоса на Украине в 2000-2006 гг., тыс. т (в физическом весе)	41
Рисунок 10. Производство аммофоса ООО «ПГ «Фосфорит» в 1997-2006 гг., тыс. т.....	55
Рисунок 11. Производство аммофоса ООО «ЕвроХим-БМУ» в 2002-2006 гг., тыс. т.....	59
Рисунок 1. Производство аммофоса ОАО «Аммофос» в 1999-2006 гг., тыс. т.....	65
Рисунок 13. Производство аммофоса ОАО «Балаковские минеральные удобрения» в 1999-2006 гг., тыс. т.....	69
Рисунок 14. Производство аммофоса ОАО «Воскресенские минеральные удобрения» в 1999-2006 гг., тыс. т.....	72
Рисунок 15. Производство аммофоса ОАО «Гидрометаллургический завод» в 2002-2006 гг., тыс. т.....	77
Рисунок 16. Динамика российского экспорта аммофоса (тыс. т) и цен на него (\$/т) в 2000-2006 гг. (в физическом весе).....	81
Рисунок 17. Доля экспортных поставок в производстве аммофоса в России в 2000-2006 гг., %.....	82
Рисунок 18. Динамика объемов экспорта-импорта аммофоса на Украине в 2000-2006 гг. (в физическом весе), тыс. т.....	87
Рисунок 19. Динамика объемов экспорта аммофоса и средних цен на него на Украине в 2000-2006 гг. (в физическом весе), тыс. т, \$/т	88
Рисунок 20. Динамика объемов импорта аммофоса и средних цен на него на Украину в 2000-2006 гг. (в физическом весе), тыс. т, \$/т	91
Рисунок 21. Динамика ежемесячных средних оптовых цен в России на аммофос в 2004-2006 гг. (в пересчете на 100% P ₂ O ₅), руб./т (без НДС)	94
Рисунок 22. Среднегодовые цены российских производителей на аммофос в 2005-2006 гг. (в натуральном выражении), руб./т (без НДС)	95
Рисунок 23. Динамика производства, экспорта и потребления аммофоса в России в 2000-2006 гг. (в физическом весе), тыс. т.....	101
Рисунок 24. Схема установки сухого тукосмешения непрерывного действия.....	107
Рисунок 25. Структура потребления аммофоса в России в 2006 г., %.....	111
Рисунок 26. Структура поставок аммофоса по ж/д по федеральным округам в России в 2006 г., %	113
Рисунок 27. Динамика производства, экспорта, импорта и потребления аммофоса на Украине в 2000-2006 гг., тыс. т.....	119
Рисунок 28. Прогноз потребления аммофоса в России до 2010 г., тыс. т.....	124

Аннотация

Настоящий отчет посвящен исследованию текущего состояния рынка аммофоса в странах СНГ и прогнозу его развития. Отчет состоит из 7 частей, содержит 127 страниц, в том числе 28 рисунков, 58 таблиц. Данная работа является кабинетным исследованием. В качестве источников информации использовались данные Росстата, Государственного комитета по статистике стран СНГ, Федеральной таможенной службы РФ, официальной статистики железнодорожных перевозок МПС РФ, отраслевой и региональной прессы, годовых и квартальных отчетов эмитентов ценных бумаг, а также интернет-сайтов предприятий-производителей и потребителей аммофоса.

В первой главе отчета приведены сведения о сырье, требуемом для производства аммофоса, его характеристика. Также в данной главе подробно рассмотрена технология производства аммофоса. Кроме того, приведены данные о поставщиках сырья, направлениях и объемах поставок в России и других странах СНГ.

Вторая глава отчета посвящена производству аммофоса в странах СНГ. В данном разделе отчета приводятся статистические и оценочные данные по объемам выпуска аммофоса в России, на Украине и других странах СНГ. Кроме того, приведены качественные показатели получаемой продукции. Также в этой главе подробно описано текущее состояние крупнейших производителей аммофоса.

В третьей главе отчета приводятся данные о внешнеторговых операциях с аммофосом в России и на Украине в 2000-2006 гг., приведены объемы экспортно-импортных поставок аммофоса и цены на него.

В четвертой главе приведены сведения об уровне цен на аммофос на внутреннем российском рынке в 2004-2006 гг., ежегодные цены предприятий-производителей в 2005-2006 гг., а также ежемесячные в 2005-4 мес. 2007 гг. Кроме того, представлены ежемесячные цены торговых компаний в 2005-4 мес. 2007 гг. Помимо этого, в этой главе приведены ежемесячные цены на аммофос предприятий-производителей и торговых компаний Украины в 2005-4 мес. 2007 гг. и кратко изложено ценовое состояние в Узбекистане.

В пятой главе отчета рассматривается потребление аммофоса в России. В данном разделе приведен баланс производства-потребления этой продукции, отраслевая и региональная структуры потребления, описано текущее состояние основных отраслей, потребляющих аммофос, приведены основные потребители и текущее их состояние.

В шестой главе отчета рассмотрено потребление аммофоса в других странах СНГ.

В седьмой главе отчета приводится прогноз развития российского рынка аммофоса на период до 2010 г. В приложении даны адреса и контактная информация предприятий, выпускающих аммофос в странах СНГ.

