



**ИнфоМайн** 

**исследовательская группа**

Объединение независимых экспертов в области минеральных ресурсов,  
металлургии и химической промышленности

---

# Обзор рынка диаммонийфосфата в СНГ

*Демонстрационная версия*

*Москва  
декабрь, 2008*

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Аннотация.....</b>	<b>9</b>
<b>Введение .....</b>	<b>10</b>
<b>I. Технология производства диаммонийфосфата и используемое в промышленности сырье .....</b>	<b>12</b>
I.1. Способы производства диаммонийфосфата .....	12
I.2. Основные поставщики сырья и направления поставок.....	21
<b>II. Производство диаммонийфосфата .....</b>	<b>27</b>
II.1. Качество выпускаемой продукции.....	27
II.2. Производство диаммонийфосфата в странах СНГ в 1999-2007 гг .....	30
II.2.1. Производство диаммонийфосфата в России в 1999-2007 гг. и 1 пол. 2008 г. ....	30
II.2.2. Производство диаммонийфосфата в других странах СНГ в 1999-2007 гг. ....	36
II.3. Текущее состояние крупнейших производителей диаммонийфосфата.....	41
II.3.1. <i>ОАО "Аммофос" (Череповец, Вологодская обл.) .....</i>	<i>41</i>
II.3.2. <i>ОАО "Воскресенские минеральные удобрения" (Воскресенск, Московская обл.) .....</i>	<i>50</i>
II.3.3. <i>ОАО "Гидрометаллургический завод" (Лермонтов, Ставропольский край) .....</i>	<i>57</i>
<b>III. Экспорт-импорт диаммонийфосфата.....</b>	<b>63</b>
III.1. Экспорт-импорт диаммонийфосфата в России .....	63
III.1.1. <i>Объем экспорта-импорта диаммонийфосфата в России в 2001-2007 гг. и 1 пол. 2008 г. ....</i>	<i>63</i>
III.1.2. <i>Тенденции и основные направления экспорта-импорта диаммонийфосфата в РФ в 2002-2007 гг. и 1 пол. 2008 г. ....</i>	<i>66</i>
III.2. Экспорт-импорт диаммонийфосфата в других странах СНГ .....	71
<b>IV. Обзор цен на диаммонийфосфат.....</b>	<b>73</b>
IV.1. Внутренние цены на диаммонийфосфат в России в 2005-2007 гг. ....	73
IV.2. Экспортно-импортные цены на диаммонийфосфат в России в 2002-2007 гг. и 1 пол. 2008 г. ....	75
IV.2. Экспортно-импортные цены на диаммонийфосфат в других странах СНГ .....	78
<b>V. Потребление диаммонийфосфата в России.....</b>	<b>79</b>
V.1. Баланс потребления диаммонийфосфата в России в 2001-2007 гг. ....	79
V.2. Структура потребления диаммонийфосфата в России .....	81
V.2.1. <i>Отраслевая структура потребления диаммонийфосфата .....</i>	<i>81</i>
V.2.2. <i>Региональная структура потребления диаммонийфосфата .....</i>	<i>83</i>
V.3. Основные отрасли-потребители диаммонийфосфата в России.....	85

V.3.1. Животноводство .....	85
V.3.2. Растениеводство .....	90
V.3.3. Производство тукосмесей.....	96
V.3.4. Прочие области применения .....	101
V.4. Основные предприятия-потребители диаммонийфосфата в России в 2005-2007 гг.....	104
<b>VI. Прогноз развития рынка диаммонийфосфата в России до 2015 г.....</b>	<b>108</b>
<b>Приложение: Адреса и контактная информация основных производителей диаммонийфосфата в СНГ .....</b>	<b>113</b>

