

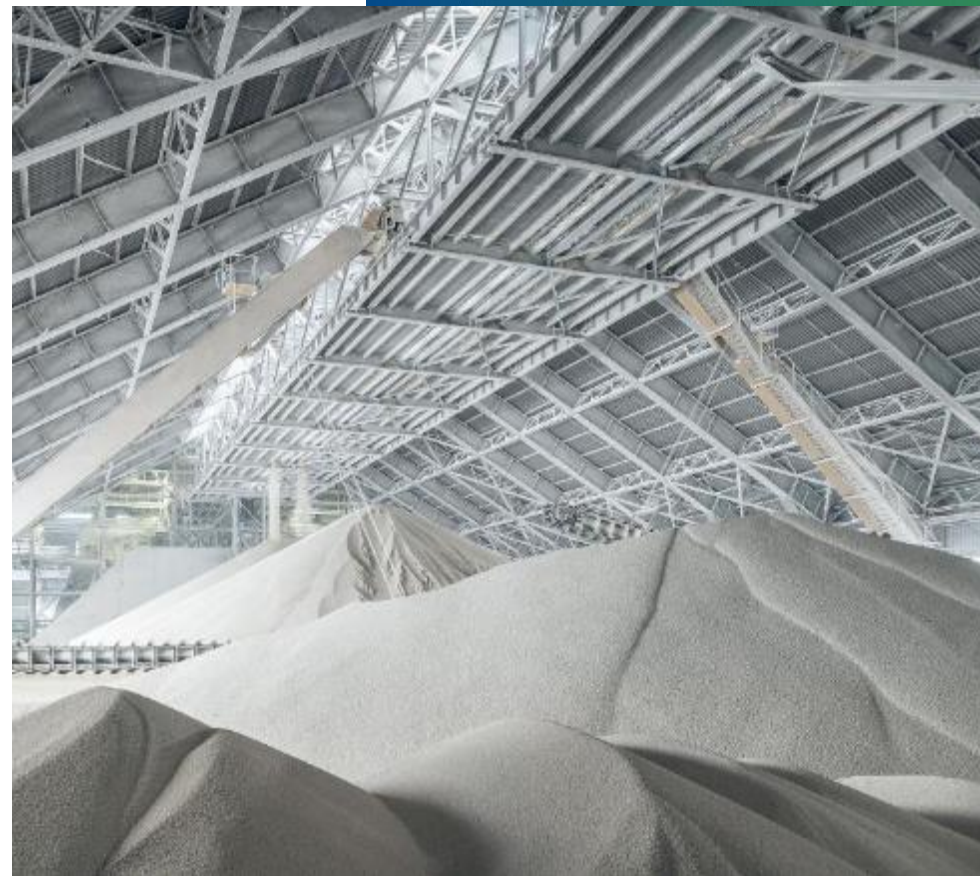


# Производство минеральных удобрений

**Дмитрий Демидов**

кандидат технических наук  
Центр инноваций АО «Апатит»  
Группа компаний «ФосАгро»

# Минеральные удобрения





# Основные типы удобрений

		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	S	
• Органические	Аммиак	82	0	0	0	
	Карбамид	45-46	0	0	0	
• Минеральные	С макроэлементами					
	• Азотные	Сульфат аммония	21	0	0	24
	• Фосфорные	Нитрат аммония (аммиачная селитра)	33.0-34.5	0	0	0
	• Калийные	КАС	20.4-27.0	0	0	0
	• Серосодержащие	Карбамид-аммиачная селитра	28-32	0	0	0
	• Двойные	Моноаммонийфосфат	11	52	0	0
	• Тройные	Диаммонийфосфат	18	46	0	0
	С микроэлементами	НРК удобрения	Различные	Различные	Различные	Различные
	• Бор	Нитрат калия (калиевая селитра)	13	0	44	0
	• Цинк	Измельченная руда	0	20-40	0	0
	• Марганец	Простой суперфосфат	0	16-20	0	12
	• Медь	Двойной суперфосфат	0	46	0	0
• Молибден	Хлористый калий	0	0	60	0	
• Железо	Сульфат калия	0	0	50	18	
• Никель	Полифосфаты	10-11	34-37			
Водорастворимые						
• Органоминеральные						