Введение

В Советском Союзе химизация была одним из главных направлений развития сельского хозяйства. К концу 1970-х гг. XX века в стране была создана передовая агрохимическая промышленность. В то время СССР находился на первом месте в мире по производству и потреблению удобрений.

Но в начале 90-х гг. приток государственных средств в отрасль значительно сократился. Традиционные для АПК связи были разорваны, и большая часть хозяйств быстро пришла в упадок. В итоге по уровню использования удобрений Россия скатилась до показателей самых отсталых стран мира, а три четверти отечественных сельхозпредприятий вообще перестали их использовать.

По мнению аналитиков, росту потребления удобрений в России препятствуют плохое финансовое состояние сельхозпредприятий, диспаритет цен и несовершенство аграрного законодательства. Из-за недополученного урожая Россия ежегодно теряет \$15-20 млрд, что на порядок больше, чем зарабатывает страна на экспорте удобрений.

В настоящее время в СНГ **аммофос** производится в России, Украине, Белоруссии, Казахстане и Узбекистане.

Аммофос, высококонцентрированное гранулированное азотно-фосфорное удобрение. Состоит из моноаммонийфосфата $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ (не менее 80%), диаммонийфосфата $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ (около 5%) и примесей – сульфата аммония $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, фосфатов Mg, Fe, Al и др. Принципиальная схема производства: взаимодействие фосфорной кислоты H_3PO_4 с аммиаком NH_3 , концентрирование полученной аммофосной пульпы, гранулирование продукта, сушка гранул.

В зависимости от вида сырья, из которого производят H_3PO_4 (апатит, фосфориты), содержание питательных веществ в аммофосе составляет: 10-12% азота, 42-52% усвояемого P_2O_5 , в т.ч. 34-48% водорастворимого. Влажность готового продукта не более 1%, количество в нем гранул размерами 1-4 мм – не менее 90%.

Аммофос обладает наилучшими из всех выпускаемых фосфорсодержащих удобрений физико-механическими свойствами (табл. 1). Поэтому он служит оптимальным компонентом сухих тукосмесей, а также входит в состав многих сложных и сложносмешанных удобрений.

Таблица 1. Физико-химические и механические свойства аммофоса

Свойства	Показатель
Влажность, %	0,4-0,8
Гигроскопическая точка при 25°С	64-74
Слеживаемость, МПа	не слеживаются
Содержание гранул 1-4 мм, %	95-99
Статистическая прочность гранул, МПа	3,0-11,0
Сыпучесть, кг/(м ² ·с)	223-247
Плотность, кг/м ³	
пикнометрическая	1,80
насыпная	990-1100

Источник: Бабкин В.В., Бродский А.А. «Фосфорные удобрения России». Москва, ТОО «Агрохим-принт», 1995

Аммофос – универсальное удобрение для всех сельскохозяйственных культур на любых почвах при различных способах внесения; лучше усваивается растениями, чем суперфосфат.

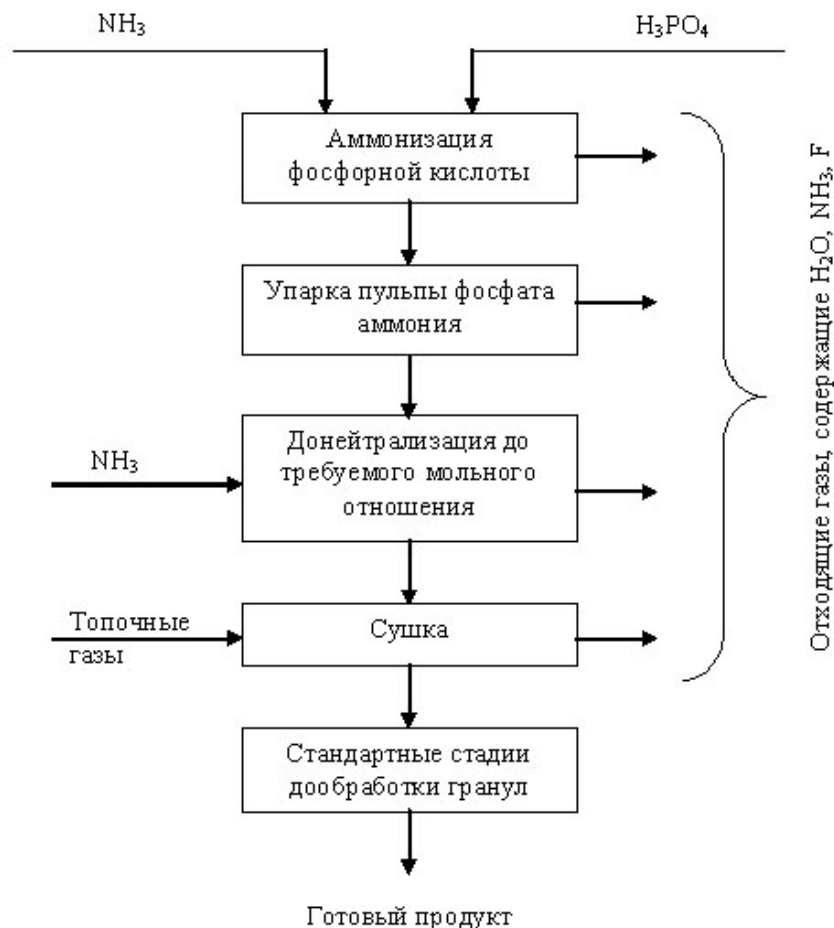
I. Технология производства аммофоса и используемое в промышленности сырье

I.1. Способы производства аммофоса

Принципиальная схема получения фосфатов аммония представлена на рис. 1. Упарка пульпы и сушка готового продукта не являются обязательными стадиями процесса. Указанная схема включает производство аммофоса с конечным значением мольного отношения $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4 \approx 1,0$.