## СПИСОК ТАБЛИЦ

- Таблица 1: Свойства фосфатов аммония
- Таблица 2: Показатели технологического режима производства диаммофоса по схеме с аммонизатором-гранулятором
- Таблица 3: Производство апатитового концентрата в России в 2000-2007 гг. (в пересчете на 100% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), тыс. т
- Таблица 4: Объемы ж/д поставок апатитового концентрата российским предприятиям-производителям ДАФ в 2005-2007 г., тыс. т
- Таблица 5: Производство экстракционной фосфорной кислоты предприятиями-производителями ДАФ в СНГ в 2000-2007 гг., (тыс. т в пересчете на 100% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)
- Таблица 6: Производство аммиака в России в 2001-2007 гг., тыс. т
- Таблица 7: Объемы ж/д поставок аммиака для производства фосфатов аммония в России в 2004-2007 г., тыс. т
- Таблица 8: Технические требования на диаммонийфосфат (ГОСТ 8515-75)
- Таблица 9: Технические требования на диаммонийфосфат кормовой (ГОСТ 19651-74)
- Таблица 10: Технические требования на диаммофос удобрительный гранулированный (ТУ 113-08-556-93 с изм. 1, 2, 3,4)
- Таблица 11: Объемы производства диаммонийфосфата российскими предприятиями (в физическом весе) в 1999-2007 гг., и 1 п. 2008 г., тыс. т
- Таблица 12: Принадлежность к холдингам предприятий, производящих диаммонийфосфат в 2008 г.
- Таблица 13: Объемы производства диаммонийфосфата украинскими предприятиями (в физическом весе) в 1999-2007 гг., тыс. т
- Таблица 14: Технические требования на диаммофос производства ОАО "Сумыхимпром" (ТУ У6-14005076.055-2000)
- Таблица 15: Объемы железнодорожных поставок сырья в ОАО "Аммофос" в 2004-2007 г., тыс. т
- Таблица 16: Финансовые показатели производственной деятельности ОАО "Аммофос" в 2005-2007 г., млн руб
- Таблица 17: Объемы экспорта диаммофоса ОАО "Аммофос" в 2004-2007 гг. и 1 пол. 2008 г., тыс. т
- Таблица 18: Железнодорожные поставки ДАФ производства ОАО "Аммофос" российским потребителям в 2004-2007 г., т, %
- Таблица 19: Финансовые показатели производственной деятельности ОАО "ВМУ" в 2003-2007 гг. и 1 кв. 2008 г.
- Таблица 20: Географическая структура экспорта ДАФ производства ОАО "ВМУ" в 2004-2007 гг. и 1 пол. 2008 г., тыс. т
- Таблица 21: Объемы железнодорожных поставок сырья для производства минеральных удобрений в ОАО "ГМЗ" в 2004-2007 гг., тыс. т
- Таблица 22: Технические характеристики диаммонийфосфата производства ОАО "Гидрометаллургический завод"
- Таблица 23: Объемы ж/д поставок диаммофоса производства ОАО "ГМЗ" российским потребителям в 2005-2007 гг., т

- Таблица 24: Географическая структура экспорта ДАФ производства ОАО "ГМЗ" в 2003-2007 гг. и 1 пол. 2008 г., т
- Таблица 25: Внешняя торговля диаммофосом РФ в 2001-2007 гг., и 1 пол. 2008 г., тыс. т
- Таблица 26: Российские поставщики диаммофоса в 2002-2007 гг. и 1 пол. 2008 г., тыс. т
- Таблица 27: Географическая структура российского экспорта диаммофоса в 2001-2007 гг. и 1 пол. 2008 г., т
- Таблица 28: Российские потребители импортного диаммофоса в 2002-2007 гг. и 1 пол. 2008 г., т
- Таблица 29: Внешняя торговля диаммофосом на Украине в 1999-2007 гг. и 1 пол. 2008 г., тыс. т
- Таблица 30: Географическая структура украинского импорта диаммофоса в 2002-2007 гг., т, %
- Таблица 31: Ежемесячные цены российских производителей на диаммофос в 2005-2007 гг. и 4 мес. 2008 г., руб./т (без НДС)
- Таблица 32: Среднегодовые экспортные цены российских поставщиков диаммонийфосфата в 2002-2007 гг. и 1 пол. 2008 г., \$/т
- Таблица 33: Экспортные цены для основных стран-потребителей российского диаммофоса в 2002-2007 гг. и 1 пол. 2008 г., \$/т
- Таблица 34: Внутреннее потребление диаммофоса в России в 2001-2007 гг. (в физическом весе), тыс. т
- Таблица 35: Объемы железнодорожных поставок ДАФ российским потребителям в 2002-2007 гг., тыс. т, %
- Таблица 36: Примерные среднесуточные нормы кормовых фосфатов для крупного рогатого скота (в граммах на голову)
- Таблица 37: Схема применения диаммонийфосфата для подкормки жвачных животных
- Таблица 38: Нормы расхода диаммонийфосфата, применяемого в качестве удобрения
- Таблица 39: Планируемые объемы работ по внесению минеральных удобрений до 2010 г., млн т
- Таблица 40: Мероприятия Федеральной Целевой Программы, осуществляемые за счет федерального бюджета (млн рублей, с учетом прогноза цен на соответствующие годы)
- Таблица 41: Соотношение питательных веществ в тукосях
- Таблица 42: Вещества, применяемые в качестве антипиренов, их сравнительные характеристики
- Таблица 43: Крупнейшие российские предприятия-потребители диаммофоса в 2005-2007 гг., т, %

