



**Исследовательская группа**

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

---

# Обзор рынка фосфорной кислоты в СНГ

*Демонстрационная версия*

*Москва  
август, 2008*

## Содержание

<b>Аннотация.....</b>	<b>9</b>
<b>Введение .....</b>	<b>10</b>
<b>I. Технология производства фосфорной кислоты и используемое в промышленности сырье .....</b>	<b>12</b>
I.1. Технология производства фосфорной кислоты .....	12
I.2. Основные поставщики и направления поставок сырья.....	16
<b>II. Производство фосфорной кислоты в России и странах СНГ .....</b>	<b>22</b>
2.1. Качество выпускаемой продукции .....	22
2.2. Производство фосфорной кислоты в странах СНГ в 1997-2007 гг. ....	24
II.2.1. Производство фосфорной кислоты в России в 1997-2007 гг. ....	26
II.2.2. Производство фосфорной кислоты на Украине в 1997-2007 гг. ....	29
II.2.3. Производство фосфорной кислоты в Казахстане в 1997-2007 гг. ....	31
II.2.4. Производство фосфорной кислоты в Узбекистане в 1997-2007 гг. ...	33
II.2.5. Производство фосфорной кислоты в Белоруссии в 1997-2007 гг. ....	36
II.3. Основные предприятия-производители триполифосфата натрия в странах СНГ .....	37
II.4. Текущее состояние крупнейших производителей триполифосфата натрия в СНГ .....	39
II.4.1. ОАО "ФосАгро" .....	39
II.4.1.1. ОАО "Аммофос" (Череповец, Вологодская обл., РФ).....	40
II.4.1.2. ООО "Балаковские минеральные удобрения (БМУ)" (Балаково, Саратовская обл., РФ) .....	45
II.4.2. ОАО "МХК "Еврохим" .....	50
II.4.2.1. ООО "Еврохим-Белореченские минеральные удобрения" (Белореченск, Краснодарский край., РФ) .....	53
II.4.2.2. ООО "Воскресенские минеральные удобрения" (Воскресенск, Московская обл., РФ).....	57
II.4.3. ООО "Воскресенские минеральные удобрения" (Воскресенск, Московская обл., РФ).....	57
II.4.4. ОАО "Гомельский химический завод" (Гомель, Белоруссия).....	64
<b>III. Экспорт-импорт фосфорной кислоты.....</b>	<b>66</b>
III.1. Объем экспорта-импорта фосфорной кислоты в России в 1997-2007 гг.	66
III.2. Тенденции и особенности экспортно-импортных поставок фосфорной кислоты РФ .....	67
III.3. Основные направления экспортно-импортных поставок фосфорной кислоты РФ .....	71
III.4. Объем и основные направления экспорта-импорта фосфорной кислоты на Украине в 2003-2007 гг. ....	73
III.5. Объем и основные направления экспортно-импортных поставок фосфорной кислоты Казахстаном в 2004-2007 гг. ....	75

III.6. Объемы экспортно-импортных поставок фосфорной кислоты между Россией и Белоруссией в 2003-2007 гг. ....	76
<b>IV. Обзор цен на фосфорную кислоту .....</b>	<b>77</b>
IV.1. Внутренние цены на фосфорную кислоту .....	77
IV.2. Динамика экспортно-импортных цен в РФ .....	78
IV.3. Динамика экспортно-импортных цен на Украине .....	79
IV.4. Динамика экспортно-импортных цен в Казахстане.....	80
IV.5. Динамика экспортно-импортных цен в Белоруссии.....	81
<b>V. Потребление фосфорной кислоты в СНГ .....</b>	<b>82</b>
V.1. Баланс потребления фосфорной кислоты в России .....	82
V.2. Баланс потребления фосфорной кислоты на Украине.....	84
V.3. Баланс потребления фосфорной кислоты в Казахстане .....	85
V.4. Структура потребления фосфорной кислоты в России .....	86
V.5. Основные области потребления фосфорной кислоты .....	88
V.5.1. Химическая промышленность. Производство фосфатных минеральных удобрений.....	88
V.5.2. Химическая промышленность. Производство триполифосфата натрия .....	91
V.6. Потребители фосфорной кислоты в России.....	94
V.6.1. ОАО "Среднеуральский медеплавильный завод" (СУМЗ, г. Ревда, Свердловская обл., РФ).....	94
V.6.2. ЗАО "Метакхим" (г. Волхов, Ленинградская обл., РФ) .....	98
<b>VI. Прогноз производства (потребления) фосфорной кислоты в России на период до 2015 г. ....</b>	<b>101</b>
<b>Приложение: Адресная книга предприятий-производителей и потребителей фосфорной кислоты .....</b>	<b>102</b>

