



Открытое акционерное общество
«Научно-исследовательский и проектный институт
карбамида и продуктов органического синтеза»
(ОАО «НИИК»)

**РАЗРАБОТКА СПРАВОЧНИКА
«Производство аммиака, минеральных удобрений и
неорганических кислот», раздел 8
«ПРОИЗВОДСТВО КАРБАМИДА и КАС»**

**К.т.н., главный специалист по карбамиду ОАО НИИК
СЕРГЕЕВ ЮРИЙ АНДРЕЕВИЧ**

Сергеев Ю.А.

Главный специалист по карбамиду ОАО НИИК

Кандидат технических наук.

Около тридцати лет возглавлял лабораторию технологии и аппаратного оформления технологических процессов по производству карбамида.

Автор свыше 160 печатных работ ,в том числе более 100 изобретений.

Область научных интересов :

Технология и аппаратура производства карбамида, Ресурсо и энергосбережение, эффективные системы очистки газов.



ВВЕДЕНИЕ



НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
И ПРОЕКТНЫЙ ИНСТИТУТ
КАРБАМИДА

III Московский Международный Химический Форум, 2015



ОАО «НИИК» – многолетний опыт инжиниринга в России и за рубежом



- 1952 г.** Дзержинский филиал Государственного института азотной промышленности
- 1990 г.** ГОСНИИКАРБАМИДПРОЕКТ
- 1993 г.** Преобразование в АОТ НИИК
- 1999 г.** Переименование в ОАО «НИИК»

Численность персонала компании составляет ~ 500 человек

В составе компании представлены все подразделения, функционально отвечающие профилю инженерных услуг, предлагаемых компанией.

Структура компании включает отделения:

- **научное**, которое отвечает за разработку идей и технологий, как по процессам, так и по оборудованию
- **проектное**, которое отвечает за управление проектами, разработку проектной документации
- **поставок и управления проектами «под ключ»**, которое отвечает за изготовление и поставку оборудования, комплектацию оборудованием и материалами реализуемых проектов



Спектр услуг ОАО «НИИК»



проекты последних лет



**ОАО «Невинномысский Азот»
Строительство производства меламина
на основе базового пакета фирмы Lurgi, 2007-2011 г.г.**



НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
И ПРОЕКТНЫЙ ИНСТИТУТ
КАРБАМИДА

III Московский Международный Химический Форум, 2015

проекты последних лет



**ОАО «Череповецкий Азот»
Строительство установки
производства карбамида, 2008-2012 гг.**



НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
И ПРОЕКТНЫЙ ИНСТИТУТ
КАРБАМИДА

III Московский Международный Химический Форум, 2015

проекты последних лет

**ОАО «НАК Азот»
Строительство производства
карбамида на базе перемещаемого
оборудования, 2007-2010 гг.**



проекты последних лет



**Строительство производства карбамида
на базе перемещаемого оборудования
ОАО «Акрон»
(г. В.Новгород, 2007-2011 гг.)**



НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
И ПРОЕКТНЫЙ ИНСТИТУТ
КАРБАМИДА

III Московский Международный Химический Форум, 2015

Азотный Комплекс в Татарстане – пример международной интеграции на всех этапах создания объекта



Перспективные проекты с участием ОАО «НИИК»

Балтийский карбамидный завод
Ленинградская область

- Разработка Декларации о намерениях
- Сопровождение FEED
- Разработка Проектной документации
- Сопровождение прохождения Главгосэкспертизы

Аммиачно–карбамидный комплекс (АКК)
г. Россошь

- Разработка ТЭОИ
- Оказание консультационных услуг в выборе Контрактера

Газохимический комплекс
ЗАО «НХГ»
Дальний Восток

- Разработка декларации о намерениях инвестирования в строительство комплекса
- Разработка предварительного ОВОС

ФосАгро
Производство аммиака
г. Череповец

- Сопровождение инжиниринговых работ Заказчика
- Разработка Проектной документации
- Разработка Строительной части Рабочей документации
- Сопровождение Главгосэкспертизы
- Проведение авторского надзора

Еврохим
- **Производство аммиака**
г. Кингисепп
- **АКК** г. Невинномысск

- Участие в тендерах на оказание инжиниринговых услуг потенциальным Контрактерам



Раздел 8 Справочника...

ПРОИЗВОДСТВО КАРБАМИДА и КАС (смесь водных растворов карбамида и аммиачной селитры)



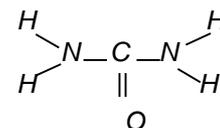
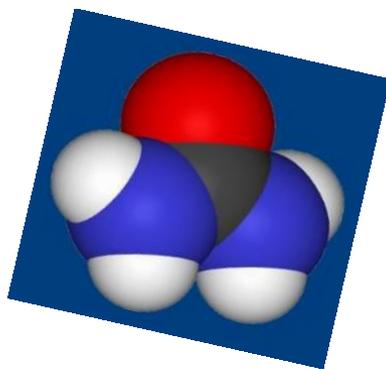
ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

О ПРОДУКТЕ И

РАССМАТРИВАЕМОЙ ОТРАСЛИ

ПРОМЫШЛЕННОСТИ





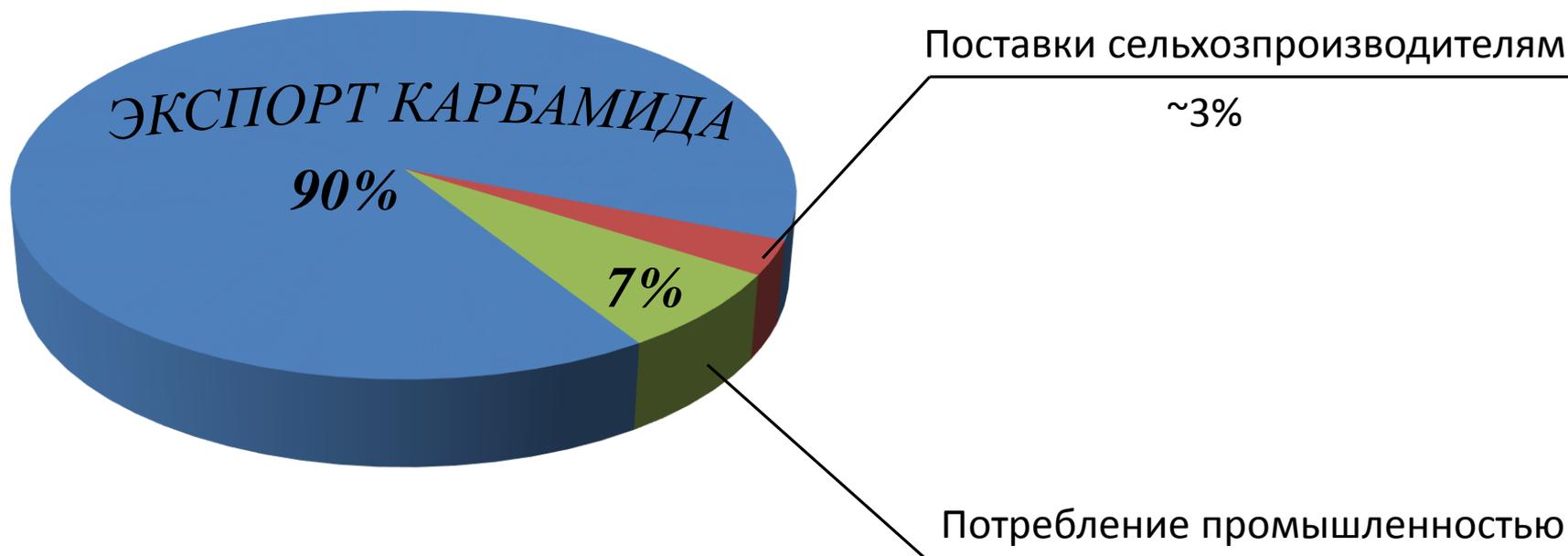
Карбамид (мочевина), полный амид угольной кислоты, карбонилдиамид по IUPAC) - органическое вещество-высоколиквидный продукт, получаемый из газового сырья.