## СПИСОК РИСУНКОВ

- Рисунок 1: Принципиальная схема получения фосфатов аммония
- Рисунок 2: Технологическая схема производства гранулированного диаммофоса с аммонизатором-гранулятором
- Рисунок 3: Принципиальная схема получения фосфатов аммония на основе упаренных кислых пульп
- Рисунок 4: Схема производства диаммофоса с аппаратом БГС и упаркой пульпы
- Рисунок 5: Доли производителей ДАФ в общем объеме производства РФ в 2007 г., %
- Рисунок 6: Динамика производства аммофоса и диаммофоса в России (в физическом весе) в 2002-2007 гг., тыс. т
- Рисунок 7: Динамика производства фосфорной кислоты и фосфатных удобрений в ОАО "Аммофос" в 1997-2007 гг., тыс. т
- Рисунок 8: Динамика производства аммофоса и диаммофоса в ОАО "Аммофос" в 1999-2007 гг., тыс. т
- Рисунок 9: Региональная структура железнодорожных поставок ДАФ ОАО "Аммофос" российским потребителям в 2007 г., %
- Рисунок 10: Объемы ж/д поставок апатитового концентрата производства ОАО "Апатит" в ОАО "ВМУ" в 2004-2007 гг., тыс. т
- Рисунок 11: Динамика производства основных видов товарной продукции ОАО "ВМУ" в 2000-2007 гг., тыс. т
- Рисунок 12: Динамика производства аммофоса и диаммофоса в ОАО "Воскресенские минеральные удобрения" в 1999-2006 гг., тыс. т
- Рисунок 13: Динамика производства фосфорной кислоты и аммофоса в ОАО "ГМЗ" в 2002-2007 гг., тыс. т
- Рисунок 14: Производство диаммофоса в ОАО "Гидрометаллургический завод" в 2002-2007 гг., тыс. т
- Рисунок 15: Региональная структура потребления ДАФ производства ОАО "Гидрометаллургический завод" РФ в 2007 г., %
- Рисунок 16: Объем производства диаммофоса в РФ и динамика экспортных поставок продукта в 2002-2007 гг., тыс. т
- Рисунок 17: Доли стран-потребителей российского диаммонийфосфата в 2002-2007 гг., %
- Рисунок 18: Среднегодовые цены российских производителей на диаммофос в 2006-2007 гг. и 4 мес. 2008 г., руб./т (без НДС)
- Рисунок 19: Динамика экспортных цен на диаммонийфосфат в РФ в 2002-2007 гг. и 1 пол. 2008 г., \$/т
- Рисунок 20: Динамика импортных цен на диаммонийфосфат на Украине в 2002-2007 гг. и 1 пол. 2008 г., \$/т
- Рисунок 21: Отраслевая структура потребления диаммонийфосфата в России в 2007 г., %
- Рисунок 22: Региональная структура потребления диаммонийфосфата в России в 2007 г., %
- Рисунок 23: Схема установки сухого тукосмешения непрерывного действия

Рисунок 24: Прогноз производства диаммонийфосфата в России до 2015 г.,  
млн т

Рисунок 25: Прогноз потребления диаммонийфосфата в России до 2015 г.,  
тыс. т

## Аннотация

Настоящий отчет посвящен исследованию текущего состояния рынка диаммонийфосфата в странах СНГ и прогнозу его развития. Отчет состоит из 6 частей, содержит 113 страниц, в том числе 25 рисунков, 43 таблицы и приложение. Данная работа является кабинетным исследованием. В качестве источников информации использовались данные Федеральной службы государственной статистики РФ, Госкомстата Украины, ОАО "РЖД" (статистика железнодорожных перевозок), Федеральной таможенной службы РФ и ГТК Украины (данные по внешнеторговым операциям), агентства по статистике Республики Казахстан, материалы отраслевой и региональной прессы, годовых и квартальных отчетов эмитентов ценных бумаг, а также интернет-сайтов предприятий-производителей и потребителей диаммонийфосфата, использована база данных "Инфолайн".

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

Вторая глава отчета посвящена производству диаммонийфосфата в странах СНГ. В данном разделе приводятся статистические и оценочные данные по объемам выпуска ДАФ 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 рассматриваемого продукта.

В третьей главе отчета приводятся данные о внешнеторговых операциях с ДАФ в России, на Украине в 2001-2007 гг. и 1 пол. 2008 г., и в Казахстане в 2004-2007 гг.