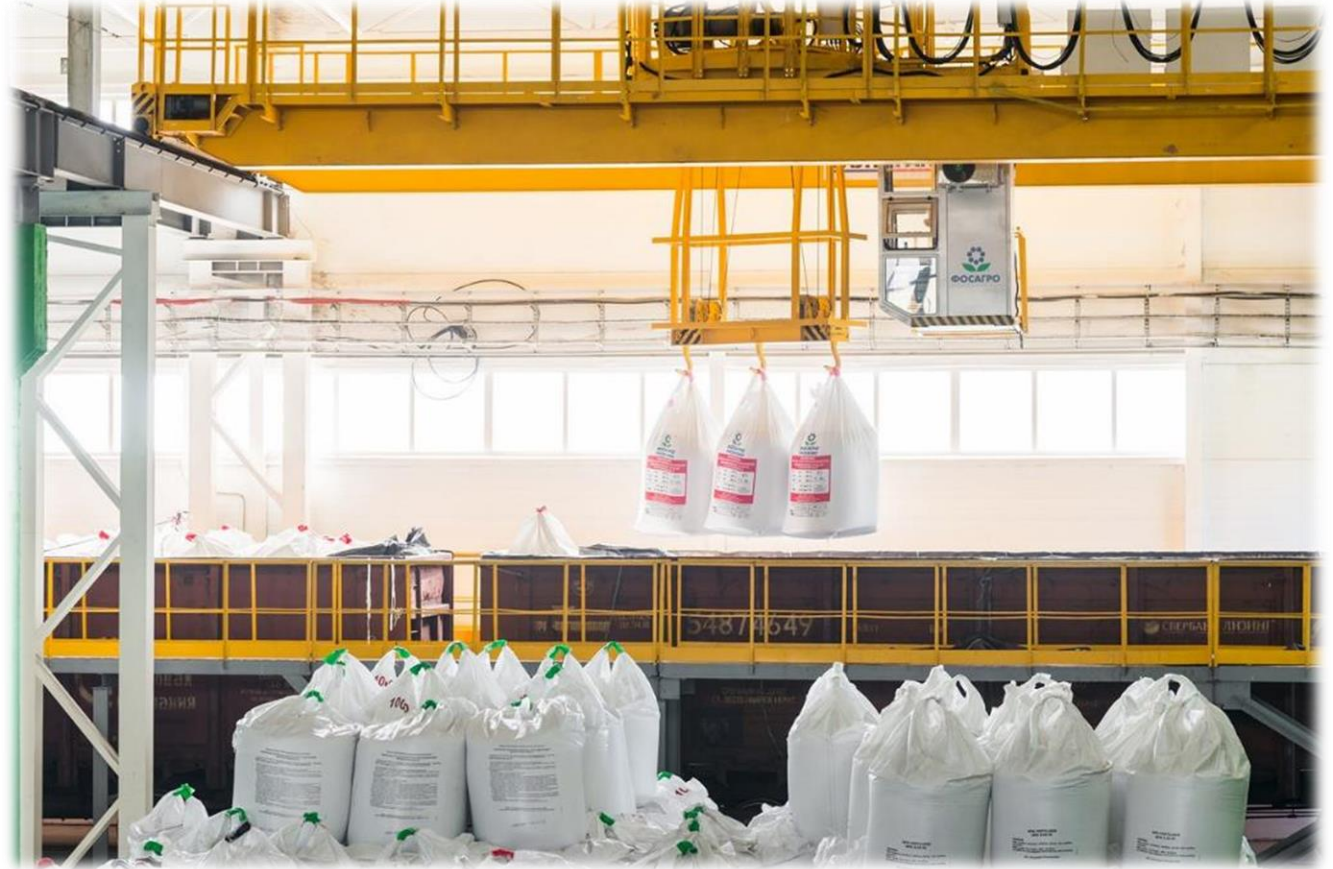




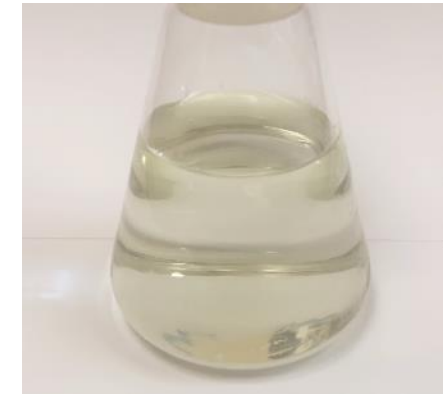
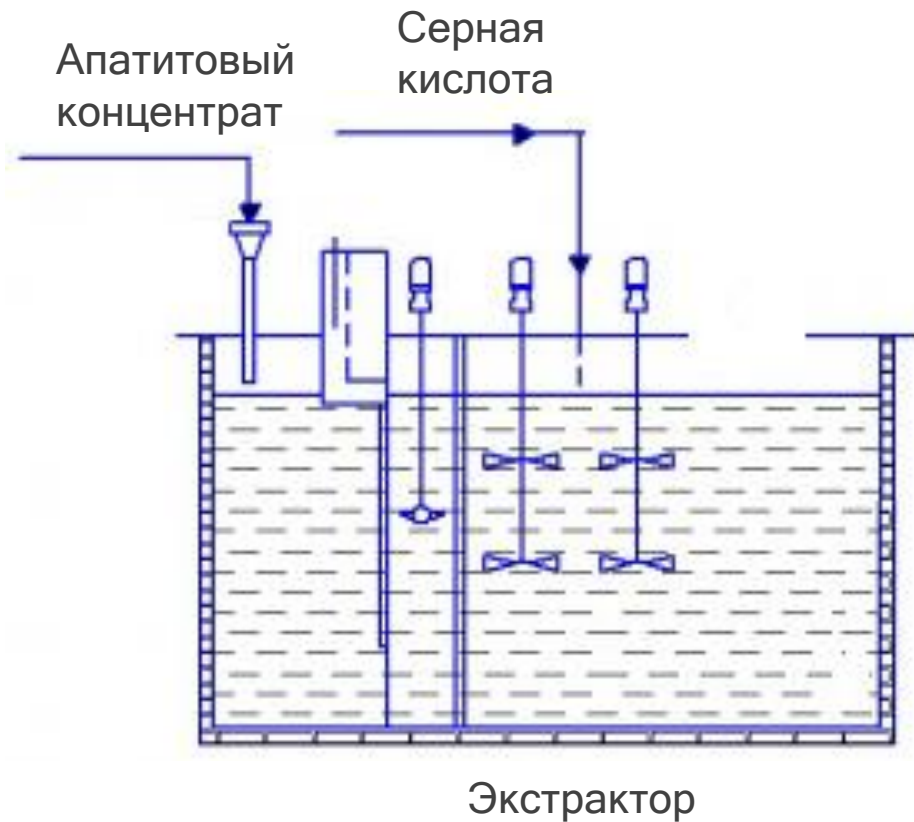
# Производство минеральных удобрений

## 3 основных производства:

- АО «Апатит», Череповец
- Балаковский филиал АО «Апатит», Саратовская обл.
- Волховский филиал АО «Апатит», Ленинградская обл.