Сырьё для получения карбамида:

аммиак и диоксид углерода из производства аммиака

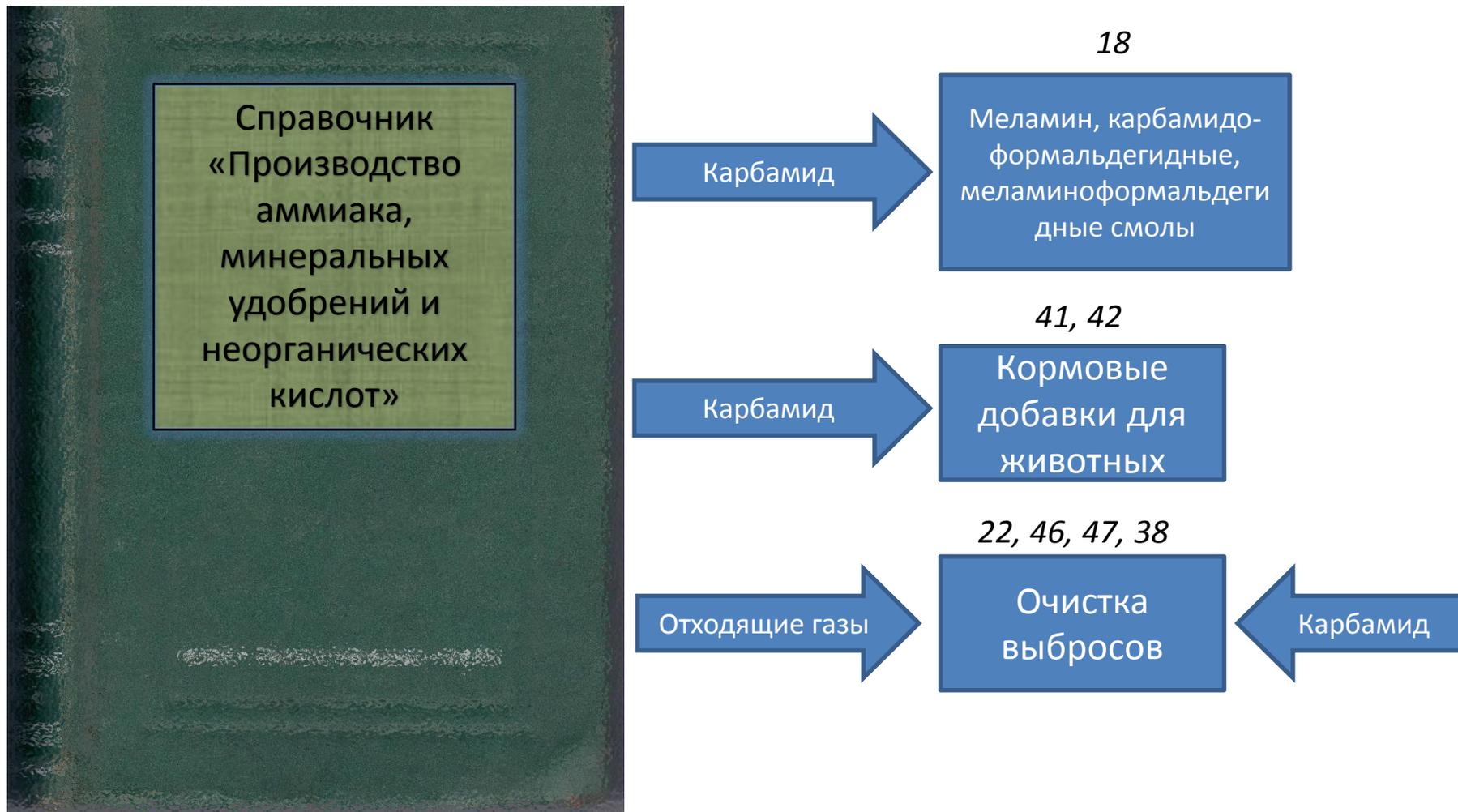


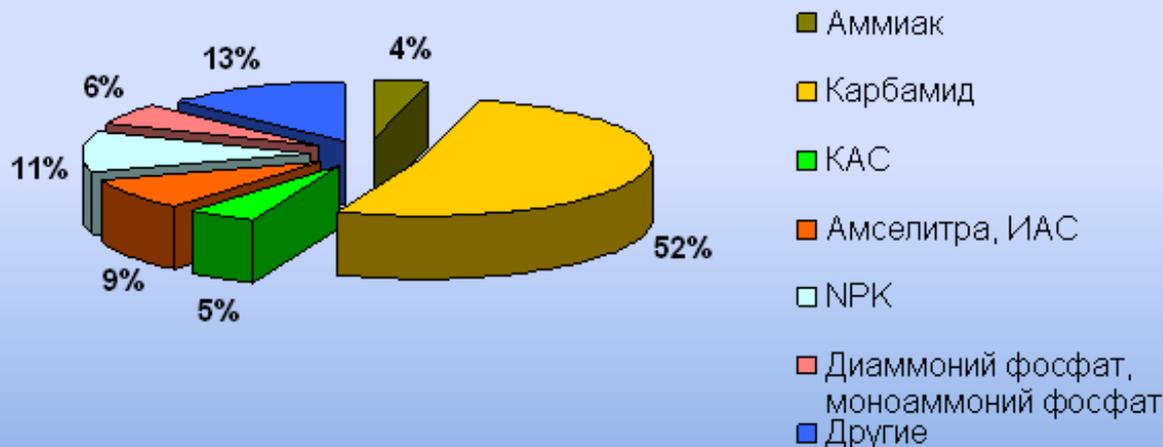
Распределение произведенного карбамида в РФ



Годовая выработка продукта на предприятиях РФ составляет ~8 млн. тонн, в ближайшие год-два достигнет 10 млн. тонн.