Фактором, принципиально определяющим технологию производства аммофоса, является влажность пульпы, поступающей в переработку в готовый продукт. В соответствии с этим существующие способы производства аммофоса классифицируются на способы, основанные на переработке концентрированной (10-25% H_2O) пульпы, и способы, основанные на переработке разбавленной (выше 25% H_2O) пульпы.

Рисунок 1. Принципиальная схема получения фосфатов аммония



Источник: Бабкин В.В., Бродский А.А. «Фосфорные удобрения России». Москва, ТОО «Агрохим-принт», 1995

В способах, основанных на переработке концентрированной пульпы, лимитирующие факторы технологии определяются реологическими характеристиками системы, поэтому для таких процессов предпочтительнее использовать аппараты, позволяющие перерабатывать вязкие среды (струйный реактор, АГ и др.). Лимитирующим фактором технологии при переработке разбавленных пульп является процесс удаления влаги для получения кондиционного продукта, поэтому в данном случае целесообразно использовать эффективные тепломассовые аппараты (БГС, РКСТ и т.д.).

Способы, основанные на переработке концентрированных пульп

Удаление воды для получения концентрированной пульпы может осуществляться или из кислоты (полученной на базе апатитового концентрата), или из кислой пульпы при мольном отношении $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4 \approx 0,4 \leq 0,6$ (при переработке любого вида фосфатного сырья). Чаще способы первой группы основаны на двухступенчатой нейтрализации фосфорной кислоты (концентрирование кислых пульп само по себе подразумевает двухступенчатый метод нейтрализации): аммонизация до $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4 = 0,5-0,7$ или 1,3-1,4 для обеспечения достаточной текучести пульпы, нейтрализация до $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4 = 1,05$ для получения готового продукта.

На существующих производствах стадию концентрирования фосфорной кислоты выделяют в самостоятельное отделение; стадия концентрирования аммофосной пульпы является составной частью технологической схемы производства аммофоса.

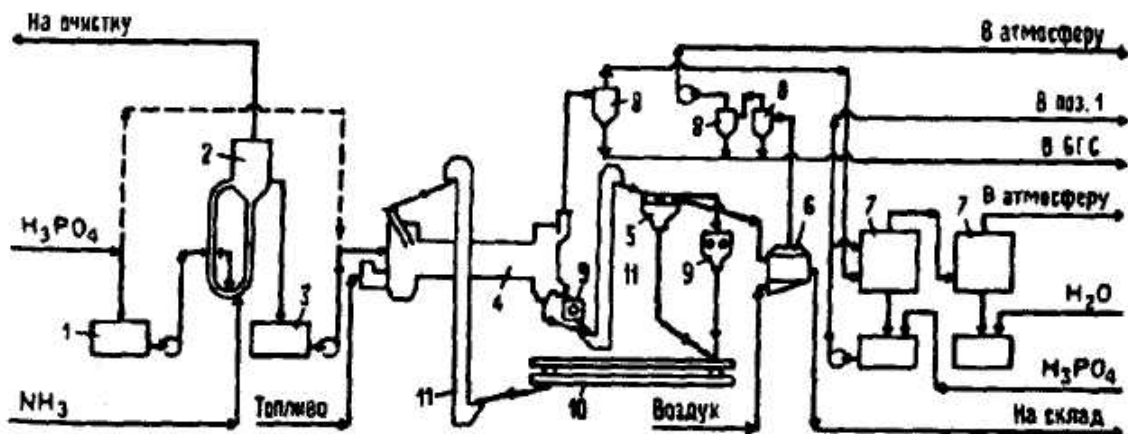
Если используется одноступенчатая нейтрализация, то влажность пульпы не может быть ниже 20%, за исключением нейтрализации в струйном реакторе (например, для получения порошковидного аммофоса).

Процесс получения гранулированного аммофоса одноступенчатым методом может быть основан на применении смесителя-гранулятора и двухвального смесителя. Однако в подавляющем большинстве производств используют схемы с аппаратом типа БГС (барабанный гранулятор-сушилка).

Производство аммофоса по схеме с аппаратом БГС (барабанный гранулятор-сушилка)

Процесс осуществляется следующим образом (рис. 2). Возможна одноступенчатая нейтрализация, когда пульпа после аммонизации в САИ поступает в БГС, и двухступенчатая, когда продукт после аммонизации в САИ до мольного отношения $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4=1,2-1,3$ нейтрализуют фосфорной кислотой.