## Список таблиц

Таблица 1. Производство фосфатов в России в 1999-2007 гг. (в пересчете на 100% $P_2O_5$ ), тыс. т.....	17
Таблица 2. Поставки апатитового концентрата производителям экстракционной фосфорной кислоты в СНГ в 2004-2007 гг., тыс. т (в пересчете на 100% $P_2O_5$ ) .....	18
Таблица 3. Динамика производства желтого фосфора в ОАО "Новоджамбулский фосфорный завод" в 1998-2007 гг., тыс. т .....	20
Таблица 4. Требования к качеству термической фосфорной кислоты (ГОСТ 10678-76) .....	22
Таблица 5. Требования к качеству экстракционной фосфорной кислоты обессульфаченной (ТУ 113-08-5015 182-105-95).....	22
Таблица 6. Требования к качеству экстракционной фосфорной кислоты производства ОАО "Сумыхимпром" (Украина) (ТУ 113-08-5015 182-105-95) .....	23
Таблица 7. Динамика производства экстракционной фосфорной кислоты в СНГ в 1997-2007 гг., тыс. т (в пересчете на 100% $P_2O_5$ ).....	25
Таблица 8. Динамика производства термической фосфорной кислоты в СНГ в 1997-2007 гг., тыс. т (в пересчете на 100% $P_2O_5$ ).....	25
Таблица 9. Производство товарной фосфорной кислоты в России в 1998-2007 гг. (тыс. т в пересчете на 100% $P_2O_5$ ) .....	27
Таблица 10. Производство товарной фосфорной кислоты на Украине в 2003-2007 гг. по предприятиям, т (в пересчете на 100% $P_2O_5$ ).....	30
Таблица 11. Основные производители фосфорной кислоты в странах СНГ в 2003-2007 гг., тыс. т (в пересчете на 100% $P_2O_5$ ), %.....	38
Таблица 12. Российские потребители фосфорной кислоты ООО "Балаковские минеральные удобрения" в 2003-2007 гг., тыс. т .....	48
Таблица 13. Экспорт фосфорной кислоты ООО "Еврохим-БМУ" и его потребители в 2004-2007 гг., тыс. т, \$/т.....	55
Таблица 14. Российские потребители фосфорной кислоты ООО "Еврохим-БМУ" в 2004-2007 гг., тыс. т .....	55
Таблица 15. Российские потребители фосфорной кислоты ОАО "ВМУ" в 2002-2007 гг., тыс. т.....	60
Таблица 16. Экспорт фосфорной кислоты ОАО "ВМУ" и его потребители в 2003-2007 гг., тыс. т, \$/т.....	61
Таблица 17. Финансовые показатели производственной деятельности ОАО "ВМУ" в 2003-2007 гг. и 1 кв. 2008 г. ....	62
Таблица 18. Динамика производства экстракционной фосфорной кислоты в ОАО "Гомельский химический завод" в 1997-2007 гг., тыс. т (в пересчете на 100% $P_2O_5$ ).....	65
Таблица 19. Экспорт фосфорной кислоты российскими предприятиями в 2001-2007 гг., тыс. т, % .....	67
Таблица 20. Российские потребители импортной фосфорной кислоты в 2001-2007 гг., т .....	68

Таблица 21. Страны-импортеры фосфорной кислоты РФ в 2001-2007 гг., т.....	71
Таблица 22. Страны-экспортеры фосфорной кислоты в Россию в 2001-2007 гг., т .....	72
Таблица 23. Страны-импортеры фосфорной кислоты Украины в 2003-2007 гг., т .....	74
Таблица 24. Страны-экспортеры фосфорной кислоты на Украину в 2003-2007 гг., т .....	74
Таблица 25. Страны-импортеры фосфорной кислоты Казахстана в 2004-2007 гг., т .....	75
Таблица 26. Страны-экспортеры фосфорной кислоты в Казахстан в 2004-2007 гг., т .....	75
Таблица 27. Среднегодовые цены на фосфорную кислоту производства ОАО "Воскресенские минеральные удобрения" в 2006-2007 гг., руб./т без НДС .....	77
Таблица 28. Текущие цены на фосфорную кислоту производства ОАО "Аммофос" .....	77
Таблица 29. Цены на фосфорную кислоту производства ОАО "Сумыхимпром", \$/т, без НДС .....	77
Таблица 30. Среднегодовые цены экспорта фосфорной кислоты РФ в различные страны в 2001-2007 гг., \$/т .....	78
Таблица 31. Среднегодовые цены на импортируемую РФ фосфорную кислоту в 2001-2007 гг., \$/т .....	78
Таблица 32. Среднегодовые цены экспорта фосфорной кислоты Украиной в различные страны в 2003-2006 гг., \$/т .....	79
Таблица 33. Среднегодовые цены на импортируемую Украиной фосфорную кислоту в 2003-2007 гг., \$/т .....	80
Таблица 34. Среднегодовые цены экспорта фосфорной кислоты Казахстана в различные страны в 2004-2007 гг., \$/т .....	80
Таблица 35. Среднегодовые цены на импортируемую Казахстаном фосфорную кислоту в 2004-2007 гг., \$/т .....	81
Таблица 36. Баланс потребления фосфорной кислоты в России в 1997-2007 гг. (в пересчете на 100% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) .....	83
Таблица 37. Баланс потребления фосфорной кислоты на Украине в 2003-2007 гг. (в пересчете на 100% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) .....	84
Таблица 38. Баланс потребления фосфорной кислоты в Казахстане в 2004-2007 гг. ....	85
Таблица 39. Структура потребления фосфорной кислоты в России по отраслям в 2006-2007 г., тыс. т (в пересчете на 100% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ), % .....	86
Таблица 40. Производство фосфорсодержащих удобрений в России в 2004-2007 гг., тыс. т (в пересчете на 100% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) и доля предприятий в общем объеме производства, % .....	90
Таблица 41. Динамика производства триполифосфата натрия в России по предприятиям в 1997-2007 гг., тыс. т .....	93