В четвертой главе представлены сведения об уровне цен на диаммофос на внутреннем российском рынке, а также экспортно-импортные цены в России и на Украине в 2002-2007 гг. и 1 пол. 2008 г.

В пятой главе отчета рассматривается потребление диаммонийфосфата в России. Приведен баланс производства-потребления этой продукции, отраслевая и региональная структуры потребления, описано текущее состояние основных отраслей, потребляющих диаммофос, приведены основные потребители и текущее их состояние.

Шестая глава отчета содержит прогноз развития российского рынка диаммофоса на период до 2015 г. В приложении даны адреса и контактная информация предприятий, выпускающих ДАФ в странах СНГ.



## Введение

**Диаммонийфосфат** (гидрофосфат диаммония, гидроортофосфат аммония, диаммофос, ДАФ) представляет собой соль ортофосфорной кислоты. Химическая формула –  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ , молекулярная масса – 132,06. В чистом виде – это бесцветные кристаллы с моноклинной решеткой ( $a = 1,0735$  нм,  $b = 0,6689$  нм,  $c = 0,8000$  нм,  $\beta = 109,72^\circ\text{C}$ ). Вещество термически малоустойчиво, при нагревании до  $70^\circ\text{C}$  легко разлагается с выделением  $\text{NH}_3$ . Хорошо растворяется в воде и частично гидролизуется, не растворяется в ацетоне и метаноле.

В общем случае фосфаты аммония образуются при последовательной нейтрализации ортофосфорной кислоты аммиаком. При этом диаммонийфосфат, так же, как и моноаммонийфосфат (аммофос,  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ) является высококонцентрированным азотно-фосфорным удобрением, в то время как триаммонийфосфат ( $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ ) практического применения не имеет, т.к. разлагается при  $30-40^\circ\text{C}$ . Некоторые свойства фосфатов аммония приведены в таблице 1.

**Таблица 1: Свойства фосфатов аммония**

Показатель	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	$(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$
$T_{\text{пл.}}, ^\circ\text{C}$	192 (с разл.)	–	–
Плотность, г/см <sup>3</sup>	1,803	1,619	–
$n_{\text{D}}^{20}$	1,479	1,53	
$C_p$ , Дж/(моль К)	142,0	182,13	230,1
$\Delta H_{\text{обр.}}$ , кДж/моль	-1445,0	-1565,7	-1671,0
Растворимость в 100 г воды ( $25^\circ\text{C}$ ), г	40,0	69,5	17,7
pH 0,1 М р-ра	4,4	8,0	9,4
Содержание азота, %	12,2	21,2	21,1
Содержание $\text{P}_2\text{O}_5$ , %	61,8	53,8	47,6

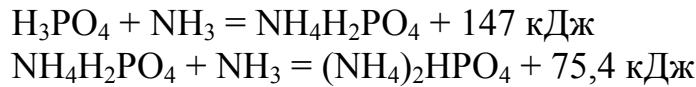
Источник: обзор специальной литературы

Отметим, что самым распространенным сложным удобрением является аммофос. Это объясняется его высокой агрохимической эффективностью и хорошей совместимостью с другими удобрениями, что позволяет на основе аммофоса получать смешанные удобрения с любым заданным соотношением питательных веществ.

Комплексное удобрение *аммофос* в качестве основного вещества содержит моноаммонийфосфат и до 10% диаммонийфосфата (из-за избытка аммиака в процессе производства), *диаммофос* в основном состоит из диаммонийфосфата. В качестве примесей технические продукты содержат сульфат аммония, фосфаты железа, алюминия, магния и др., причем состав и количество примесей зависят от степени загрязнения исходной фосфорной

кислоты. Для производства ДАФ используется термическая или обесфторенная экстракционная  $H_3PO_4$ .

Нейтрализация фосфорной кислоты аммиаком с получением аммофоса и диаммофоса протекает по реакциям:



При этом моноаммонийфосфат получается при мольном отношении  $NH_3:H_3PO_4 = 1$ , диаммонийфосфат – при отношении, равном 2.

ДАФ применяют в основном в качестве кормового средства для жвачных животных. Для производства **кормового** диаммофоса используется термическая или обесфторенная экстракционная фосфорная кислота.

Диаммонийфосфат **удобрительный** – это высококачественное гранулированное, концентрированное, безнитратное, комплексное азотно-фосфорное минеральное удобрение. При внесении в почву ДАФ повышает её рН (увеличение основности), но через длительный период начинает уменьшать рН (увеличение кислотности) почвы за счёт окисления аммония ( $NH_4^+$ ) в азот. Также применяется в качестве компонента в тукосмесях.