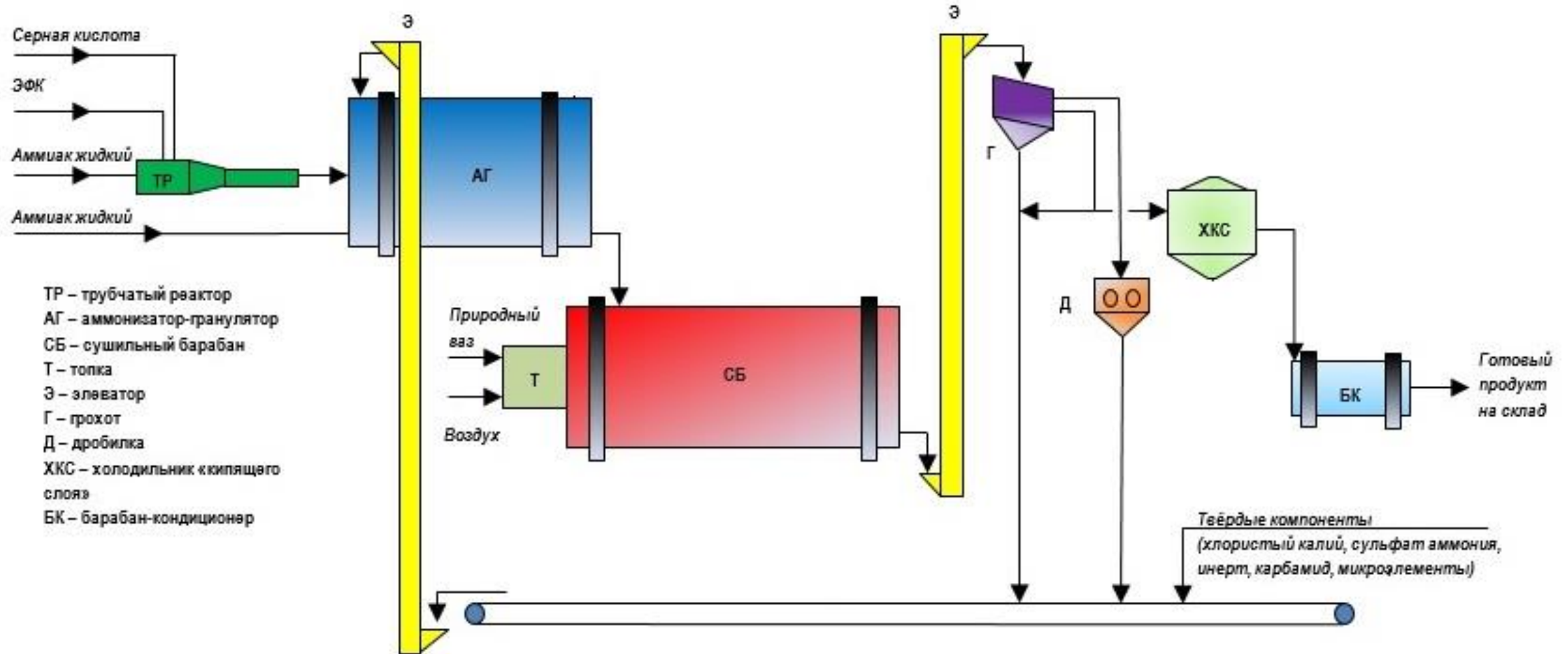


# Производство фосфорной кислоты экстракционным способом

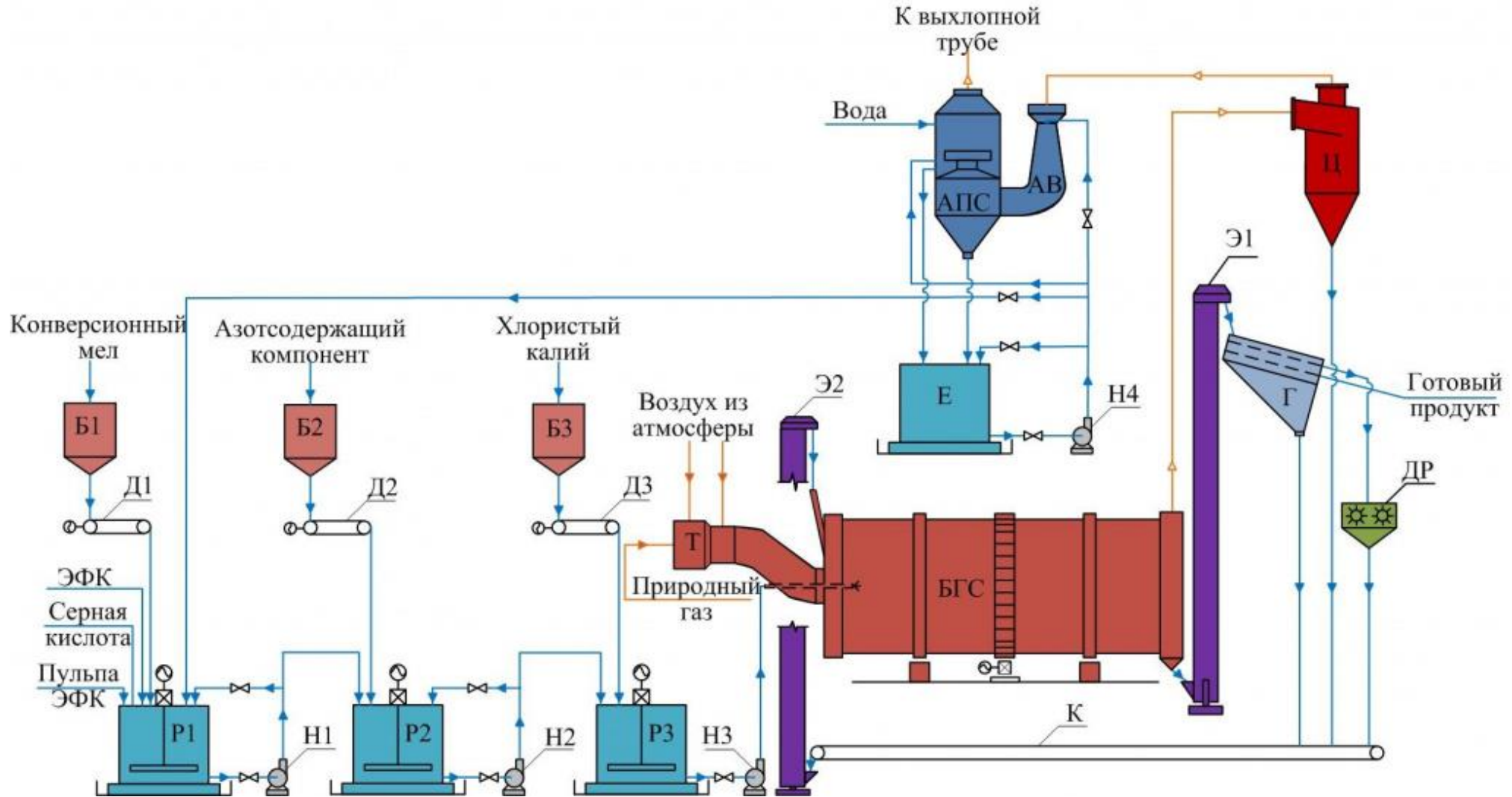


Фосфорная кислота  