## Список рисунков

Рисунок 1. Технологическая схема производства термической фосфорной кислоты.....	13
Рисунок 2. Технологическая схема производства экстракционной фосфорной кислоты.....	14
Рисунок 3. Динамика производства фосфорной кислоты в СНГ в 1997-2007 гг., тыс. т (в пересчете на 100% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ).....	24
Рисунок 4. Динамика производства фосфорной кислоты на Украине в 1997-2007 гг., тыс. т (в пересчете на 100% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) .....	29
Рисунок 5. Динамика производства фосфорной кислоты в Казахстане в 1997-2007 гг., тыс. т (в пересчете на 100% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) .....	31
Рисунок 6. Динамика производства фосфорной кислоты в Узбекистане в 1997-2007 гг., тыс. т (в пересчете на 100% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) .....	33
Рисунок 7. Динамика производства фосфорной кислоты в Белоруссии в 1997-2007 гг., тыс. т (в пересчете на 100% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) .....	36
Рисунок 8. Динамика производства серной кислоты на ОАО "Аммофос" в 2000-2007 гг., тыс. т.....	41
Рисунок 9. Динамика производства фосфорной кислоты и аммофоса в ОАО "Аммофос" в 1997-2007 гг., тыс. т.....	42
Рисунок 10. Динамика производства фосфатных удобрений ОАО "Аммофос" (тыс. т) и доля предприятия в общем объеме производства этой продукции в РФ (%).....	43
Рисунок 11. Динамика производства основных видов продукции в ООО "Балаковские минеральные удобрения" в 2000-2007 гг., тыс. т (в пересчете на 100% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ).....	46
Рисунок 12. Динамика производства аммофоса на ООО "Балаковские минеральные удобрения" в 1999-2007 гг., тыс. т (в пересчете на 100% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) .....	47
Рисунок 13. Динамика производства фосфорной кислоты и фосфатных удобрений (тыс. т в пересчете на 100% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) в ООО "Еврохим-БМУ" и доля аммофоса в производстве фосфатных удобрений (%) .....	54
Рисунок 14. Динамика производства основных видов товарной продукции ОАО "Воскресенские минеральные удобрения" в 2000-2007 гг., тыс. т.....	59
Рисунок 15. Динамика экспорта-импорта фосфорной кислоты в РФ в 1997-2007 гг., тыс. т.....	66
Рисунок 16. Географическая структура экспорта фосфорной кислоты РФ в 2007 г., % .....	71
Рисунок 17. Внешняя торговля Украины фосфорной кислотой в 2003-2007 гг., т .....	73
Рисунок 18. Торговля фосфорной кислотой между Россией и Белоруссией в 2003-2007 гг., т.....	76
Рисунок 19. Среднегодовые цены импорта и экспорта фосфорной кислоты Белоруссией в 2003-2007 гг., \$/т.....	81

---

Рисунок 20. Динамика производства и потребления фосфорной кислоты в России в 1997-2007 гг., тыс. т .....	82
Рисунок 21. Динамика производства и потребления фосфорной кислоты на Украине (тыс. т) и доля импорта в потреблении (%) в 2003-2007 гг.....	84
Рисунок 22. Динамика производства и потребления фосфорной кислоты в Казахстане в 2004-2007 гг., тыс. т .....	85
Рисунок 23. Структура потребления фосфорной кислоты в России в 2007 г. по отраслям, % .....	87
Рисунок 24. Динамика производства фосфатных удобрений в России в 1997-2007 гг., тыс. т.....	88
Рисунок 25. Динамика производства триполифосфата натрия в России в 1997-2007 гг., тыс. т.....	92
Рисунок 26. Объем поставок сырья в ОАО "СУМЗ" и производство триполифосфата натрия в 2002-2007 гг., тыс. т .....	94
Рисунок 27. Объем поставок сырья в ЗАО "Метакхим" в 2002-2007 гг., тыс. т...	98
Рисунок 28. Выпуск фосфорной кислоты в России и прогноз ее производства (потребления) на период до 2015 гг., млн т.....	101

## Аннотация

Настоящий отчет посвящен обзору рынка фосфорной кислоты в СНГ. Отчет подготовлен на основе изучения и анализа данных Федеральной службы государственной статистики РФ (ФСГС РФ), Федеральной таможенной службы РФ (ФТС РФ), статистики внутренних железнодорожных перевозок, а также данных "Инфомайн". Отчет состоит из 6 глав, содержит 102 страницы, в том числе 41 таблицу, 28 рисунков и приложение.

В первой главе отчета приведены сведения о существующих технологиях производства фосфорной кислоты, их особенностях, требуемом для производства сырье и его качестве.

Вторая глава отчета посвящена анализу производства фосфорной кислоты в СНГ. В этой главе приведены требования существующей нормативно-технической документации к качеству фосфорной кислоты различных марок, статистика производства этой продукции в 1997-2007 гг., оценена региональная структура производства, описаны основные производители фосфорной кислоты.

В третьей главе анализируются внешнеторговые операции с фосфорной кислотой в РФ, на Украине, в Казахстане и в Белоруссии. Приведены данные об объемах экспорта и импорта изучаемой продукции, оценена региональная структура поставок, приведены данные об объемах поставок фосфорной кислоты экспортерами и импортерами этой продукции.

В четвертой главе приведены сведения об уровне цен на фосфорную кислоту на внутреннем российском рынке, а также проанализированы данные об изменениях экспортно-импортных цен на данную продукцию за последние 7 лет.

В пятой главе отчета приведен баланс производства-потребления фосфорной кислоты в России, на Украине, в Казахстане и в Белоруссии, оценена региональная и отраслевая структура потребления изучаемой продукции, описаны основные потребители фосфорной кислоты, проанализированы факторы, обуславливающие спрос на кислоту на внутренних рынках.

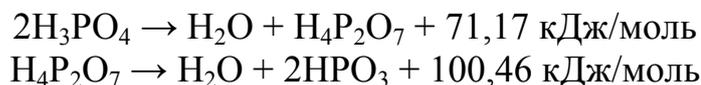
Шестая глава отчета посвящена прогнозу развития производства и потребления фосфорной кислоты в России на период до 2020 г.

## Введение

Фосфорная (ортофосфорная) кислота  $\text{H}_3\text{PO}_4$  является наиболее стабильным соединением в ряду кислородосодержащих кислот фосфора. По физическим свойствам соединение представляет собой бесцветные гигроскопичные кристаллы, в расплавленном состоянии склонные к переохлаждению. При температуре  $+15^\circ\text{C}$  вещество преобразуется в густую маслянистую жидкость; при  $-121^\circ\text{C}$  образует стеклообразную массу. Температура плавления кристаллов ортофосфорной кислоты –  $42,3^\circ\text{C}$ , плотность  $1,88 \text{ г/см}^3$ .