Рисунок 2. Схема производства гранулированного аммофоса с аппаратом БГС (на основе концентрированной пульпы)



1 – сборник кислоты; 2 – САИ; 3 – сборник пульпы; 4 – БГС; 5 – грохот; 6 – холодильник;
7 – абсорберы; 8 – циклоны; 9 – дробилка; 10 – транспортер; 11 – элеваторы

Источник: Бабкин В.В., Бродский А.А. «Фосфорные удобрения России». Москва, ТОО «Агрохим-принт», 1995

Исходную фосфорную кислоту разбавляют стоками из системы абсорбции и направляют на нейтрализацию аммиаком в аппарат САИ. Полученную в нем аммофосную пульпу насосом подают на форсунки аппарата БГС, где ее распиливают сжатым воздухом при давлении 0,2-0,4 МПа на завесу из падающего гранулированного материала. При необходимости пульпу нейтрализуют кислотой. В аппарат БГС вводят теплоноситель при 500-600°C. Продукт из БГС при 105-110°C подают на классификацию и охлаждение, а отходящие газы при 110-115°C, содержащие пыль аммофоса, аммиака и фтор, направляют в систему очистки.

Основные показатели технологического режима приведены в табл. 2. Как видно из таблицы, процесс получения аммофоса в аппарате БГС может осуществляться как при одноступенчатой, так и при двухступенчатой аммонизации. При одноступенчатой аммонизации концентрация кислоты, подаваемой в аппарат БГС, не может быть более 42%, что необходимо для обеспечения текучести пульпы при $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4 \approx 1,0$. Для разбавления кислоты при одноступенчатой аммонизации в сборник кислоты помимо стоков

абсорбции подают свежую воду. При двухступенчатой аммонизации текучесть пульпы на I ступени аммонизации (при $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4 \approx 1,25$) обеспечивается без разбавления исходной кислоты свежей водой, поэтому концентрация кислоты, поступающей в систему, повышается до 47% P_2O_5 .

Таблица 2. Показатели технологического режима производства аммофоса (схема с аппаратом БГС)

Показатель	Одноступенчатая аммонизация	Двухступенчатая аммонизация
Концентрация кислоты, % P_2O_5 :		
исходной	52	52
подаваемой в процесс	42	47
Мольное отношение $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4$ в пульпе		
в САИ (I ступень)	1,1-1,15	1,25-13,0
после смесителя (II ступень)	–	1,00-1,05
после БГС	1,00-1,05	1,00-1,05
Температура, °С		
пульпы в САИ	90-100	110-120
газа на входе в БГС	500-600	500-600
газа на выходе из БГС	105-110	105-110
Влажность, %:		
пульпы после САИ	25-35	25-35
пульпы после форсунки	25-35	25-35
пульпы продукта, не более	1	1
Кратность ретура	0,5-1,0	0,5-1,0

Источник: Бабкин В.В., Бродский А.А. «Фосфорные удобрения России». Москва, ТОО «Агрохим-принт», 1995

Двухступенчатый метод за счет использования более концентрированной кислоты позволяет сократить энергозатраты. Уменьшение расхода аммиака объясняется понижением мольного отношения $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4$ до 1,00-1,05 перед БГС (табл. 2).

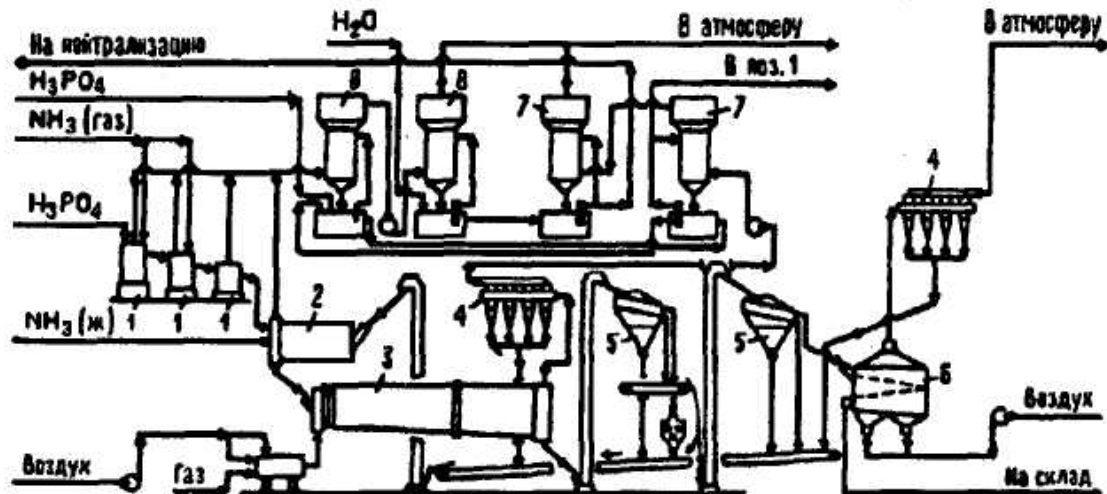
Производство фосфатов аммония по схеме с аппаратом АГ (аммонизатор-гранулятор)

Схема, представленная на рис. 3 позволяет достигнуть наибольшей единичной мощности системы.