$(NH_4)_2HPO_4$  применяют также для приготовления пищевых дрожжей, в косметической и фармацевтической промышленности.

Кроме того, диаммонийфосфат используют в качестве антипирена для древесины, бумаги, тканей, оказывающего существенное огнезащитное действие, обусловленное образованием на поверхности материала негорючего пористого слоя, который преграждает доступ пламени и теплоты.

## I. Технология производства диаммонийфосфата и используемое в промышленности сырье

Природные соединения фосфора – фосфориты и апатиты – содержат фосфор в виде нерастворимого третичного фосфата  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , который плохо усваивается растениями. Для получения легко усваиваемых удобрений фосфориты подвергают химической переработке, заключающейся в превращении нормальной соли в кислую. Таким путем готовят наиболее важные фосфорные удобрения – суперфосфат, двойной суперфосфат и преципитат. Фосфаты аммония – аммофос и диаммофос – получают путем взаимодействия фосфорной кислоты с аммиаком. Для этих целей может применяться как термическая, так и экстракционная фосфорная кислота. Обычно применяется более дешевая экстракционная кислота.

Совместной переработкой фосфорной и азотной кислот получают сложные удобрения – нитроаммофос и нитроаммофоску. Кроме того, сложные удобрения, а также тукосмеси можно получать на основе фосфатов аммония.

В настоящее время фосфаты аммония производят несколькими способами, которые отличаются между собой условиями нейтрализации кислоты и процессом кристаллизации готового продукта.

### I.1. Способы производства диаммонийфосфата

#### *Производство диаммонийфосфата из концентрированной фосфорной кислоты*

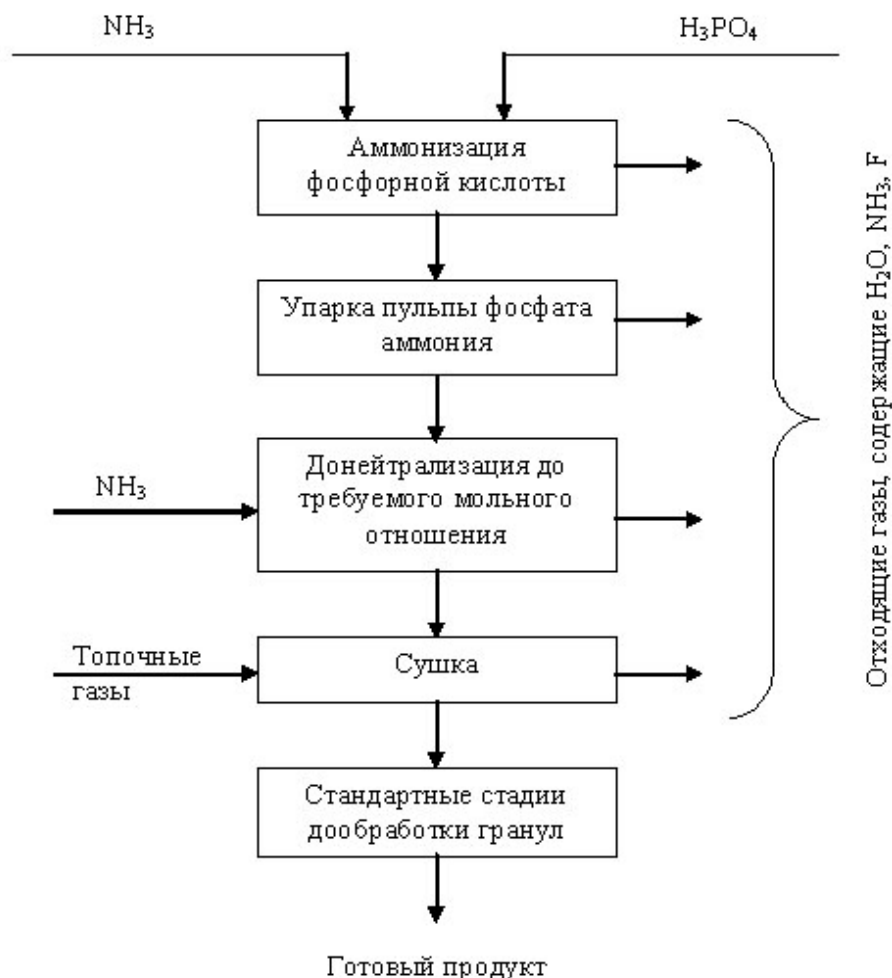
Принципиальная схема получения фосфатов аммония представлена на рисунке 1. При этом диаммофос получают из концентрированной фосфорной кислоты аналогично производству аммофоса.