Однако такая кислота встречается редко. Гораздо чаще встречается полугидрат  $\text{H}_3\text{PO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ , который выпадает в виде бесцветных гексагональных призм при охлаждении концентрированных водных растворов ортофосфорной кислоты. Температура плавления полугидрата  $29,3^\circ\text{C}$ .

Фосфорная кислота при нормальных условиях малоактивна и реагирует лишь с карбонатами, гидроксидами и некоторыми металлами. При этом образуются одно-, двух- и трехзамещенные фосфаты. При нагревании выше  $80^\circ\text{C}$  реагирует даже с неактивными оксидами, кремнеземом и силикатами. При повышенных температурах фосфорная кислота является слабым окислителем для металлов. При действии на металлическую поверхность раствором фосфорной кислоты с добавками Zn или Mn образуется защитная пленка (фосфатирование). Фосфорная кислота при нагревании теряет воду с образованием последовательно пиро- и метафосфорных кислот:



Применяют ортофосфорную кислоту в настоящее время довольно широко. Основным ее потребителем служит **производство фосфорных и комбинированных удобрений**. Для этих целей ежегодно добывается во всем мире около 100 млн т фосфоросодержащей руды. Фосфорные удобрения не только способствуют повышению урожайности различных сельскохозяйственных культур, но и придают растениям зимостойкость и устойчивость к другим неблагоприятным климатическим условиям, создают условия для более быстрого созревания урожая в районах с коротким вегетативным периодом. Они также благоприятно действуют на почву, способствуя ее структурированию, развитию почвенных бактерий, изменению растворимости других содержащихся в почве веществ и подавлению некоторых образующихся вредных органических веществ.

Ортофосфорную кислоту потребляет также **пищевая промышленность**. Дело в том, что на вкус разбавленная ортофосфорная кислота очень приятна и небольшие ее добавки в мармелад, лимонады и сиропы заметно улучшают их вкусовые качества. Этим же свойством обладают и некоторые соли фосфорной

кислоты. Гидрофосфаты кальция, например, с давних пор входят в хлебопекарные порошки, улучшая вкус булочек и хлеба.

Существуют и другие области применения ортофосфорной кислоты в промышленности.

Например, было замечено, что **пропитка древесины** самой кислотой и ее солями делают дерево негорючим. На этой основе сейчас производят огнезащитные краски, негорючие фосфодревесные плиты, негорючий фосфатный пенопласт и другие строительные материалы.

В **химической промышленности** фосфорная кислота, конденсированные кислоты и дегидротированные фосфаты служат катализаторами в процессах дегидратирования, алкилирования и полимеризации углеводов.

Кроме того, фосфорную кислоту используют для получения кормовых фосфатов, синтетических моющих и смягчающих средств. В металлообрабатывающей промышленности фосфорную кислоту применяют для фосфатирования, в текстильной – для обработки и крашения шерсти, растительных и синтетических волокон. Фосфорную кислоту и её производные используют также для приготовления буровых суспензий при нефтедобыче, при производстве различных марок специального стекла. Кроме того, фосфорная кислота находит применение в фотографии – для производства светочувствительных эмульсий, в фармацевтической промышленности – для производства некоторых видов медикаментов, зубных цементов.

# I. Технология производства фосфорной кислоты и используемое в промышленности сырье

## I.1. Технология производства фосфорной кислоты

Фосфорную кислоту открыл Р. Бойль с помощью индикаторов. Сжигая фосфор и растворяя образовавшийся белый продукт в воде, он получил неизвестную химикам кислоту. По исходному веществу он назвал её фосфорной.

Технически фосфорную кислоту впервые получили более 100 лет назад разложением низкокачественных фосфоритов, содержащих значительные количества соединений трехвалентных металлов, разбавленной (5-10%) серной кислотой, в которой соединения железа и особенно алюминия переходят в раствор в незначительной степени. Раствор с концентрацией 8-10%  $P_2O_5$  упаривали до содержания в нем примерно 40%  $P_2O_5$ . При разложении фосфатной породы более концентрированной (30-40%) серной кислотой выделяются игольчатые кристаллы гипса. Они удерживают значительное количество жидкой фазы и плохо промываются. Вследствие этого потери  $P_2O_5$  велики.

Существенным шагом вперед в производстве фосфорной кислоты был переход к установкам непрерывного действия и разбавления 75 и 93%-ной серной кислоты не водой или слабыми промывочными водами, а раствором фосфорной кислоты, т.е. проведение процесса с применением раствора разбавления. В этих условиях выделяются ромбические кристаллы, которые хорошо фильтруются и отмываются.

**Основными промышленными способами производства фосфорной кислоты на сегодняшний день является термический и экстракционный способы**, первый из которых позволяет получать наиболее чистый продукт.

**Термический способ** включает следующие основные стадии: сжигание (окисление) элементарного фосфора в избытке воздуха, гидратацию и абсорбцию полученного  $P_4O_{10}$ , конденсацию. Существуют два способа получения  $P_4O_{10}$  – окисление жидкого фосфора в виде капель или пленки и окисление паров фосфора (в промышленности это способ используется редко).

Все стадии процесса производства фосфорной кислоты термическим методом могут быть совмещены в одном аппарате, кроме улавливания тумана, которое всегда производят в отдельном аппарате. В промышленности обычно используют схемы из двух или трех основных аппаратов.

В зависимости от принципа охлаждения газов существуют три способа производства термической фосфорной кислоты: испарительный, циркуляционно-испарительный, теплообменно-испарительный.