Сферы применения карбамида в промышленности





источник: материалы 15-й конференции AFA

Доля карбамида в структуре потребления азотных удобрений в мире продолжает возрастать. Сейчас она составляет ~70 %, с учётом КАС, ещё выше.

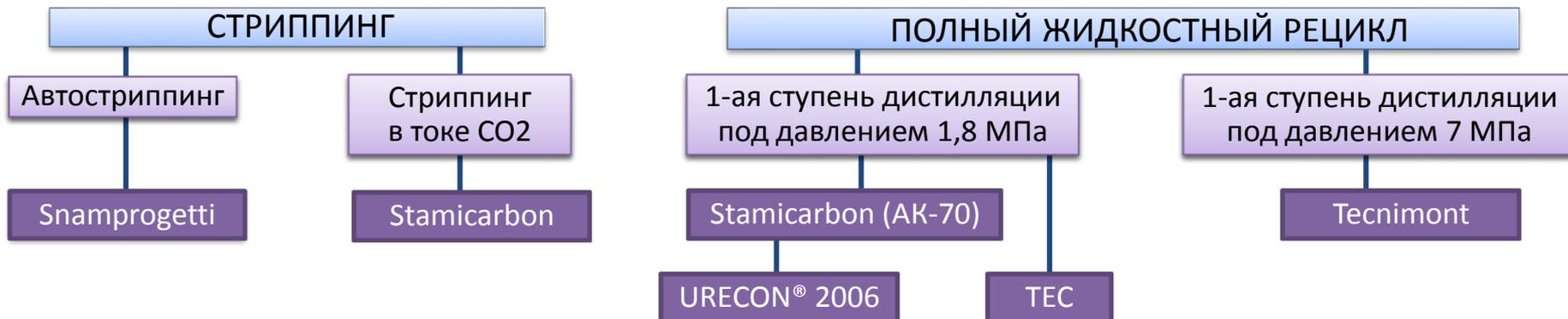
Мировые мощности превышают 200 млн. т/год и продолжают расти.

Определение НДТ

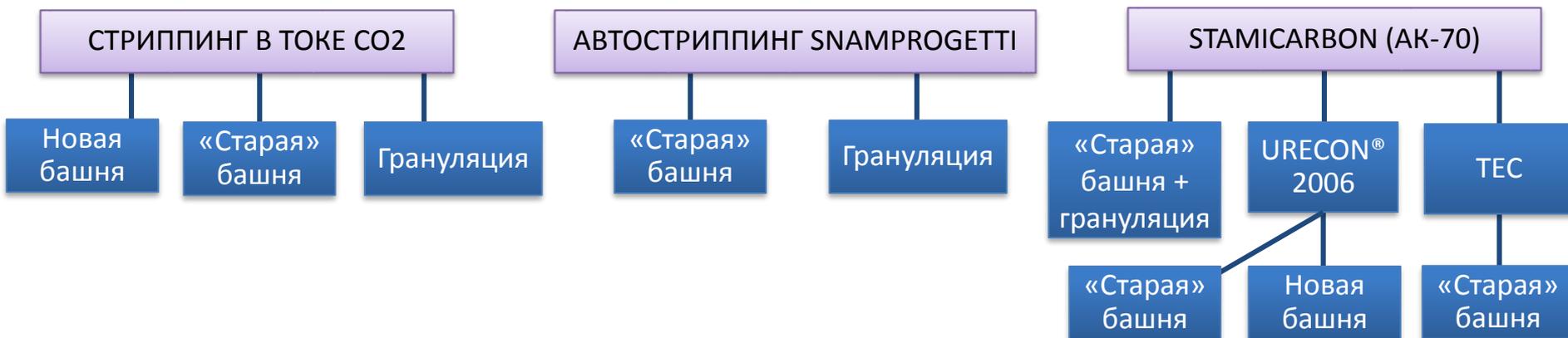


ОСОБЕННОСТЬ «КАРБАМИДНОЙ» ОТРАСЛИ В РФ – РАЗНООБРАЗИЕ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.

ПОЛУЧЕНИЕ РАСТВОРА КАРБАМИДА



ПОЛУЧЕНИЕ ТВЕРДЫХ ФОРМ КАРБАМИДА



Технологические показатели НДТ в области получения карбамида

Продукт	Технология	Технологические показатели НДТ			Примечание
		Эмиссии: Аммиак и пыль карбамида в пересчёте на аммиак	Энергоэффективност ь	Ресурсосбережение: Расходный коэффициент по аммиаку	
1.	Stamicarbon (AK-70) с полной или частичной реконструкцией URECON®2006 + новая или реконструированная башня	$\text{NH}_3 < 1,81 \text{ кг/т}$	Расход теплоэнергии < 1,3 Гкал/т Расход электроэнергии < 230 кВтч/т	<580 кг/т	П. 1,2,3,4,5,6,13,14 (табл. 211)
2.	Stamicarbon (AK-70) с незамкнутым циклом без усовершенствований + старая башня и грануляция	$\text{NH}_3 < 11,3 \text{ кг/т}$	Расход теплоэнергии < 1,666 Гкал/т Расход электроэнергии < 175,3 кВтч/т	<589 кг/т	П. 1,3,4,5,6,13,14,17,19 (табл.211), Р.8.1.4.3.1
3.	ТЕС + старая башня	$\text{NH}_3 < 2,37 \text{ кг/т}$	Расход теплоэнергии < 1,57 Гкал/т Расход электроэнергии < 51,7 кВтч/т	<582 кг/т	П. 15, 16, 17 (табл. 211), Р.8.1.4.2.2; Р. 8.1.4.3.1



4.	Стриппинг в токе CO ₂ + новая башня	NH ₃ < 0,873 кг/т	Расход теплоэнергии < 0,935 Гкал/т Расход электроэнергии < 266 кВтч/т	< 574 кг/т	П. 7,8,9,10 (табл. 211)
5.	Стриппинг в токе CO ₂ + старая башня	NH ₃ < 0,886 кг/т	Расход теплоэнергии < 1,0 Гкал/т Расход электроэнергии < 166 кВтч/т	< 586 кг/т	П. 7,8,9,10 (табл. 211)
6.	Стриппинг в токе CO ₂ + грануляция	NH ₃ < 1,218 кг/т	Расход природного газа < 147 м ³ /т Расход теплоэнергии < 1,0 Гкал/т Расход электроэнергии < 166 кВтч/т	< 571 кг/т	П. 7,8,9,10 (табл. 211)
7.	Автостриппинг + старая башня	NH ₃ < 2,326 кг/т	Расход природного газа < 220 м ³ /т Расход электроэнергии < 77 кВтч/т	< 620 кг/т	П. 11, 12, 13, 14, 17, 19 (табл. 211); P.8.1.4.3.1