На технологический процесс получения фосфатов аммония оказывают влияние примеси, присутствующие в фосфорной кислоте, ее концентрация, температура, давление и другие факторы. Фосфаты аммония, получаемые из термической фосфорной кислоты, обладают высокой чистотой, не содержат примесей и используются в основном в пищевой, фармацевтической промышленности или для других технических целей. Концентрация термической кислоты не должна быть выше 77%  $\text{H}_3\text{PO}_4$ .

Образующаяся при нейтрализации экстракционной фосфорной кислоты аммофосная пульпа представляет собой сложную солевую систему. Кроме фосфатов, в ее состав входят сульфат аммония  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , фосфаты кальция, магния, алюминия и железа в виде  $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MgHPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{AlPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , кремнефторид аммония  $(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6$  и комплексные соединения типа  $\text{Fe}_3\text{NH}_4\text{H}_6(\text{PO}_4)_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $(\text{Fe}, \text{Al})\text{NH}_4\text{H}_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2\text{H}_2\text{F}(\text{PO}_4)_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ . Дикальций- и димагний-фосфаты цитратнорастворимы и полностью усваиваются растениями. Средние фосфаты железа и алюминия растворимы в 2%-ной лимонной кислоте и

усваиваются растениями на 40-50%. Комплексные соединения нерастворимы, и их присутствие снижает содержание усвояемого  $P_2O_5$  в удобрении.

**Рисунок 1: Принципиальная схема получения фосфатов аммония**



*Источник: обзор специальной литературы*

Образование комплексных соединений происходит при низких значениях pH. Поэтому, чтобы избежать образования неусвояемых солей, процесс нейтрализации фосфорной кислоты необходимо вести при  $pH > 3$ . Так, при нейтрализации сравнительно чистой фосфорной кислоты из апатитового концентрата pH в пульпе поддерживают не выше 4,5, для загрязненной примесями фосфорной кислоты из фосфоритов Каратау – в пределах 5-5,5.

Практический режим нейтрализации должен быть таким, чтобы образующаяся в смесителях (нейтрализаторах) пульпа обладала достаточной подвижностью. Вязкая пульпа трудно перекачивается насосами и плохо поглощает аммиак. Вязкость аммофосной пульпы зависит прежде всего от концентрации исходной фосфорной кислоты, а также от растворимости фосфатов аммония, температуры и других факторов.

В производстве диаммофоса достаточно текучая пульпа с небольшим содержанием твердой фазы образуется при нейтрализации концентрированной (до 75%) фосфорной кислотой, причем процесс проводят в две ступени, так как при подаче всего количества аммиака в одной ступени температура поднимается очень высоко и получается слишком густая пульпа, вследствие чего имеют место потери аммиака. Поэтому после реакции в первой ступени пульпа охлаждается, а затем поступает на реакцию второй ступени.

Первую ступень осуществляют в смесителях до мольного отношения  $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4 = 1,4$ . При более высоком соотношении происходит загустевание пульпы, что осложняет процесс. Вторую ступень нейтрализации до мольного отношения  $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4 = 2$  проводят в барабанах одновременно с грануляцией продукта.

Температурный режим в нейтрализаторах поддерживается за счет тепла реакции нейтрализации около  $80^\circ\text{C}$ . Более высокая температура приводит к разложению продукта и потерям аммиака.

Диаммофос из концентрированной фосфорной кислоты получают в аппарате аммонизаторе-грануляторе (АГ, позволяющем перерабатывать вязкие среды), с применением вакуум-кристаллизаторов. В схеме производства предусмотрен замкнутый цикл водооборота и сведены к минимуму выбросы аммиака и фтора в атмосферу.

В этой схеме используют обезфторенную (0,5% F) концентрированную фосфорную кислоту (50-54%  $\text{P}_2\text{O}_5$ ), полученную путем упаривания экстракционной фосфорной кислоты из апатитового концентрата. Применение концентрированной фосфорной кислоты значительно упрощает технологический процесс, так как уменьшается объем испаряемой влаги.

Использование в производстве ДАФ обезфторенной (путем осаждения кремнефторида натрия) фосфорной кислоты улучшает качество готового продукта и упрощает очистку отходящих газов.