52-54%  $P_2O_5$

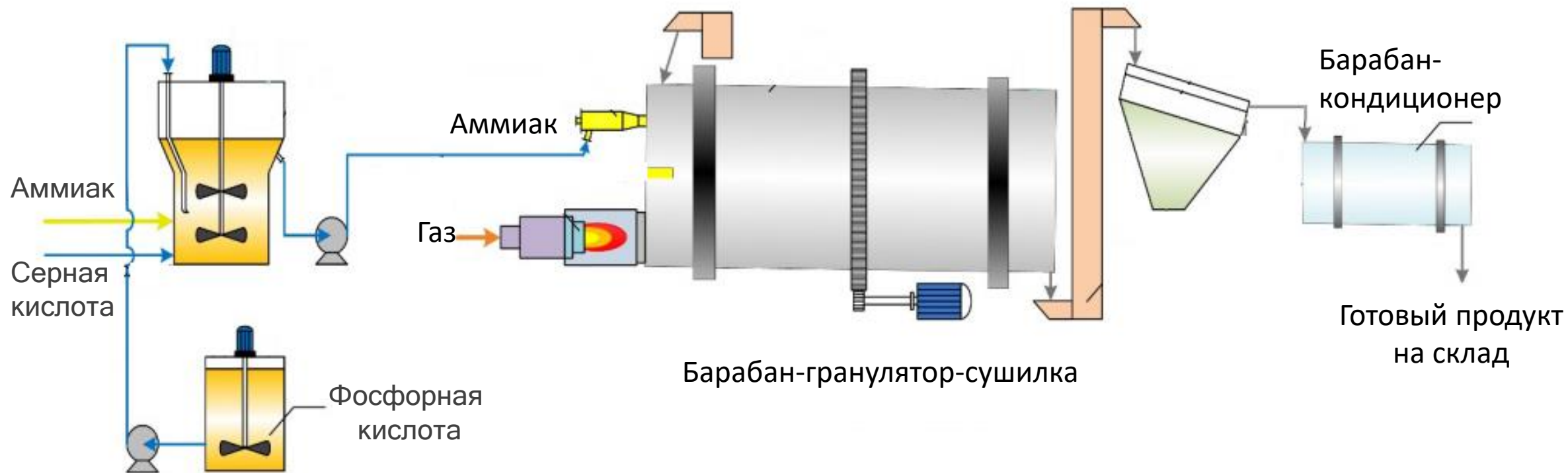
# Производство РК, НРК - удобрений на аммонизаторе-грануляторе с сушильным барабаном