8.	Австриппинг + грануляция	$\text{NH}_3 < 1,444 \text{ кг/т}$	Расход природного газа $< 144 \text{ м}^3/\text{т}$ Расход теплоэнергии $< 0,098 \text{ Гкал/т}$ Расход электроэнергии $< 110 \text{ кВтч/т}$	$< 569 \text{ кг/т}$	П. 11, 12, 13 (табл. 211)
9.	Теснимонт + старая башня	$\text{NH}_3 < 2,25 \text{ кг/т}$	Расход природного газа $< 193 \text{ м}^3/\text{т}$ Расход теплоэнергии $< 0,308 \text{ Гкал/т}$ Расход электроэнергии $< 83,2 \text{ кВтч/т}$	$< 586 \text{ кг/т}$	П. 12, 17, 19 (табл. 211); Р. 8.1.4.3.1



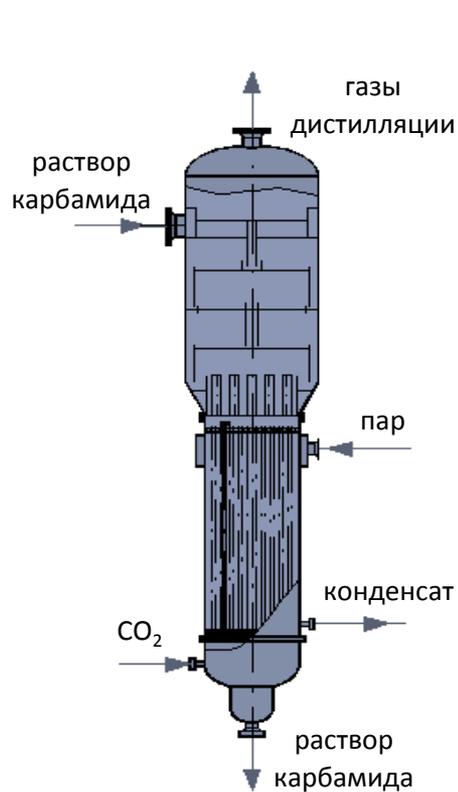
Перечень НДТ для справочника «Производство аммиака, минеральных удобрений и неорганических кислот»

№ п/п	Описание мероприятия	Объект внедрения	Эффект от внедрения			Ограничение применимости	Основное оборудование
			Снижение эмиссий основных загрязняющих веществ	Энергоэффективность, в отн. ед.	Ресурсосбережение, в отн. ед.		
Производство карбамида							
Таблица 211 НДТ в области получения плава карбамида							
1.	Комплект внутренних устройств в реактор синтеза карбамида	Полный жидкостный рецикл	-	Экономия энергии 0,04-0,08 Гкал/т	Снижение расхода пара на производство	-	Вихревой смеситель Насадка продольного секционирования Массообменные тарелки

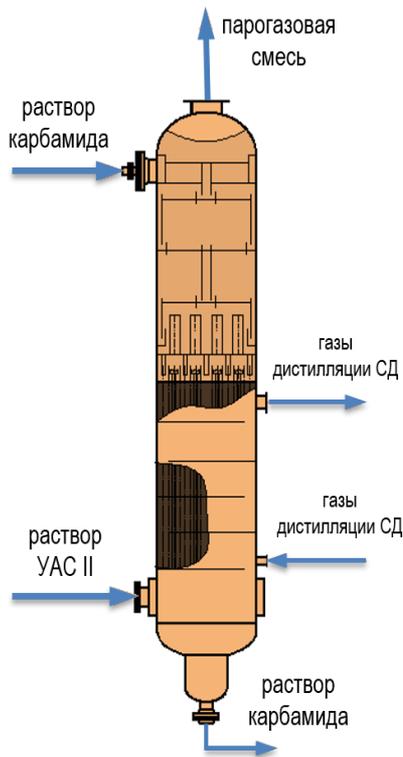


2.	Дистиллятор среднего давления (один аппарат) либо стриппер-дистиллятор	Полный жидкостный рецикл	-	Повышение эффективности работы узла дистилляции среднего давления. Экономия энергии 0,12 Гкал/т	Снижение расхода пара на производство	-	Дистиллятор среднего давления либо Стриппер-дистиллятор
3	Дистиллятор низкого давления (единый аппарат)	Полный жидкостный рецикл	-	Экономия энергии 0,05-0,07 Гкал/т	Снижение расхода пара на производство	-	Дистиллятор низкого давления
4	Рекуператор газов дистилляции	Полный жидкостный рецикл	-	Экономия энергии 0,15 Гкал/т	Снижение расхода пара на производство	-	Рекуператор газов дистилляции
5	Абсорбер среднего давления	Полный жидкостный рецикл	Исключение выбросов газов из узла среднего давления в случае отсутствия цеха аммиачной селитры	-	Исключение вывода газов из узла среднего давления на переработку в цех аммиачной селитры.	-	Независимость работы цеха карбамида от работы цеха аммиачной селитры