Испарительные системы, основанные на отводе теплоты при испарении воды или разбавлении фосфорной кислоты, являются наиболее простыми в аппаратном оформлении. Однако из-за относительно большого объема

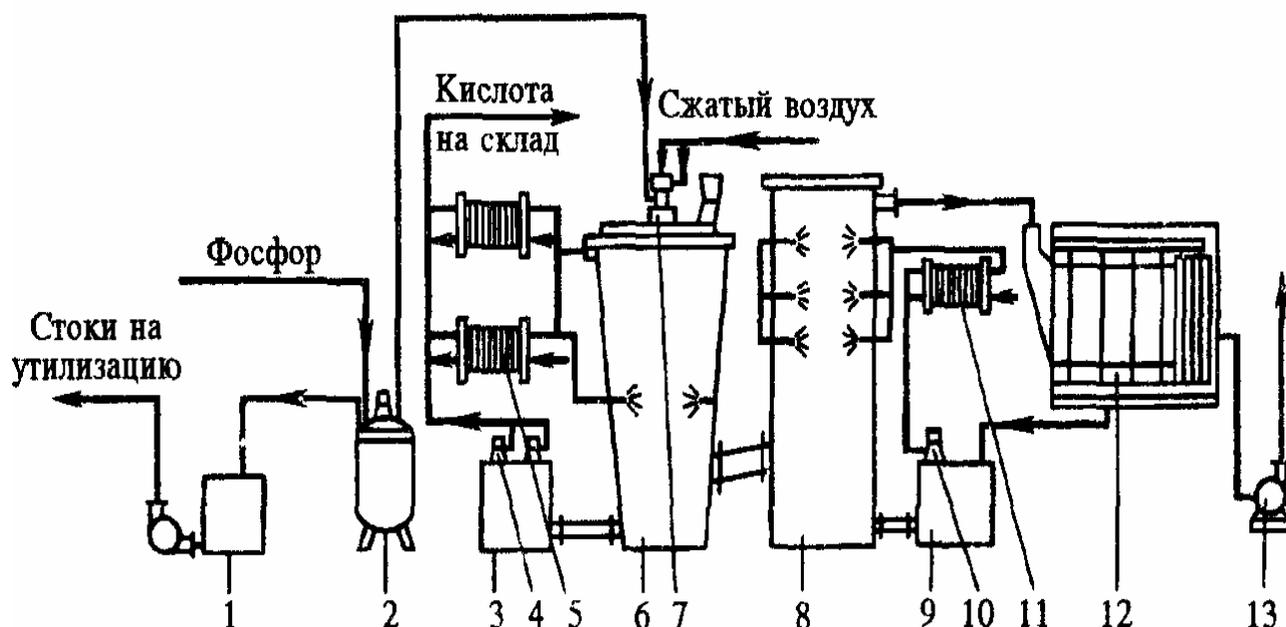
отходящих газов использование таких систем целесообразно в установках небольшой единичной мощности.

Циркуляционно-испарительные системы позволяют совместить в одном аппарате стадии сжигания фосфора, охлаждения газовой фазы циркулирующей кислотой и гидратации  $P_4O_{10}$ . Недостаток схемы – необходимость охлаждения больших объемов кислоты.

Теплообменно-испарительные системы совмещают два способа отвода теплоты – через стенку башен сжигания и охлаждения, а также путем испарения воды из газовой фазы. Существенным преимуществом этой системы является отсутствие контуров циркуляции кислоты с насосно-холодильным оборудованием.

На отечественных предприятиях существуют технологические схемы получения термической фосфорной кислоты с циркуляционно-испарительным способом охлаждения (двухбашенная система). Отличительными особенностями этой системы являются: наличие дополнительной башни для охлаждения газа, использование в циркуляционных контурах эффективных пластинчатых теплообменников; применение высокопроизводительной форсунки для сжигания фосфора, обеспечивающего однородное тонкодисперсное распыление струи жидкого фосфора и полное его сгорание без образования низших оксидов. Технологическая схема установки мощностью 60 тыс. т в год 100%  $H_3PO_4$  приведена на рисунке 1.

**Рисунок 1. Технологическая схема производства термической фосфорной кислоты**



1 - Сборник кислой воды; 2 - Хранилище фосфора; 3 - Циркуляционный сборник; 4 - Погружные насосы; 5 - Пластинчатые теплообменники; 6 - Башня сжигания; 7 - Фосфорная форсунка; 8 - Башня гидратации; 9 - Циркуляционный сборник; 10 - Погружные насосы; 11 - Пластинчатые теплообменники; 12 - Электрофильтр; 13 - Вентилятор.