# Производство РК, NPK – удобрений

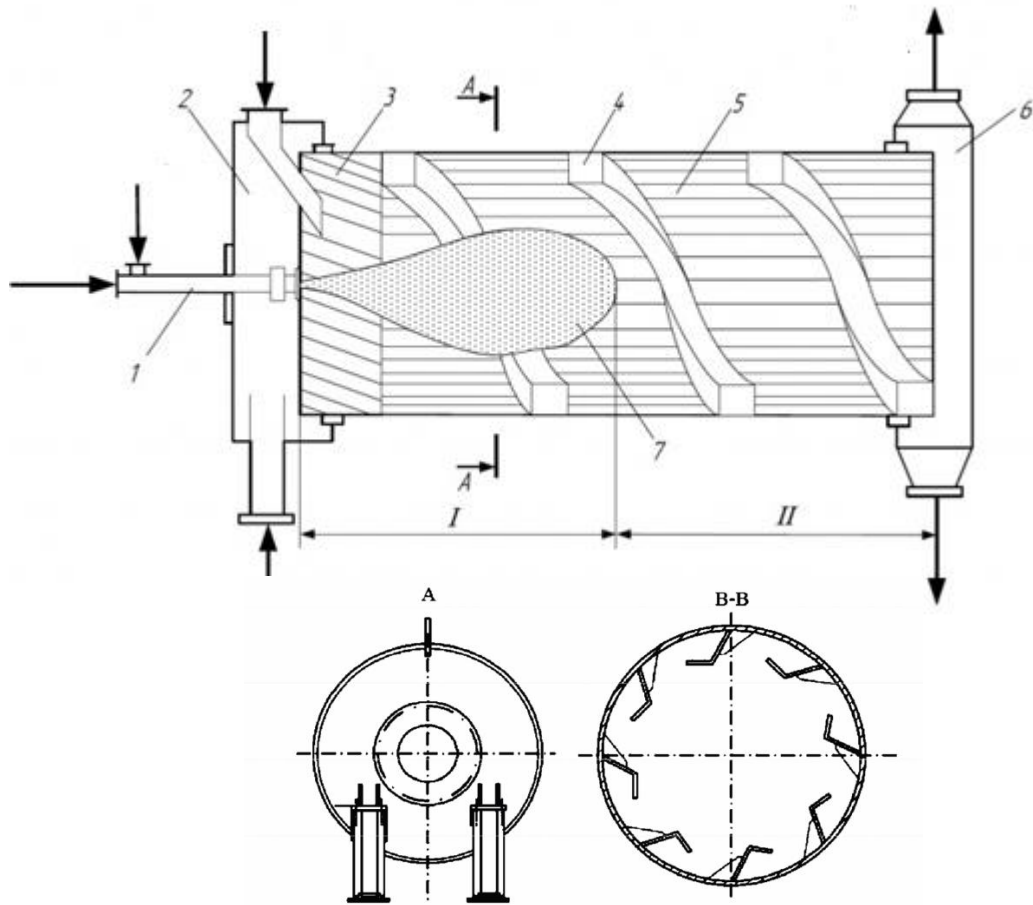


# Одностадийное производство МАФ/ДАФ – удобрений





# Гранулирование минеральных удобрений

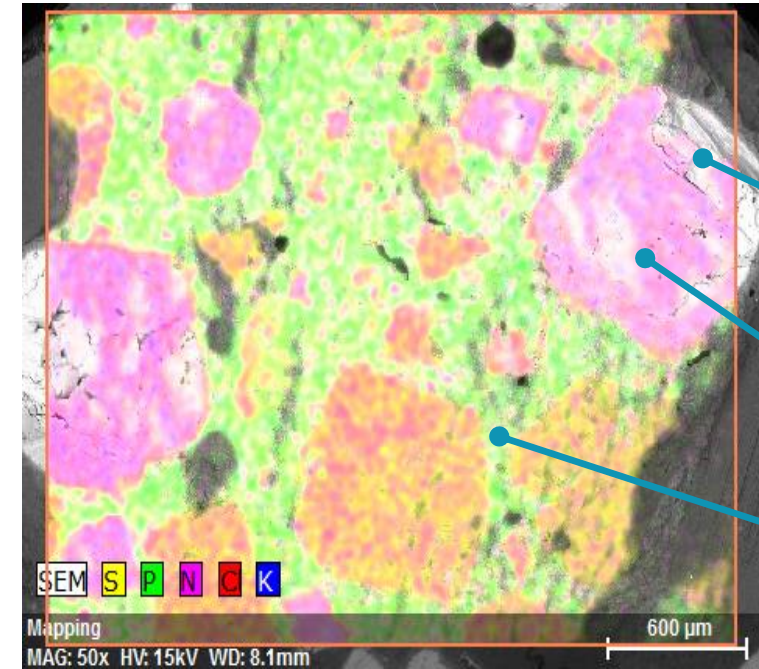
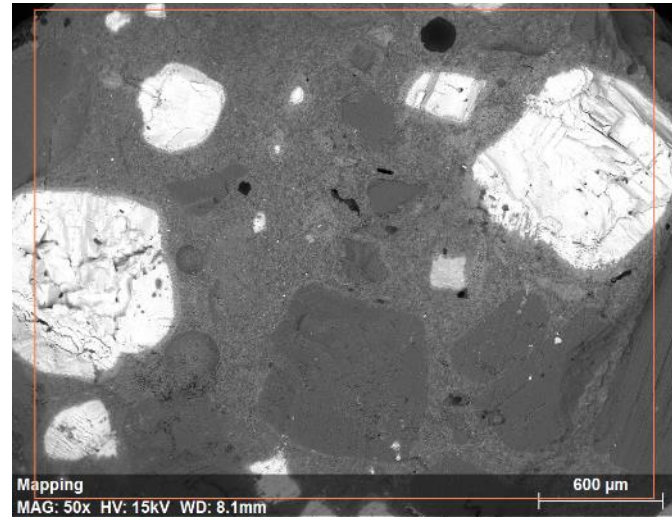