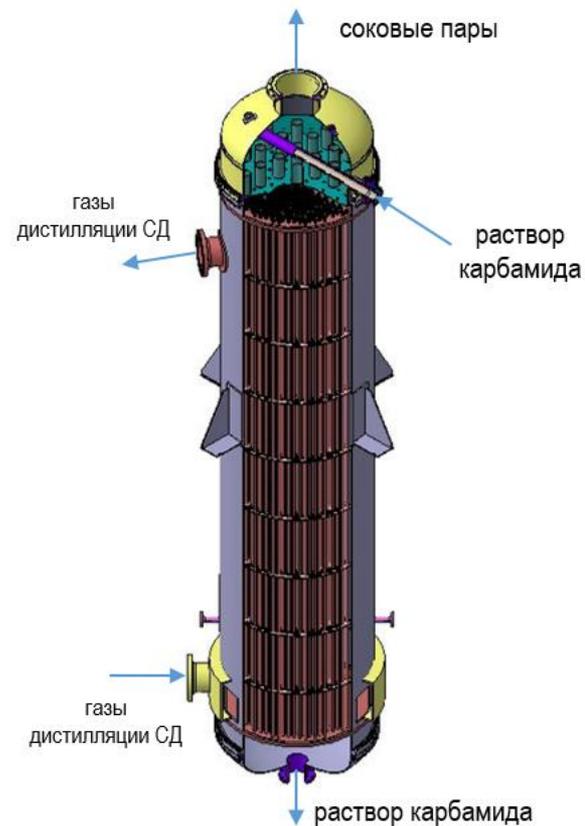




Дистиллятор низкого давления



Дистиллятор среднего давления



Теплообменник-рекуператор

6	Модернизация атмосферного абсорбера	Полный жидкостный рецикл	Исключение выбросов аммиаксодержащих газов в случае отсутствия цеха аммиачной селитры.	-	Исключение вывода газов из узла низкого давления в цех аммиачной селитры.	-	Независимость работы цеха карбамида от работы цеха аммиачной селитры
7	Комплект внутренних устройств в реактор синтеза карбамида	Стриппинг в токе CO ₂	-	Экономия энергии до 0,04 Гкал/т	Снижение расхода пара на производство	-	- Насадка продольного секционирования - Массообменные тарелки
8	Модернизация распределительного устройства раствора карбамида в стриппере	Стриппинг в токе CO ₂	-	Повышение эффективности процесса стриппинга (увеличение степени отгона аммиака на 3-7%) Повышается степень превращения CO ₂ в карбамид и достигается экономия пара и повышение производительности.	Снижение расхода пара на производство	-	Распределительное устройство раствора карбамида
9	Модернизация схемы работы карбаматного конденсатора (перевод в затопленный режим работы)	Стриппинг в токе CO ₂	-	Повышение давления пара, вырабатываемого. Сокращение энергозатрат	Снижение расхода пара на производство	-	Модернизация существующего карбаматного конденсатора либо Новый карбаматный конденсатор
10	Утилизация тепла абсорбции газов синтеза в узле выпаривания	Стриппинг в токе CO ₂	-	Экономия энергозатрат	Снижение расхода пара на производство	-	Дополнительная секция теплообмена в узле выпаривания
11	Утилизация тепла конденсата пара, обогревающего стриппер, в дистилляторе среднего давления	Автостриппинг (в токе NH ₃)	-	Сокращение энергозатрат на подогрев для дистилляции под давлением 1,8 МПа	Снижение расхода пара на производство	-	Дополнительная секция теплообмена в узле дистилляции под давлением 1,8 МПа



13

Узел, включающий в себя:

1. Двухступенчатую десорбцию, совмещенную в одном аппарате и подогревом острым паром.
2. Вертикальный двухзонный гидролизер с подогревом острым паром и с разделением газовой и жидкой фаз.
3. Рекуперативные теплообменники десорбера и гидролизера.
4. Затопленный конденсатор газов десорбции.

Очистка сточных вод (универсальный узел для всех технологий)

Обеспечение минимально возможных сбросов аммиака и карбамида (2 ppm для каждого в-ва). Прекращение сброса сточных вод на БОС и в канализацию.

Сокращение энергетических затрат. Достижение минимальных энергетических затрат и эксплуатационных за счет применения рекуперации тепла, подогрева острым паром, а также совмещения первой и второй ступеней десорбции (нет потерь тепла).

Снижение расхода пара на производство. Достижение минимальных капитальных затрат за счет объединения первой и второй ступени десорбции (нет дополнительного аппарата и обвязки между аппаратами).

-

Десорбер

Гидролизер

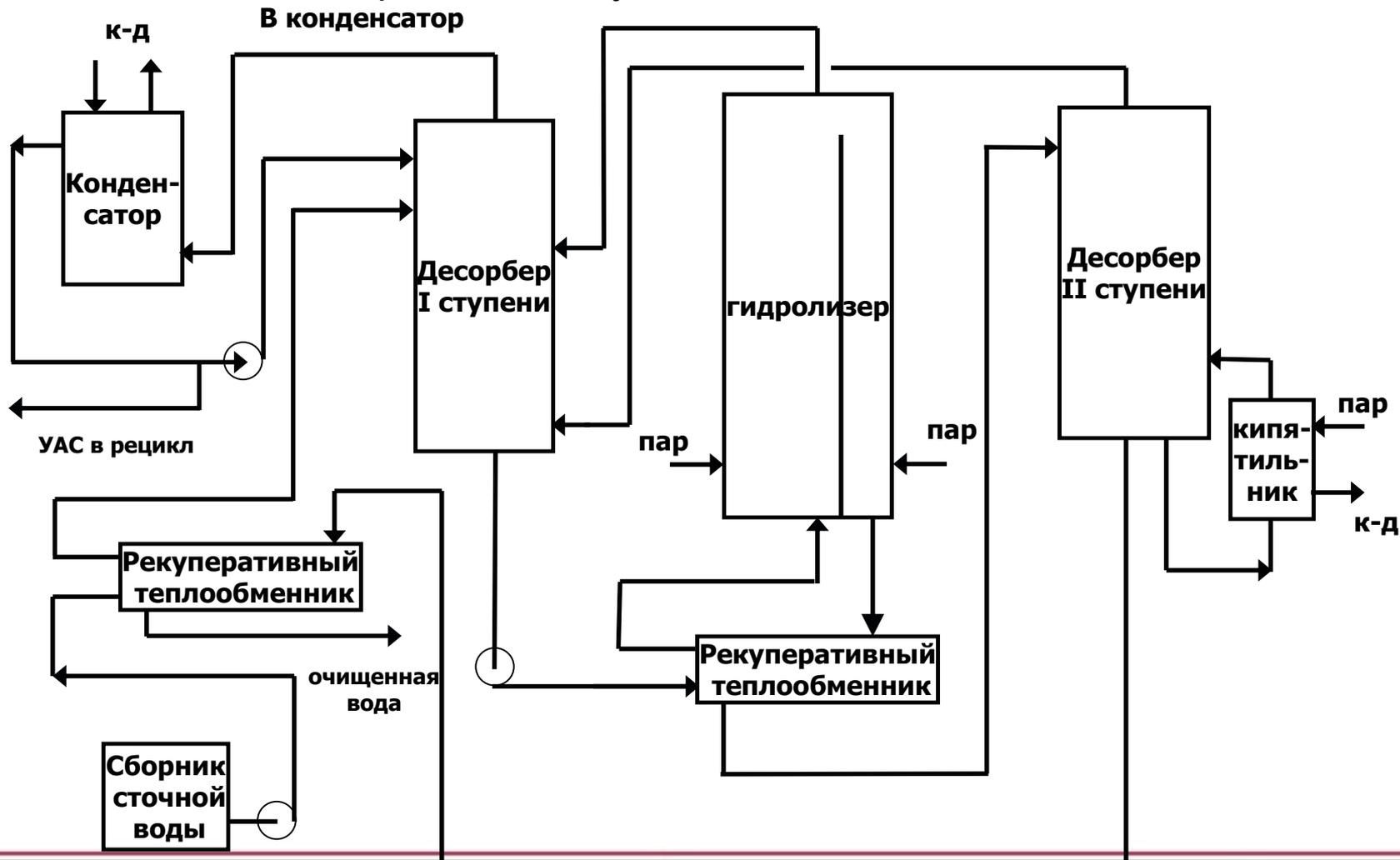
Рекуперативные теплообменники десорбера и гидролизера