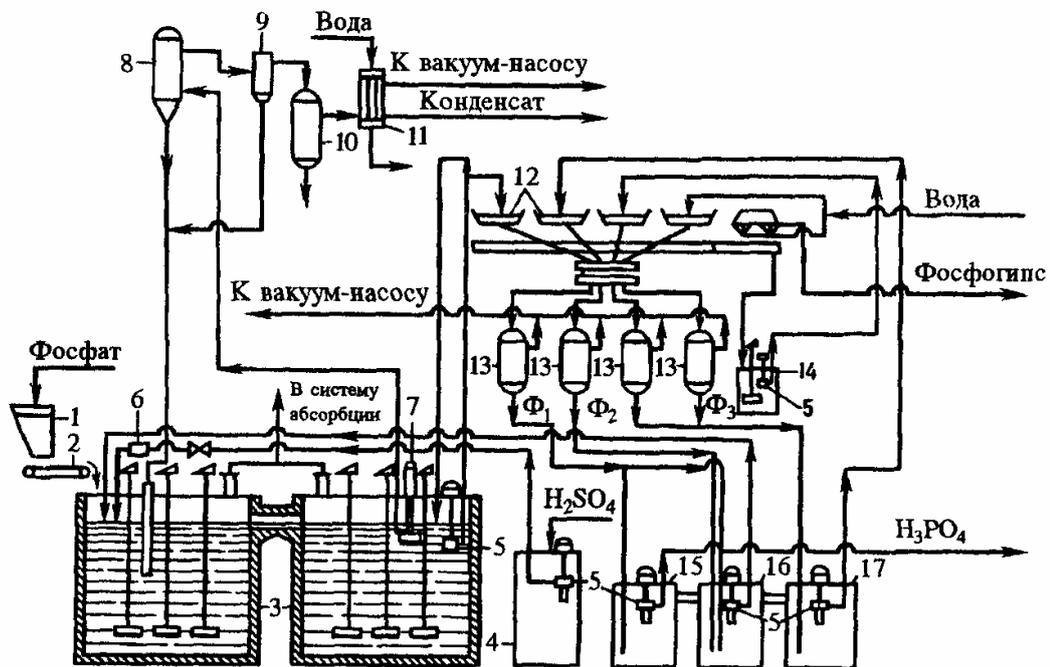
**Экстракционный способ** получения фосфорной кислоты является более экономичным. Данный метод основан на разложении природных фосфатов кислотами – в основном серной, в меньшей степени азотной и незначительно соляной.

Фосфорнокислые растворы, полученные разложением азотной кислотой, перерабатывают в комплексные удобрения. Фосфорнокислые растворы, полученные путем разложения соляной кислотой, перерабатывают в преципитат (кальцийгидрофосфат  $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ).

*Сернокислотное разложение фосфатного сырья является основным методом получения экстракционной фосфорной кислоты, применяемой для производства концентрированных фосфорных и комплексных удобрений. Суть метода – извлечение (экстрагирование)  $\text{P}_4\text{O}_{10}$  в виде  $\text{H}_3\text{PO}_4$ .*

В зависимости от температуры и концентрации фосфорной кислоты в системе  $\text{CaSO}_4 - \text{H}_3\text{PO}_4 - \text{H}_2\text{O}$  в виде дигидрата (гипса), гемигидрата или ангидрита. Соответственно, в зависимости от типа осаждаемого сульфата различают три прямых способа производства экстракционной фосфорной кислоты: дигидратный, полугидратный и ангидритный, а также комбинированные: полугидратно-дигидратный и дигидратно-полугидратный.

**Рисунок 2. Технологическая схема производства экстракционной фосфорной кислоты**



1 - Бункер для фосфатного сырья; 2 - Ленточный весовой дозатор; 3 - Двухбаковый экстрактор; 4 - Хранилище серной кислоты; 5 - Погружной насос; 6 - Расходомер серной кислоты; 7 - Циркуляционный погружной насос; 8 - Испаритель; 9 - Брызгоулавитель; 10 - Барботажный нейтрализатор; 11 - Конденсатор; 12 - Лотки карусельного вакуум-фильтра; 13 - Сепараторы; 14 - Промежуточный сборник суспензии; 15 - Барометрический сборник

*для основного фильтра; 16 - Барометрический сборник для оборотной фосфорной кислоты; 17 - Барометрический сборник для промывного фильтрата.*

В СНГ наиболее отработаны в промышленности дигидратный и гемигидратный способы. Дигидратный способ отличается высоким выходом  $P_2O_5$  (93-96,5%) в продукционную кислоту. Однако относительно низкая концентрация фосфорной кислоты требует ее последующего упаривания. Типовая схема дигидратного способа производства экстракционной фосфорной кислоты представлена на рисунке 2.

Гемигидратный процесс позволяет получить более концентрированную фосфорную кислоту (в отдельных случаях до 50%  $P_2O_5$  без дополнительного упаривания).

Следует отметить, что сегодня на территории СНГ термическую фосфорную кислоту выпускает только завод в Казахстане, в остальных странах СНГ ведется производство экстракционной фосфорной кислоты.

## 1.2. Основные поставщики и направления поставок сырья

Сырьем для производства экстракционной фосфорной кислоты является **апатитовый концентрат**, а также серная и в меньшей степени азотная кислоты. Кислотами предприятия-производители фосфорной кислоты обеспечивают себя самостоятельно. Для большинства из них, например, серная кислота является товарной продукцией.

Основными поставщиками апатитового концентрата для получения экстракционной фосфорной кислоты в СНГ являются ОАО "Апатит" (Кировск, Мурманская обл.) и ОАО "Ковдорский ГОК" (Мурманская обл.).

В состав ОАО "Апатит" входят 10 разведанных месторождений апатито-нефелиновых руд Кольского полуострова с суммарными балансовыми запасами свыше 3,5 млрд т. В эксплуатации находятся 6 месторождений. На их базе действуют 4 рудника (Кировский, Расвумчоррский, Центральный и Восточный). Разработка производится открытым и подземным способами.

В ближайшее время ОАО "Апатит" планирует ввести в эксплуатацию новое месторождение *Олений Ручей*. Это будет необходимо для поддержания рудно-сырьевой базы в связи с выбытием мощностей Центрального рудника и Ньюоркпахкского карьера (завершение работы этого карьера планируется к 2014 г.). Производительность нового карьера оценивается около 1,7 млн т руды в год. Общие запасы месторождения составляют 21 млн т.

В 2007 г. объем производства апатитового концентрата в ОАО "Апатит" составил 3272 тыс. т (в пересчете на 100% ценного компонента), что на 1,6% меньше уровня 2006 г. Снижение выработки концентрата произошло из-за неизбежного истощения действующих мощностей.