Видеофайлы

Барабанный гранулятор-сушилка



# Структура гранул сложных NPK удобрений



KCl

$(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

 Хлорид калия

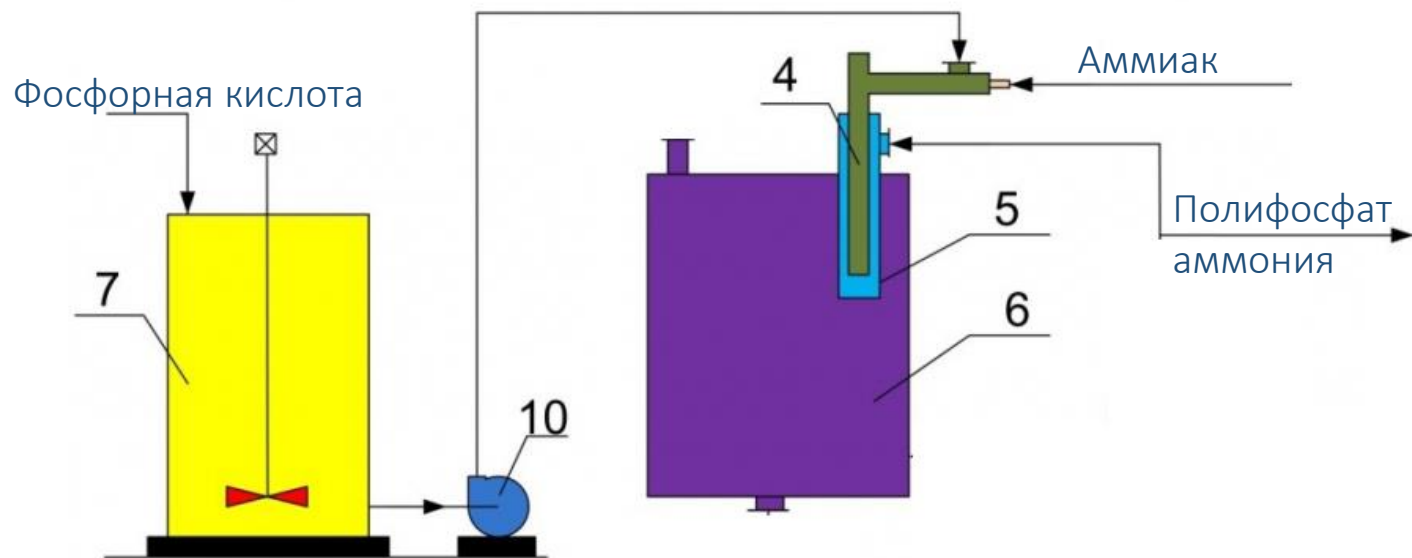
 Фосфат аммония

 Поры

**Распределение компонентов в грануле.  
Срез NPK(S) 15-15-15(10)**

Источник: НИУИФ, фотографии, полученные методом сканирующей электронной микроскопии с рентгенофлуоресцентным микроанализом поверхности сколов гранул, микроскоп HITACHI TM3030

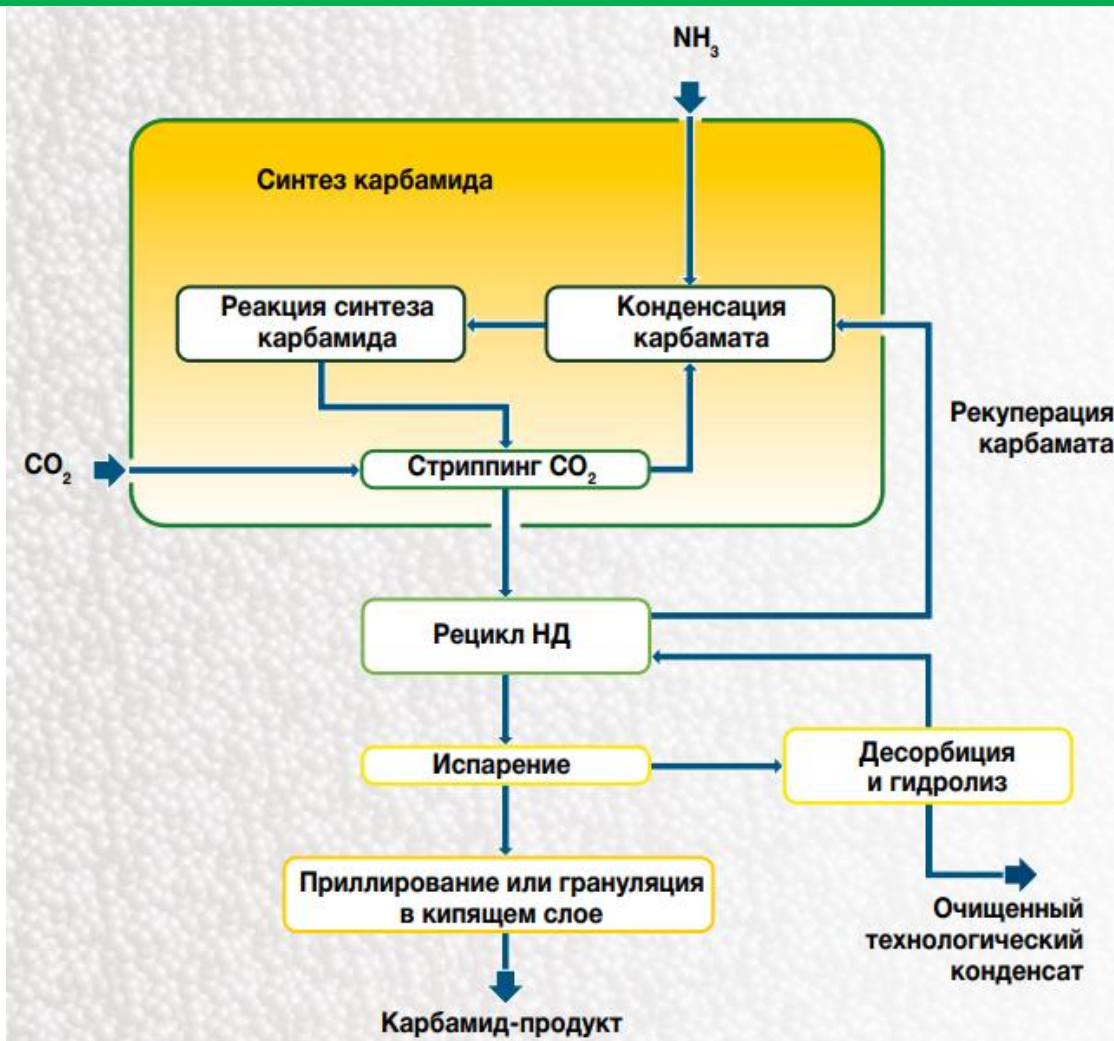
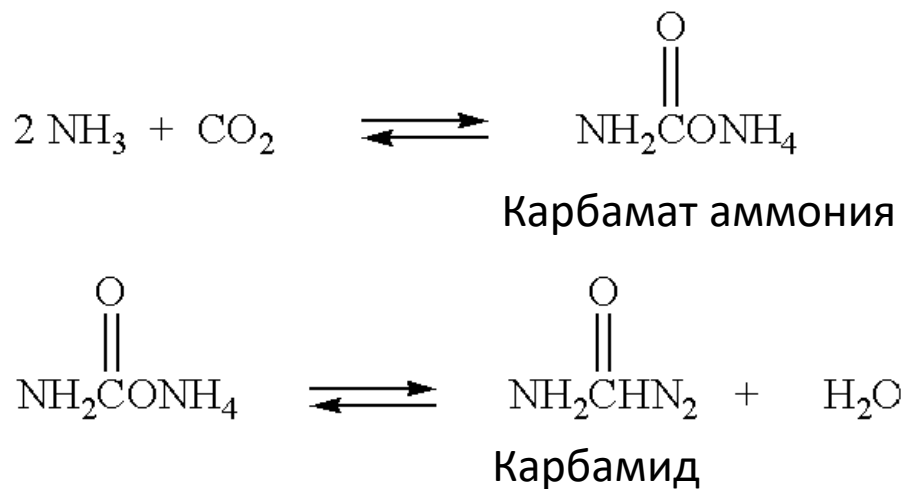
# Жидкое комплексное удобрение NP 11:37