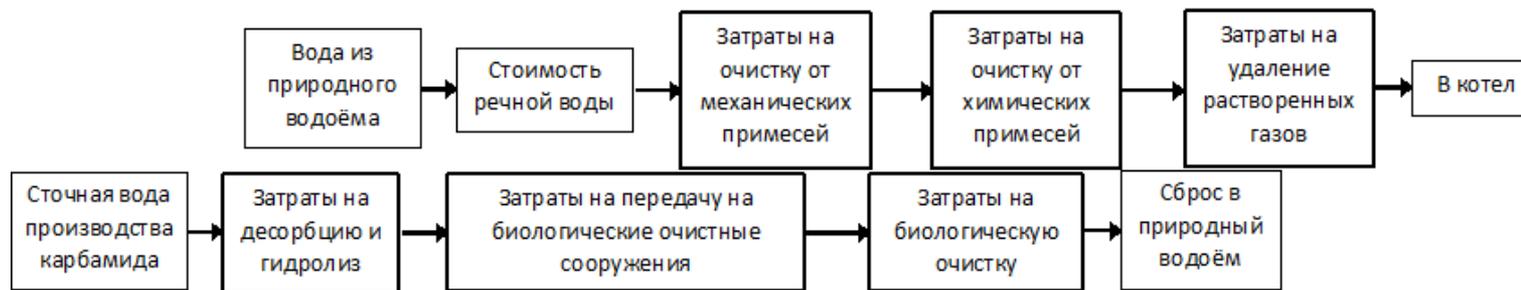
Затопленный конденсатор газов десорбции



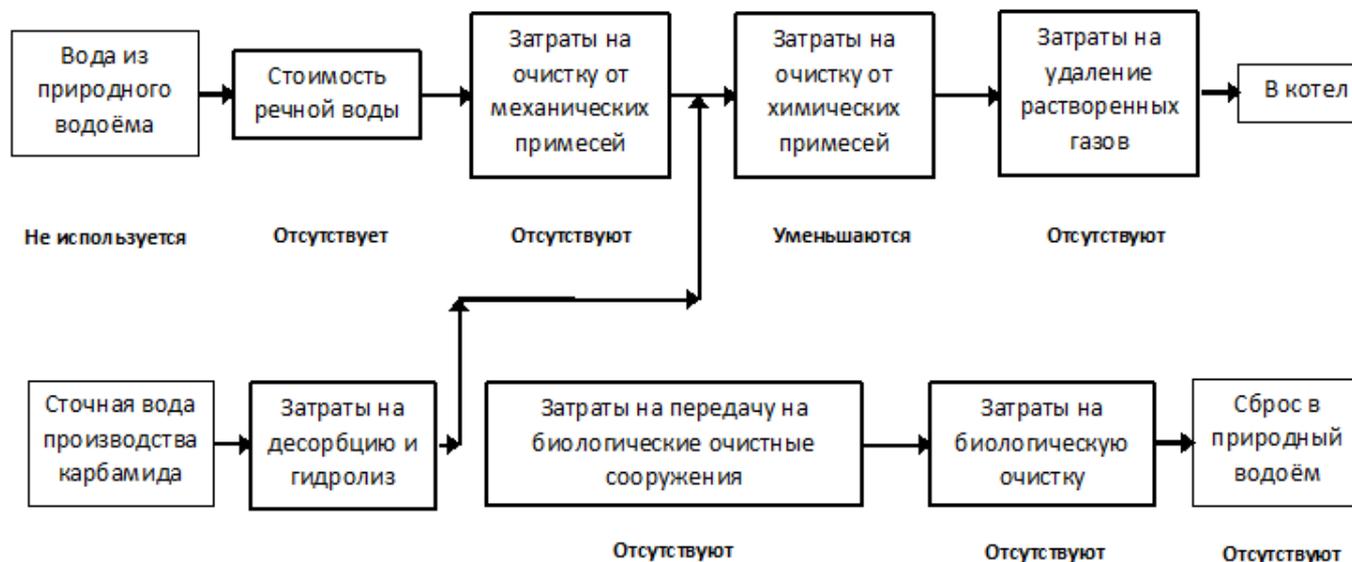
Принципиальная схема очистки сточных вод с двухступенчатой десорбцией и

гидролизом и с узлом конденсации





Существующая схема затрат на получение котловой воды и переработку сточных вод производства карбамида



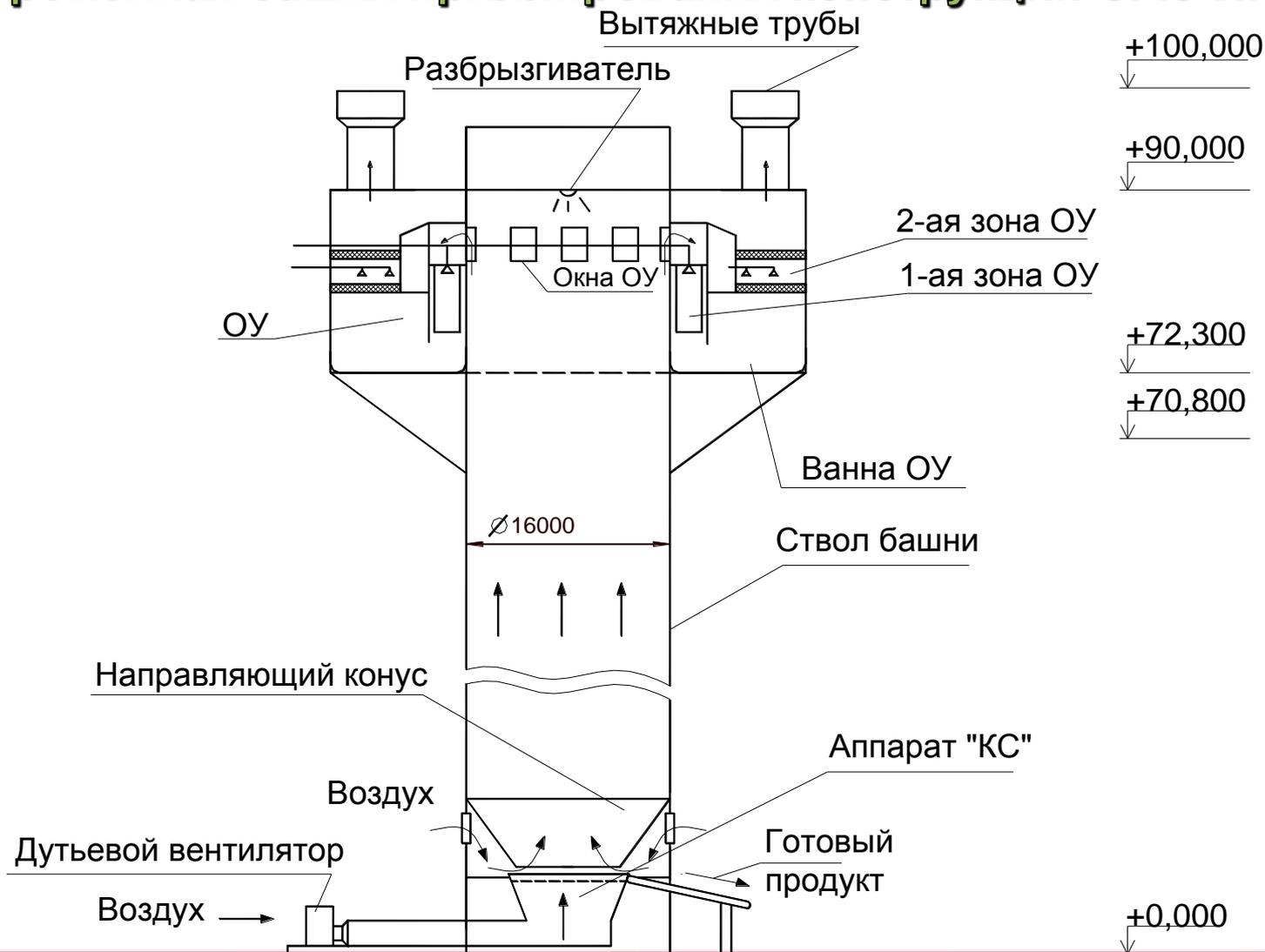
Предлагаемая схема затрат на получение котловой воды