Упаренную фосфорную кислоту (52% P_2O_5) подают из хранилища в каскадно расположенные нейтрализаторы емкостного типа, оборудованные трехъярусными турбинными мешалками. Одновременно в нейтрализаторы поступают стоки от систем абсорбции, в результате чего концентрация фосфорной кислоты снижается до 47-48% P_2O_5 , разбавление необходимо для обеспечения текучести пульпы. Фосфорную кислоту нейтрализуют газообразным аммиаком до мольного отношения $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4=0,7$. Полученная в нейтрализаторах пульпа самотеком поступает в аммонизатор-гранулятор, где доаммонизируется жидким аммиаком до $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4=1,0-1,05$. Здесь же происходит смешение пульпы с ретуром и укрупнение гранул аммофоса за

счет кристаллизации на их поверхности солей, растворимость которых меняется в зависимости от рН пульпы. Влажность материала в грануляторе поддерживают в пределах 1-2% при помощи ретура, расход которого контролируют весами и дистанционно регулируют управляемой заслонкой.

Рисунок 3. Схема производства гранулированного аммофоса с аммонизатором-гранулятором



1 – нейтрализатор; 2 – аммонизатор-гранулятор; 3 – сушильный барабан; 4 – циклоны;
5 – грохоты; 6 – охладитель гранул; 7, 8 – абсорберы

Источник: Бабкин В.В., Бродский А.А. «Фосфорные удобрения России». Москва, ТОО «Агрохим-принт», 1995

Гранулированный продукт сушат в прямоточной барабанной сушилке дымовыми газами, получаемыми при сжигании топлива в выносной топке.

Высушенные гранулы рассеивают на вибрационных грохотах. Мелкую фракцию в качестве ретура возвращают в аммонизатор-гранулятор. Крупную фракцию направляют в валковую дробилку; измельченный продукт возвращают в процесс вместе с мелочью.

Товарную фракцию также частично используют в качестве ретура, остальную часть, соответствующую часовой производительности, после контрольного пересева направляют в холодильник, где охлаждают атмосферным воздухом до температуры $\leq 60^{\circ}\text{C}$. Охлажденный продукт направляют на склад, где его хранят навалом.

Парогазовая смесь, отсасываемая от нейтрализаторов и аммонизатора-гранулятора проходит очистку от аммиака и фтора в двух последовательно установленных абсорберах: для улавливания аммиака используют аммофосную пульпу, для улавливания фтористых соединений – известковое молоко или воду.

Дымовые газы, выходящие из сушильного барабана при температуре $105-115^{\circ}\text{C}$, очищают от пыли в циклоне и далее от аммиака, фтористых соединений и от остатков пыли – в двух абсорберах. Стоки от систем

абсорбции возвращают в нейтрализаторы. Таким образом, в производстве аммофоса загрязненные стоки не образуются. Запыленный воздух после холодильника КС перед выбросом в атмосферу очищают от пыли в циклоне.

Вместо емкостных нейтрализаторов в ряде схем используют аппараты САИ или струйные реакторы.

Показатели технологического режима процессов получения аммофоса и диаммофоса приведены в табл. 3.

Таблица 3. Показатели технологического режима производства аммофоса по схеме с аммонизатором-гранулятором

Показатель	Значение показателя
Аммонизация ЭФК	
Концентрация ЭФК, % P ₂ O ₅	52
Мольное отношение NH ₃ :H ₃ PO ₄	
промежуточной	0,5-0,7
конечной	1,05
Температура пульпы, °С	
промежуточной	115
конечной	125
Влажность пульпы, % H ₂ O	17-18
Гранулирование (АГ) и сушка (СБ)	
Температура, °С	
ретура	70-75
продукта после	
АГ	90-95
СБ	85-90
газов:	
на входе в СБ	250-350
на выходе из СБ	105-115
Влажность продукта, % H ₂ O:	
после АГ	1,05-2,0
после СБ	0,5-0,8
Влагосъем в СБ, кгс/(м ³ ·ч)	8-10
Выход товарной фракции, %:	
после АГ	50-70
после СБ	60-80
Кратность ретура	4-6
Очистка газов	
Содержание аммиака, г/м ³ :	
после АГ и нейтрализации	5-6
после СБ	1-2
Расход на абсорбцию, м ³ /т	
ЭФК (52%-ный)	0,04
H ₂ O	0,1

Источник: Бабкин В.В., Бродский А.А. «Фосфорные удобрения России». Москва, ТОО «Агрохим-принт», 1995

При получении аммофоса двухступенчатую аммонизацию возможно проводить также путем получения пульпы при мольном отношении

$\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4 \approx 1,3-1,4$ (на I стадии аммонизации) с последующей нейтрализацией концентрированной кислотой в нейтрализаторе-грануляторе. Такой способ хотя и приводит к большим выделениям аммиака на стадии аммонизации, но позволяет резко снизить выделения аммиака на стадии гранулирования.

Сопоставление способов

Как следует из рассмотрения процессов в аппаратах АГ и БГС, при переработке концентрированных пульп целесообразнее использовать двухступенчатый метод нейтрализации, что позволяет сохранить текучесть концентрированной пульпы и избежать ее разбавления.

Сопоставим процессы получения фосфатов аммония по двухступенчатому методу с использованием аппаратов БГС и АГ:

- достоинство схем с аппаратом БГС – в значительно меньшем количестве ретура;

- схема с аппаратом АГ является более универсальной и позволяет производить любые формы фосфатов аммония, в схеме же с аппаратом БГС получение фосфатов аммония при $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4 > 1,0$ связано с резким уменьшением производительности;

- в схемах с аппаратами БГС процесс остается устойчивым (его легко регулировать) при колебаниях концентрации исходной кислоты; уменьшение концентрации исходной кислоты в схемах с аппаратом АГ приводит к резкому увеличению ретурности и остановке системы;

- на основе схем с аппаратом АГ возможно создание значительно больших единичных мощностей, чем с аппаратом БГС.