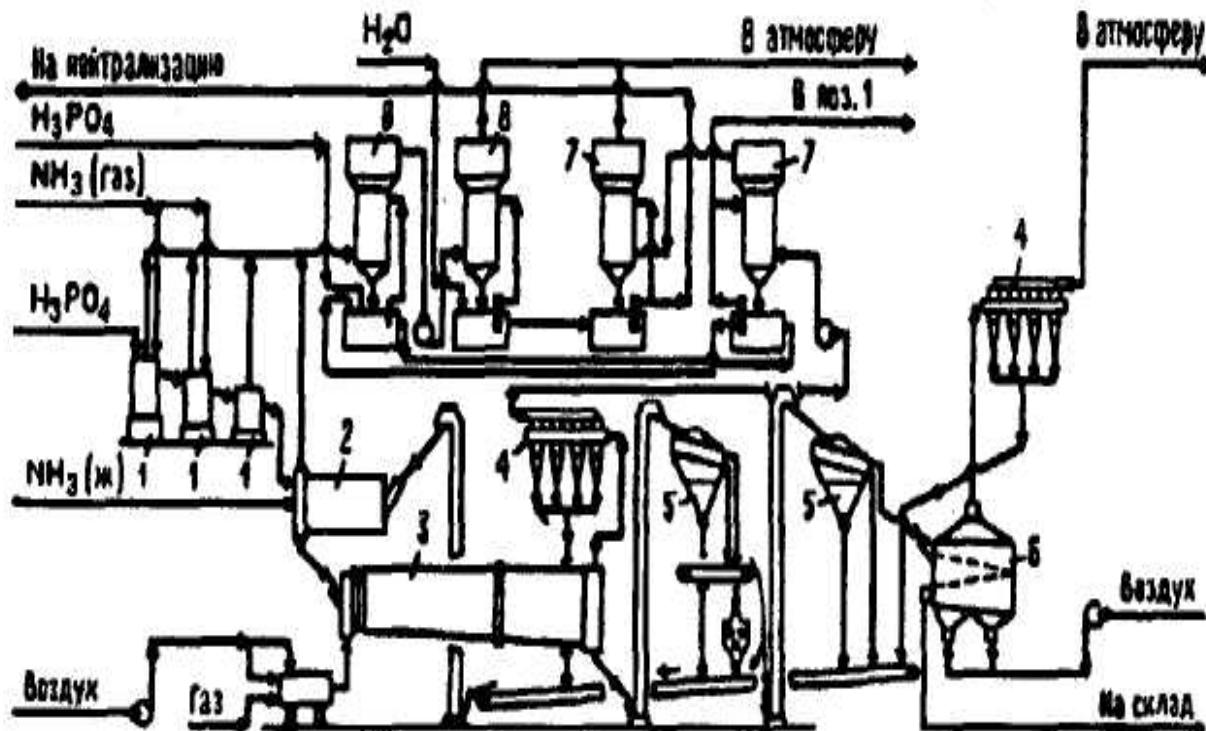
Схема производства диаммонийфосфата с применением аппарата АГ представлена на рисунке 2.

Упаренную фосфорную кислоту подают из хранилища в каскадно расположенные нейтрализаторы емкостного типа – 1, оборудованные трехъярусными турбинными мешалками. Одновременно в нейтрализаторы поступают стоки от систем абсорбции – 7, 8, в результате чего концентрация фосфорной кислоты снижается до 47-48%  $\text{P}_2\text{O}_5$ , разбавление необходимо для обеспечения текучести пульпы.

Фосфорную кислоту нейтрализуют газообразным аммиаком до мольного отношения  $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4 = 1,4$ . Полученная в нейтрализаторах пульпа самотеком поступает в аммонизатор-гранулятор – 2, где доаммонизируется жидким аммиаком до  $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4=2$ . Здесь же происходит смешение пульпы с ретуром и укрупнение гранул продукта за счет кристаллизации на их поверхности солей, растворимость которых меняется в зависимости от pH пульпы. Влажность материала в грануляторе поддерживают в пределах 1-2%

при помощи ретура, расход которого контролируют весами и дистанционно регулируют управляемой заслонкой.

**Рисунок 2: Технологическая схема производства гранулированного диаммофоса с аммонизатором-гранулятором**



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

Источник: обзор специальной литературы

Гранулированный продукт сушат в прямоточной барабанной сушилке – 3 дымовыми газами, получаемыми при сжигании топлива в выносной топке. Сушку ДАФ производят при температуре не выше 60°C во избежание потери им аммиака и перехода в моноаммонийфосфат (в то время, как сушку моноаммонийфосфата можно вести при температуре до 100-110°C).

Высушенные гранулы отсеивают на вибрационных грохотах – 5. 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 – 6, где охлаждают атмосферным воздухом. 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, очищают от пыли в циклоне – 4 и далее от аммиака, фтористых соединений и от остатков пыли – в двух абсорберах. Стоки от систем абсорбции возвращают в нейтрализаторы. Таким образом, в производстве диаммофоса загрязненные стоки не образуются. Запыленный воздух после холодильника перед выбросом в атмосферу очищают от пыли в циклоне.