Однако сегодня "Апатит" вышел на устойчивый режим работы и до 2012 г. сможет бесперебойно добывать 8,5–8,7 млн т апатитового концентрата в год (в пересчете на 100%  $P_2O_5$  это составляет 3,3–3,4 млн т). В то же время необходимо признать, что в скором времени будут исчерпаны основные месторождения, разработка которых производилась открытым путем. В перспективе поддержание производственной мощности предприятия будет связано с увеличением доли подземных выработок. Что, в свою очередь, потребует существенного увеличения капиталовложений и будет постоянно приводить к росту себестоимости продукции.

Что касается Ковдорского ГОКа, балансовые запасы фосфоросодержащего сырья составляют более 500 млн т, прогнозные запасы достигают 2 млрд т. Мощности Ковдорского ГОКа позволяют производить ежегодно 1,75 млн т апатитового концентрата (38%  $P_2O_5$ ).

ОАО "Ковдорский ГОК" разрабатывает карьерным методом месторождение комплексных бадделеит-апатит-магнетитовых и маложелезистых апатитовых руд, а также резервные месторождения франколитовых (апатит-штаффелитовых) руд и карбонатитов. Кроме того, с 1995 г. разрабатывается техногенное месторождение отходов обогащательного производства, уложенных в период 1962–1980 гг. в погашенном секторе

хвостохранилища и содержащих промышленные концентрации апатита и бадделеита.

Производство концентрата на Ковдорском ГОКе, напротив, выросло в 2007 г. – до 934 тыс. т (+ 23,5% к показателю 2006 г.).

Несмотря на то, что объем выработки апатитового концентрата в ОАО "Апатит" в последние годы уменьшался, тогда как на Ковдорском ГОКе с 1999 по 2007 гг. он постоянно увеличивался, "Апатит" все равно остается крупнейшим в России комбинатом по добычи апатитового концентрата, вырабатывая в 3,5 раза больше данного вида сырья, чем Кодорский ГОК.

Кроме апатитового концентрата в качестве сырья для производства фосфорной кислоты допускается фосфоритная мука. Однако на сегодняшний день в России ее производит только ООО "ПГ "Фосфорит" (Ленинградская обл.) в количествах, не превышающих 60 тыс. т (в пересчете на ценный компонент) (таблица 1).

**Таблица 1. Производство фосфатов в России в 1999-2007 гг.  
(в пересчете на 100% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), тыс. т**

Предприятие	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
ОАО «Апатит» (г. Кировск, Мурманская обл.)									
ОАО «Ковдорский ГОК» (Мурманская обл.)									
<b>Всего апатитового концентрата</b>									
ООО «ПГ «Фосфорит» (г. Кингисепп, Ленинградская обл.)									
ОАО «Верхнекамский фосфоритный рудник» (п. Рудничный, Кировская обл.)									
ЗАО «Горно-обогатительное предприятие» (Московская обл.)									
<b>Всего фосфоритной муки</b>									
<b>Всего в России</b>									

\* -оценка "ИнфоМайн"

Источник: ФСГС РФ, "ИнфоМайн"

ОАО "Апатит", входящее в фосфорный холдинг "Фосагро", поставляет апатитовый концентрат ОАО "Аммофос" ("Фосагро") и ОАО "Балаковские минеральные удобрения" ("Фосагро"). Свою продукцию ОАО "Апатит" поставляет также ОАО "Минудобрения" (Россошь), ОАО "Акрон", ОАО "Дорогобуж" (входит в компанию "Акрон"), ОАО "Воскресенские минеральные удобрения" ("Уралхим"), ОАО "Кирово-Чепецкий химический комбинат" ("Уралхим"), ОАО "Гидрометаллургический завод", ЗАО "Метахим", ОАО "СУМЗ" (УГМК) и белорусскому предприятию (таблица 2).

Как видно из таблицы 2, в 2007 г. ОАО "Апатит" в страны СНГ отгрузило более 3800 тыс. т апатитового концентрата. Из них в Россию направлено более 3300 тыс. т (85%) продукции. **Белорусскому** Гомельскому химическому заводу было отгружено всего 392,6 тыс. т российского апатитового концентрата.

В **России** наибольший объем апатитового концентрата в 1015,7 тыс. т был поставлен в ОАО "Аммофос", в ОАО "Балаковские минеральные удобрения" – 516,8 тыс. т. Кроме того, 429,1 тыс. т отправилась в ОАО "Минудобрения (Россошь, Воронежская обл.)" и 347,9 тыс. т – в ОАО "Воскресенские минеральные удобрения" (с 2008 г. принадлежит ОАО "Объединенная химическая компания "Уралхим").

ОАО "Ковдорский ГОК" поставляет апатитовый концентрат на предприятия, входящие в минерально-химическую компанию "Еврохим". Это ООО "ПГ "Фосфорит" (Ленинградская обл.) и ООО "Еврохим-Белореченские Минудобрения" (Краснодарский край). В 2007 г. поставки апатитового концентрата ОАО "Ковдорский ГОК" составили более 640 тыс. т.

ЗАО "Метахим" (Ленинградская обл.) и ОАО "СУМЗ" (Свердловская обл.) получают апатитовый концентрат от обоих его российских производителей.

ОАО "Балаковские минеральные удобрения" и ООО "Еврохим-Белореченские Минудобрения" в 2007 г. начали закупки апатитового концентрата у ТОО "Казфосфат". Кроме того, сырье из Казахстана потребляют **узбекские производители** фосфорной кислоты.

Заводы **Узбекистана**, производящие фосфорные удобрения, а именно, Алмалыкское ОАО "Аммофос" и Самаркандский химический завод были спроектированы и построены для переработки казахстанского фосфатного сырья – фосфоритов Каратау. Рабочая среда для получения экстракционной фосфорной кислоты состояла в этом случае из смеси серной, фосфорной и кремнефтористоводородной кислот. Нержавеющие стали, используемые на этих заводах, были стойкими в этой среде. Но после перехода на переработку своего местного сырья – термоконцентрата фосфоритов Центральных Кызылкумов – началась сильная коррозия оборудования.