# Карбамид

Карбамид получается в результате реакции аммиака с CO<sub>2</sub>.

При этом сначала получается промежуточный продукт – карбамат, который затем разлагается в карбамид и воду.



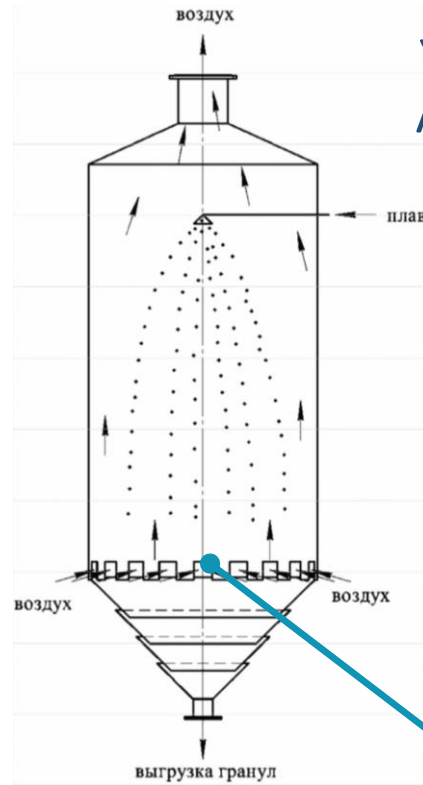
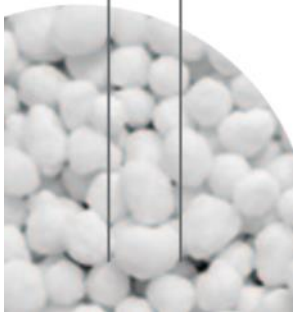


# Получение приллированного карбамида из расплава



≥94%  
Ø 1–4 мм

Башня с  
псевдооживленным  
слоем

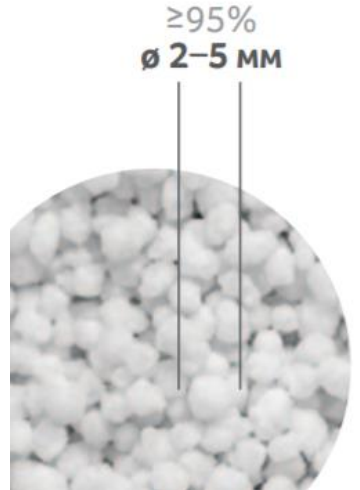
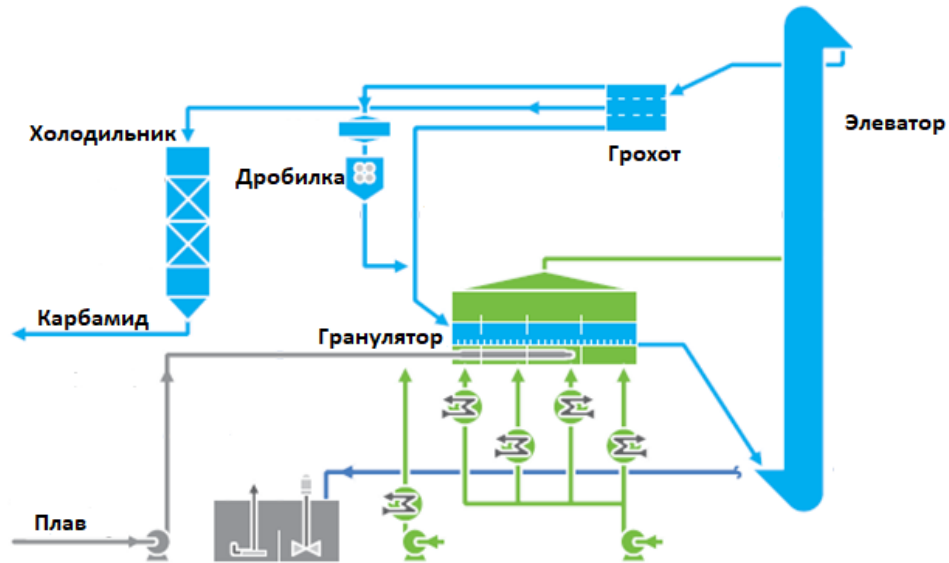