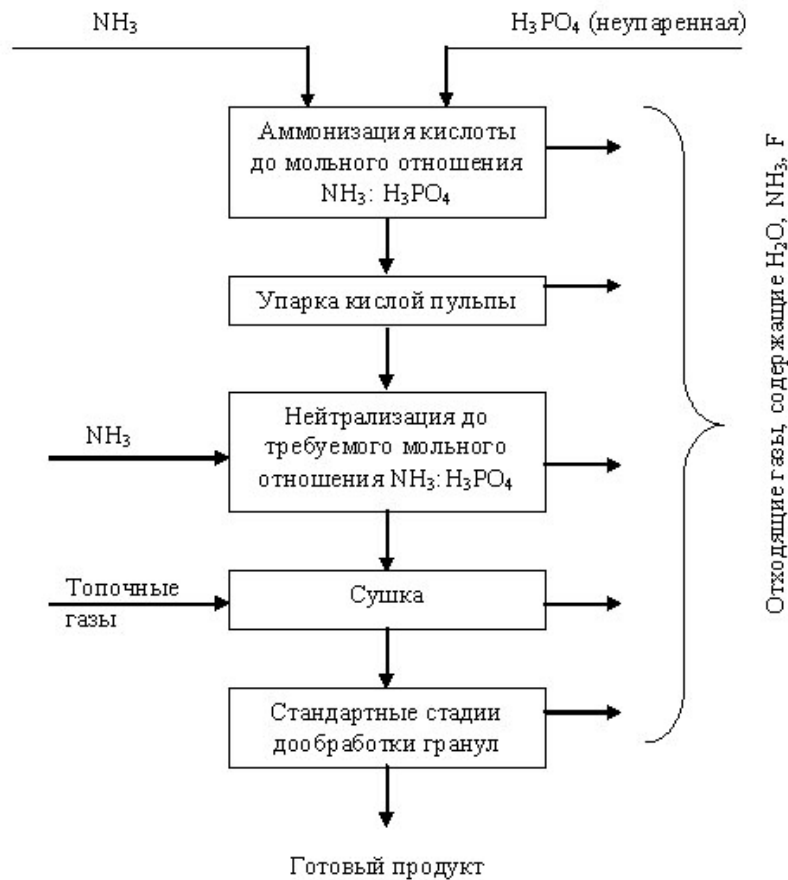
Если требуется обеспечить получение фосфатов аммония при мольном отношении $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4 > 1$ и (или) стремятся к созданию установки более высокой единичной мощности, то необходимо использовать только схему с аппаратом АГ.

Выше была рассмотрена технология производства фосфатов аммония на основе концентрированных пульп, получаемых с использованием упаренной кислоты. Упарка относительно простым способом возможна только для кислоты из апатита. Для получения концентрированной пульпы на основе кислоты из фосфоритов Каратау можно использовать (в соответствии с установленными ранее реологическими характеристиками) метод упарки частично аммонизированной кислоты (для апатитового сырья также можно использовать этот метод помимо упарки кислоты).

Процесс получения фосфатов аммония на основе **переработки концентрированных пульп** разработан в НИУИФ и освоен в опытно-промышленном масштабе. Принципиальная схема процесса приведена на рис. 4. Неупаренную фосфорную кислоту аммонизируют до мольного отношения $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4 \approx 0,4-0,6$ с целью создания текучей пульпы при дальнейшем концентрировании. Упарку пульпы в барабанных или вакуум-выпарных аппаратах можно вести до остаточной влажности 8-25% H_2O .

Последующая стадия – окончательная аммонизация до требуемого мольного отношения.

Рисунок 4. Принципиальная схема получения фосфатов аммония на основе упаренных кислых пульп



Источник: Бабкин В.В., Бродский А.А. «Фосфорные удобрения России». Москва, ТОО «Агрохим-принт», 1995

Расчеты показывают, что при влажности упаренной пульпы 8% тепла, выделяющегося при донейтрализации остаточной свободной кислотности, достаточно для удаления влаги из пульпы с получением продукта влажностью менее 1%. В этом случае надобность в стадии сушки дымовыми газами отпадает. В качестве аппаратов возможно использование как АГ, так и БГС. Аммонизация в аппарате АГ совмещается со стадией гранулирования с последующей (при необходимости) сушкой продукта. При использовании аппарата БГС аммонизацию следует проводить в струйном реакторе; при необходимости сушки в аппарат подают дымовые газы.

При решении вопроса о целесообразности упаривания кислых пульп или кислоты (из апатита) необходимо учитывать следующее:

- при упаривании кислоты возможна утилизация фтора;
- при упаривании кислой пульпы меньше агрессивность среды и можно использовать многокорпусную вакуум-выпарную установку.