НДТ в области получения твёрдых форм готового карбамида

№ п/п	Описание мероприятия	Объект внедрения	Эффект от внедрения			Ограничения применимости	Основное оборудование
			Снижение эмиссий основных загрязняющих веществ	Энергоэффективность, в отн. ед.	Ресурсосбережение, в отн. ед.		
17	Современная башня приллирования конструкции ОАО НИИК	Любая технология получения высококонцентрированного плава	Снижение концентрации пыли карбамида до 10-20 мг/м ³ . Снижение концентрации аммиака до 30-60 мг/м ³	Затраты электрической энергии: 23-30 кВтч/т Пар используется периодически	Сокращение потерь аммиака до 0,3- 0,6 кг/т Повышение качества готового продукта, увеличение производительности установки	-	Ствол башни Виброприллер Аппарат КС Пылеочистное устройство Вентилятор дутьевой Насос циркуляционный



Современная башня приллирования конструкции ОАО НИИК



Башни прилливания современной конструкции



НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
И ПРОЕКТНЫЙ ИНСТИТУТ
КАРБАМИДА

III Московский Международный Химический Форум, 2015

Башня прилливания без вытяжных вентиляторов



НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
И ПРОЕКТНЫЙ ИНСТИТУТ
КАРБАМИДА

III Московский Международный Химический Форум, 2015

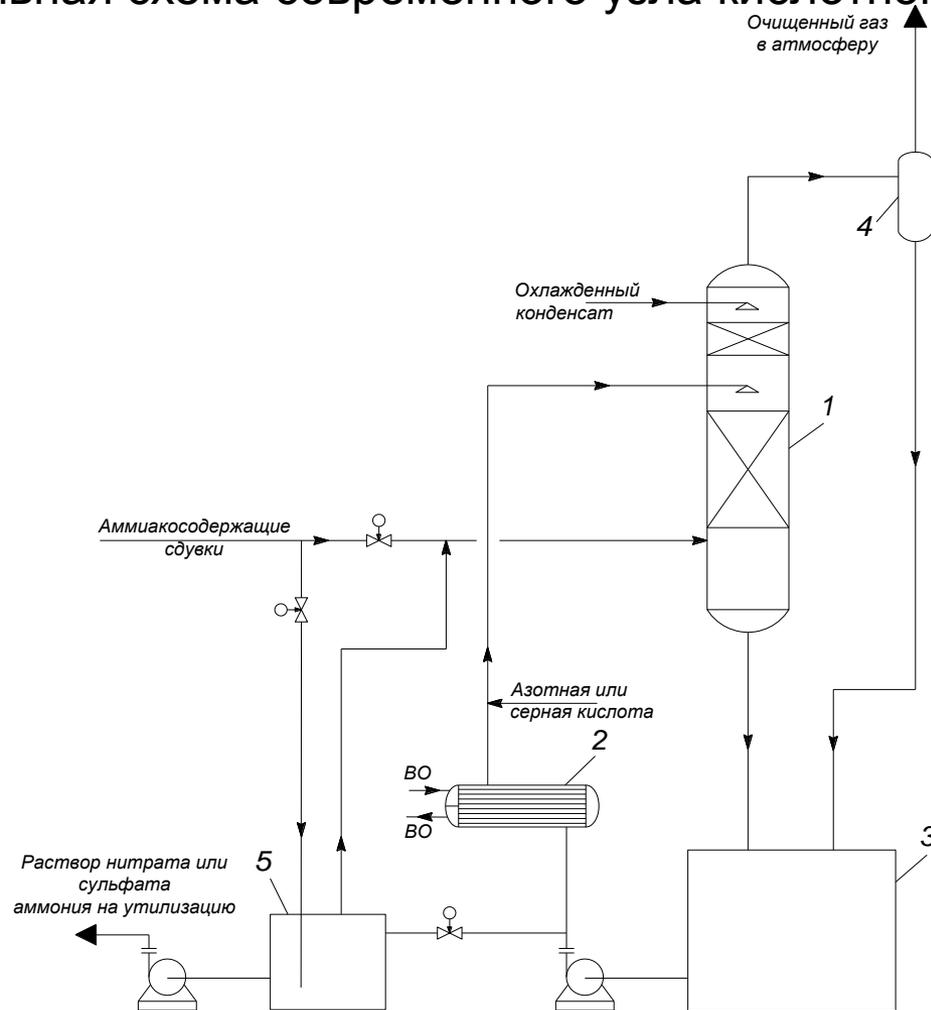
18	Установка грануляции в кипящем слое фирмы Stamicarbon	Любая технология получения плава с концентрацией карбамида 98,5 % масс.	-	Затраты электрической энергии: 38 кВтч/т Затраты тепловой энергии: 0,015 Гкал/т	-	Из-за повышенного содержания КФС продукт имеет ограниченное применение	Гранулятор с большим количеством форсунок Подогреватель воздуха Ёмкость растворения Холодильник гранулята Воздуходувка Нагнетатель воздуха на распыление Элеватор Классификатор Дробилка Транспортёр ретура Бункер Скруббер Вентилятор Насос