Установка приллированного карбамида,  
АО «Апатит», г. Череповец

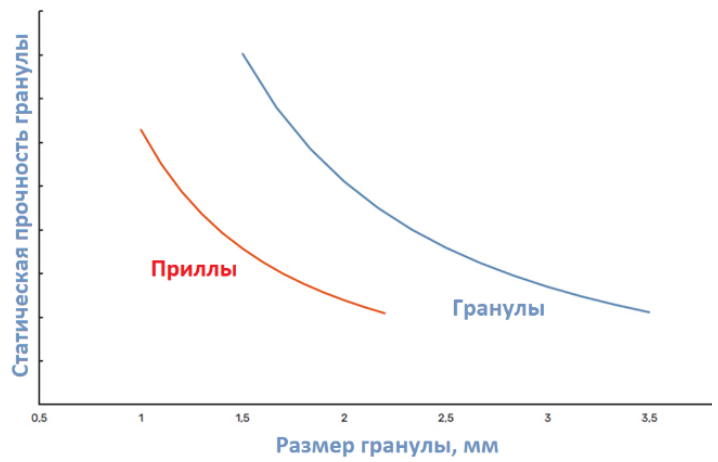
Видеофайл



# Производство гранулированного карбамида



Параметры	
Суммарная массовая доля азота в пересчете на сухое вещество, % - не менее	46,0
Массовая доля воды методом Фишера, %, не более	0.5
Статическая прочность гранул, кгс/гранулу, не менее	2,5
Свободно текущий, сыпучий	
Без вредных примесей	
Обработан антислеживателем	



Приллированный			Гранулированный		
Стадия 1	Образование жидких капель		Стадия 1	Сформирована твердая основа	
Стадия 2	Затвердевание оболочки приллы		Стадия 2	Жидкий слой плава распыляется на твердую основу	
Стадия 3	Затвердевшая прилла. В центре сформирована небольшая полость		Стадия 3	Твердая гранула	



# Потребительские характеристики продукта и упаковка

- Содержание цитраторастворимых компонентов
- Содержание водорастворимых компонентов
- Гранулометрический состав
- Прочность гранулы
- Слеживаемость
- Влажность
- Содержание вредных примесей



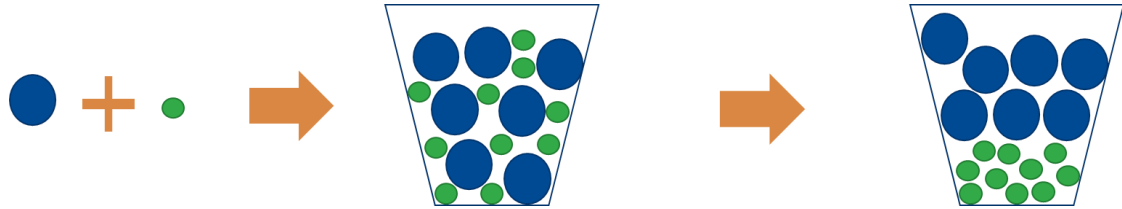
Насыпью      Биг-Бэг







# Распределение гранул по размеру и сегрегация



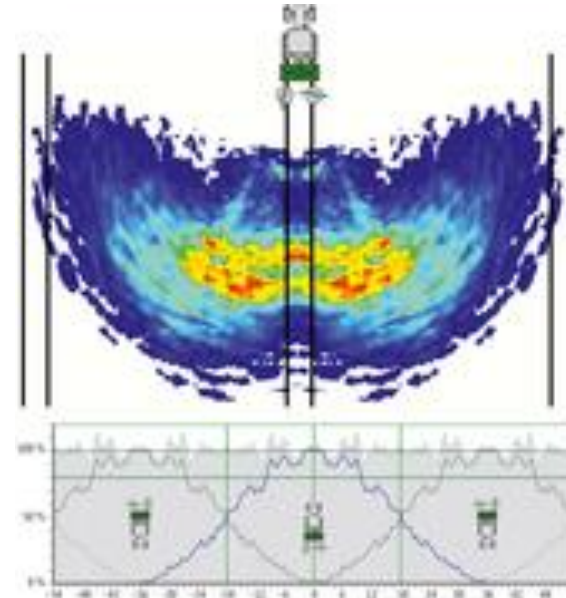
Размер гранул удобрений имеет большое значение при приготовлении тукосмесей

## Равномерное распределение гранул

Равномерный гранулометрический состав => равномерное распределение удобрений



## Распределение удобрений



Баллистическая оценка удобрений AMAZONE





## Прочность и слёживаемость гранул

Статическая прочность – предел прочности гранул при сжатии.

Источники снижения качества удобрений:

- Отсутствие\нехватка кондиционирующего агента
- Перевозка
- Перевалка
- Длительное\неправильное хранение



При неправильном хранении, попадании излишней влаги гранулы поверхностного слоя отвала теряют до 50% прочности, слеживаются, теряют цвет.

- Разбрасывающие диски



## Полезные ссылки

---



Информация о свойствах и характеристиках продуктов ФосАгро



Технологии производства удобрений (Научно-исследовательский институт по удобрениям и инсектофунгицидам имени профессора Я. В. Самойлова).



Публикации по видам удобрений, управлению урожайностью, формированию экологичной системы питания (Международная ассоциация производителей удобрений).



Памятки по применению и свойствам удобрений (Международный институт питания растений).



Материалы конференций InfoAG – крупнейших организаторов сельскохозяйственных выставок в США.



Калькулятор выноса элементов питания (Международный институт питания растений).



---

**Спасибо за внимание!**