**Таблица 2. Поставки апатитового концентрата производителям экстракционной фосфорной кислоты в СНГ в 2004-2007 гг., тыс. т (в пересчете на 100% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)**

Получатель	Отправитель	2004	2005	2006	2007
<i>Россия</i>					
ОАО "Аммофос" (Череповец, Вологодская обл.)	ОАО "Апатит"				
ООО "Балаковские минеральные удобрения" (Саратовская обл.)	ОАО "Апатит"				
	ГПК "Каратау", ГПК "Чулактау" (ТОО "Казфосфат")				

Получатель	Отправитель	2004	2005	2006	2007
ОАО "Минудобрения (Россошь, Воронежская обл.)"	ОАО "Апатит"				
ОАО "Акрон" (Великий Новгород)	ОАО "Апатит"				
ООО "ПГ "Фосфорит" (Кингисепп, Ленинградская обл.)	ОАО "Ковдорский ГОК"				
ОАО "Воскресенские минеральные удобрения" (Московская обл.)	ОАО "Апатит"				
ОАО "Дорогобуж" (Смоленская обл.)	ОАО "Апатит"				
ООО "Еврохим-Белореченские минудобрения" (Краснодарский кр.)	ОАО "Ковдорский ГОК"				
	ГПК "Каратау", ГПК "Чулактау" (ТОО "Казфосфат")				
ОАО "Кирово-Чепецкий химический комбинат"	ОАО "Апатит"				
ОАО "Гидрометаллургический завод" (Лермонтов, Ставропольский край)	ОАО "Апатит"				
ЗАО "Метахим" (Волхов, Ленинградская обл.)	ОАО "Апатит", ОАО "Ковдорский ГОК"				
ОАО "Среднеуральский медеплавильный завод" (Ревда, Свердловская обл.)	ОАО "Апатит", ОАО "Ковдорский ГОК"				
<b>Всего по РФ</b>					
<b>Украина</b>					
ОАО "Сумыхимпром"	Эстония**				
	Венгрия				
	Греция				
	Виргинские о-ва (брит.)**				
	Ливан				
	Великобритания				
	Швейцария**				
	Сингапур				
	Сирия				
	<i>Всего</i>				
ЗАО "Крымский титан" (Армянск, АР Крым)	Ливан				
	Сирия				
	Россия				
<b>Всего по Украине</b>					
<b>Белоруссия</b>					
ОАО "Гомельский химический завод"	"ОАО "Апатит"				

Получатель	Отправитель	2004	2005	2006	2007
Узбекистан	ГПК "Каратау", ГПК "Чулактау" (ТОО "Казфосфат")				

\*-поставки из Иордании и Марокко

\*\*-поставки производятся трейдинговыми компаниями

Источник: статистика железнодорожных перевозок РФ, ГТК Украины, Агентство по статистике Республики Казахстан, Министерство статистики и анализа Республики Беларусь, "ИнфоМайн"

Оказалось, что фосфориты Центральных Кызылкумов содержат хлор в количестве 0,12 - 0,18%, а допустимая его норма в сырье составляет не более 0,04%. В этой связи на Кызылкумском фосфоритовом комбинате необходимо было организовать отмывку сырья от хлора. Только в начале 2007 г. на комбинате была введена в строй соответствующая установка, и узбекские производители фосфорной продукции начали использовать отечественное сырье. До 2007 г. необходимую для производства фосфорной кислоты фосфоритную муку Узбекистан закупал в Казахстане. В 2007 г. объем этих закупок уменьшился на порядок (таблица 2).

Входящие в состав холдинга ТОО "Казфосфат", представляющего фактически всю фосфорную промышленность страны и являющегося лидирующей компанией по производству фосфорсодержащей продукции на территории стран СНГ, ГПК "Каратау" и ГПК "Чулактау" представляют собой горно-перерабатывающие комплексы по добыче и переработке фосфоритной руды, прогнозные запасы которой превышают 13 млрд т. Месторождения расположены в Жамбылской и частично в Шымкентской областях в Южном Казахстане. Эти запасы сосредоточены в основном в шести крупнейших месторождениях бассейна и составляют до 1/3 разведанных ресурсов фосфатного сырья на территории СНГ и около 5% от разведанных мировых запасов.

Филиалы ТОО "Казфосфат" ГПК "Каратау" и ГПК "Чулактау" являются единственными поставщиками сырья для производства минеральных удобрений в Казахстане и Центральной Азии, поставщиками фосфатного сырья для фосфорных заводов. В числе многих других предприятий сырье Каратау и Чулактау использует и ОАО "Новоджамбулский фосфорный завод" (Тараз, Жамбыльская обл., Казахстан), который входит в холдинг ТОО "Казфосфат". Предприятие вырабатывает желтый фосфор (таблица 3), который, в свою очередь, является сырьем для производства термической фосфорной кислоты.

**Таблица 3. Динамика производства желтого фосфора в ОАО "Новоджамбулский фосфорный завод" в 1998-2007 гг., тыс. т**

Вид продукции	Мощн.	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Желтый фосфор											

\* – оценка "ИнфоМайн"

*Источник: Агентство по статистике Республики Казахстан*

**Украина** предпочитает завозить апатитовый концентрат из стран дальнего зарубежья. Так в 2007 г. основным поставщиком ОАО "Сумыхимпром" стали Венгрия и Греция, а также некоторые другие страны. ЗАО "Крымский титан" использует сырье из Ливана (таблица 2).