Способы, основанные на переработке разбавленных пульп

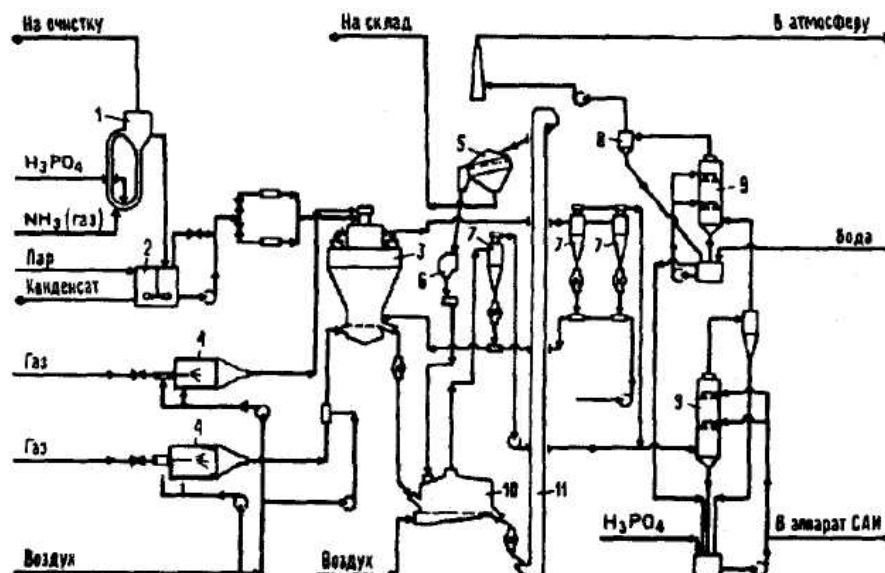
Первоначально процессы производства аммофоса с использованием разбавленных пульп применяли для получения порошковидного аммофоса в распылительной сушилке с последующим его гранулированием. Однако ввиду низкой надежности и громоздкости схемы от такого процесса отказались и перешли к процессам без промежуточного выделения порошковидного аммофоса.

Производство аммофоса по схеме с аппаратом РКСГ (распылительная сушилка-гранулятор кипящего слоя).

Грануляция пульпы осуществляется в рассматриваемой схеме в кипящем слое (рис. 5).

Фосфорную кислоту концентрацией 20-21% P_2O_5 нейтрализуют аммиаком в аппарате САИ до мольного отношения $NH_3:H_3PO_4=1,0-1,1$. Температура пульпы в процессе нейтрализации за счет теплоты химической реакции достигает $110-115^\circ C$. Полученную пульпу при помощи насоса подают в зону повышенной температуры аппарата РКСГ, где она диспергируется газовым потоком теплоносителя, истекающим из сопла со скоростью до 160 м/с; теплоноситель поступает в эту зону из топки при $600-700^\circ C$. Диспергированная пульпа подсушивается в зоне кипящего слоя аппарата РКСГ, куда от второй топки подают теплоноситель при $180-200^\circ C$. В верхнюю часть кипящего слоя при помощи инжектора вдувают пылевидный аммофос из циклонов.

Рисунок 5. Схема производства аммофоса с аппаратом РКСГ



- 1 – скоростной аммонизатор-испаритель САИ; 2 – бак; 3 – аппарат РКСГ; 4 – топки;
 5 – грохот; 6 – дробилка; 7 – циклоны; 8 – брызгоотделитель; 9 – абсорберы;
 10 – холодильник КС; 11 – элеватор

Источник: Бабкин В.В., Бродский А.А. «Фосфорные удобрения России». Москва, ТОО «Агрохим-принт», 1995

Из кипящего слоя сушилки продукт выводят на охлаждение в холодильник КС. Охлажденный продукт подают на односитный грохот для отсева крупной фракции 4 мм, которую направляют на дробление, а измельченный материал возвращают в холодильник КС. Товарную фракцию после грохота направляют на склад. Ее выход из аппарата РКСТ составляет 85-95%.

Отработанные газы перед выбросом в атмосферу проходят систему сухой и мокрой очистки. Абсорбционную жидкость возвращают на стадию нейтрализации фосфорной кислоты.

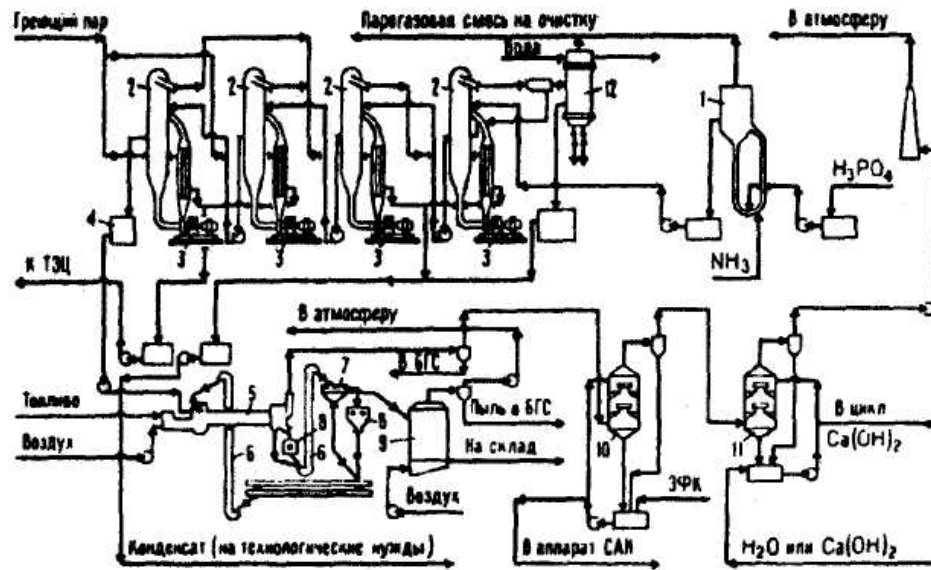
Показатели процесса определяются режимом работы аппарата РКСТ.