Аммонизатор-гранулятор представляет собой полый открытый вращающийся барабан диаметром 4 м, длиной 6-8 м и установленный под углом 2° к горизонтальной оси. Частота вращения барабана 10 об/мин. Аппарат изготовлен из углеродистой стали, футерован листовой нержавеющей сталью. Внутри АГ имеется тетка для загрузки ретура и трубопроводы для подачи пульпы и аммиака. Аппарат оборудован срезающим ножом, расположенным вдоль всего барабана, для очистки стенок от налипшего продукта. Аммонизаторы-грануляторы отличаются высокой производительностью, компактны, совмещены в одном аппарате процессы аммонизации и гранулирования, устойчивы в работе, просты в управлении.

Отметим, что мощность условного аппарата АГ составляет 260 тыс. т диаммофоса в год (в пересчете на 100% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). При этом диаммонийфосфат этим методом возможно получать только с помощью АГ (в отличие от аммофоса, который получают также с применением Барабанного Гранулятора-сушилки (аппарат БГС)).

Показатели технологического режима производства ДАФ представлены в таблице 2.

**Таблица 2: Показатели технологического режима производства диаммофоса по схеме с аммонизатором-гранулятором**

Показатель	Значение
<b>Аммонизация ЭФК</b>	
Концентрация ЭФК, % P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	52
Мольное отношение NH <sub>3</sub> :H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (промежуточной стадии)	1,35-1,4
Мольное отношение NH <sub>3</sub> :H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (конечной стадии)	1,75
Температура пульпы, °С	120
Влажность пульпы, % H <sub>2</sub> O	13-15
<b>Гранулирование (АГ) и сушка (СБ)</b>	
Температура ретура, °С	65-70
Температура продукта после АГ, °С	75
Температура продукта после СБ, °С	75-78
Температура газов на входе в СБ, °С	180-200
Температура газов на выходе из СБ, °С	75-85
Влажность продукта после АГ, % H <sub>2</sub> O	1,5-1,7

Показатель	Значение
Влажность продукта после СБ, % H <sub>2</sub> O	1-1,5
Влагосъем в СБ, кгс/(м <sup>3</sup> ·ч)	6-8
Выход товарной фракции после АГ, %	50-70
Выход товарной фракции после СБ, %	60-80
Кратность ретура	4-6
<b>Очистка газов</b>	
Содержание аммиака после АГ и нейтрализации, г/м <sup>3</sup>	10-15
Содержание аммиака после СБ, г/м <sup>3</sup>	2-3
Расход ЭФК (52%-ной) на абсорбцию, м <sup>3</sup> /т	0,12
Расход H <sub>2</sub> O на абсорбцию, м <sup>3</sup> /т	0,3

Источник: обзор специальной литературы

В общем случае при получении кормового диаммонийфосфата, содержащего 52% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и 19% N, на 1 т (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>+N) расходуется 0,764 т P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в виде концентрированной фосфорной кислоты, 0,353 т аммиака при коэффициенте использования P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 96%.

### **Производство фосфатов аммония методом упарки частично аммонизированной кислоты**

Выше была рассмотрена технология производства фосфатов аммония с использованием упаренной кислоты. Однако упарка относительно простым способом возможна только для кислоты из апатита. Для получения концентрированной пульпы на основе кислоты из фосфоритов Каратау можно использовать метод упарки частично аммонизированной кислоты (для апатитового сырья также можно использовать этот метод помимо упарки кислоты).

Для того чтобы получаемая при нейтрализации пульпа не была слишком густой, концентрация исходной фосфорной кислоты не должна быть слишком высокой. Чем больше в кислоте примесей железа и алюминия, тем ее концентрация должна быть ниже, чтобы компенсировать убыль воды, переходящей в твердую фазу с осадками, образующимися из примесей. Обычно исходная экстракционная фосфорная кислота, полученная из флотированных фосфоритов, берется с концентрацией 23-26% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, а более чистая кислота из апатитового концентрата – 26-30% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Данный метод получения фосфатов аммония разработан в ОАО "Научно-исследовательский институт по удобрениям и инсектофунгицидам им. проф. Я.В.Самойлова" (НИУИФ) и освоен в опытно-промышленном масштабе. Принципиальная схема процесса приведена на рисунке 3.

Неупаренную фосфорную кислоту аммонизируют до мольного отношения NH<sub>3</sub>:H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> ≈ 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<sub>2</sub>O. Последующая стадия – окончательная аммонизация до требуемого мольного отношения.