Производство аммофоса по схеме с аппаратом БГС и упаркой пульпы. Упарка пульпы позволила резко увеличить единичную мощность установок.

Фосфорную кислоту (рис. 6) вместе со стоками от абсорбционных систем подают в аппарат САИ, где нейтрализуют газообразным аммиаком до $pH = 4,5-5,0$. Из аппарата САИ пульпа поступает в сборник, из которого насосом ее подают в III корпус трехкорпусной выпарной установки поверхностного типа с доупариванием. Пульпа проходит последовательно третий, второй, первый корпуса, доупариватель и из доупаривателя поступает в сборник упаренной пульпы при температуре до $115^{\circ}C$ с влажностью 25-35%. Греющие камеры первого корпуса и доупаривателя обогреваются свежим паром, греющие камеры второго и третьего корпусов – вторичным паром.

Из сборника упаренную пульпу насосом подают на форсунку аппарата БГС и с помощью сжатого воздуха напыляют на завесу ретура. При этом происходит гранулирование и сушка продукта. Сушку продукта до остаточной влажности 1,0% осуществляют в прямотоке с дымовыми газами, поступающими на сушку при $450-500^{\circ}C$. Температура отходящих газов $90-100^{\circ}C$. Высушенный продукт проходит предварительную классификацию в выгрузочном конце аппарата БГС. При этом отделяется крупная фракция, которую после дробилки объединяют с остальным продуктом, выгружаемым из аппарата БГС, и подают на двухситный вибрационный грохот. Товарную фракцию охлаждают в холодильнике КС.

Рисунок 6. Схема производства аммофоса с аппаратом БГС и упаркой пульпы



1 – скоростной аммонизатор-испаритель САИ; 2 – выпарные аппараты;
3 – циркуляционные насосы; 4 – сборник упаренной пульпы; 5 – аппарат БГС;
6 – элеваторы; 7 – грохот; 8 – валковая дробилка; 9 – холодильник КС; 10, 11 – абсорберы АПС; 12 – испаритель жидкого аммиака

Источник: Бабкин В.В., Бродский А.А. «Фосфорные удобрения России». Москва, ТОО «Агрохим-принт», 1995

Показатели технологического режима приведены в табл. 4. На некоторых установках вместо упарки в вакуум-выпарном аппарате используют барботажную упарку пульпы.

Таблица 4. Показатели технологического режима производства аммофоса с использованием аппарата БГС и упаркой пульпы

Показатель	Значение показателя
Нейтрализация ЭФК	
Концентрация ЭФК, % P_2O_5	19-21
Мольное отношение $NH_3:H_3PO_4$	1,02-1,05
Температура пульпы, °С	95-100
Время аммонизации, мин	20
Упарка пульпы	
Влажность пульпы на выходе, %	25-35
Температура пульпы в III корпусе, °С	115
Сушка и гранулирование	
Температура, °С	
газа на входе	500-600
продукта на выходе	90-95
Выход товарной фракции, %	80-90

Источник: Бабкин В.В., Бродский А.А. «Фосфорные удобрения России». Москва, ТОО «Агрохим-принт», 1995

Аммофос по схеме с аппаратом БГС возможно получать на Череповецком ОАО «Аммофос», ОАО «Воскресенские минеральные удобрения», ОАО «Балаковские минеральные удобрения», Кингисеппском ОАО «Фосфорит», Уваровском химическом заводе; по схеме с аммонизатором-гранулятором на Мелеузовском ОАО «Минудобрения», ОАО «Еврохим – Белореченские минудобрения», ОАО «Невинномысский Азот», ОАО «Воскресенские минеральные удобрения».

Расходные нормы при получении аммофоса приведены в таблице 5.

Таблица 5. Средние расходные нормы при получении аммофоса (на 1 т 100% P₂O₅)

Статья расхода	Аммофос	
	с АГ	с БГС
Фосфорная кислота (100% P ₂ O ₅), т	1,0198	1,0198
Серная кислота (мнг), т	0,033	0,079
Аммиак (100% NH ₃), т	0,290	0,281
Электроэнергия, кВт·ч	146,3	77,3
Топливо, кг у.т.	67,0	12,7
Пар, ГДж	0,130	0,213
Вода оборотная, м ³	0,67	0,25

Источник: Бабкин В.В., Бродский А.А. «Фосфорные удобрения России». Москва, ТОО «Агрохим-принт», 1995

Расчеты показали, что процесс получения фосфатов аммония, основанный на переработке концентрированной пульпы имеет следующие преимущества: сокращаются суммарные энергозатраты; повышается производительность сушильного оборудования; сокращаются объемы отходящих на очистку газов.