19	Установка кислотного улавливания аммиаксодержащих газов	Сдувки с примесью аммиака из технологических аппаратов	Снижение концентрации и аммиака после кислотной промывки до 20 мг/нм ³	-	Образовавшийся раствор сульфата или нитрата аммония утилизируется в виде сульфатной добавки или на смежных производствах аммиачной селитры и сложных удобрений	-	Скруббер колонного типа с двумя зонами контакта Холодильник Сборник Сепаратор-каплеуловитель Донейтрализатор
----	---	--	---	---	--	---	--



Принципиальная схема современного узла кислотного улавливания

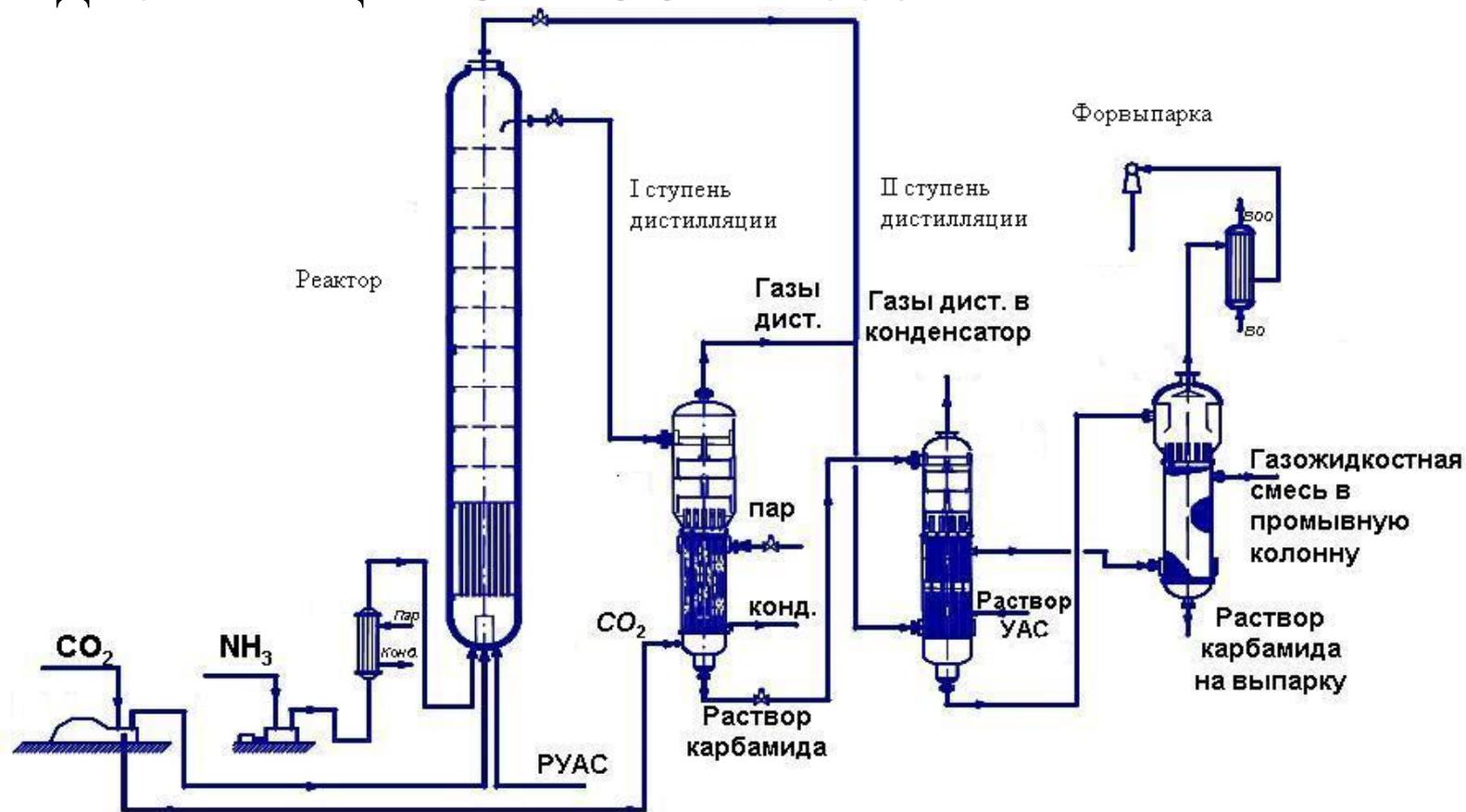


1 – скруббер, 2 – холодильник, 3 – сборник нитрата (или сульфата) аммония,
4 – сепаратор-каплеотделитель, 5 – донейтрализатор

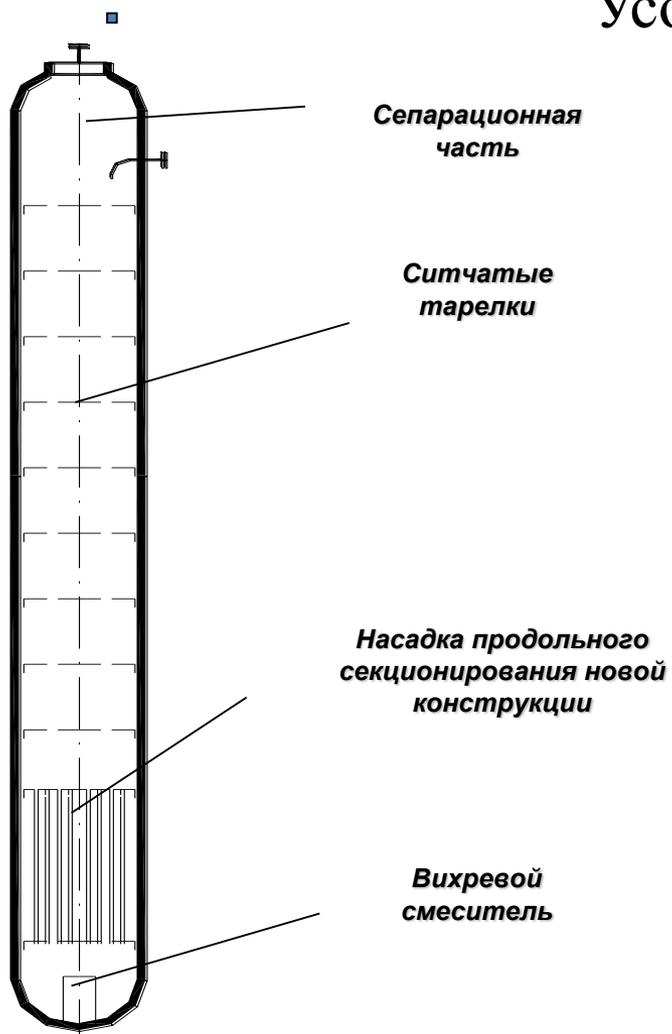
<p>Новый агрегат мощностью 300-600 т/сутки</p>	<p>Новое строительство</p>	<p>-</p>	<p>Снижение расхода пара до 0,80 Гкал/т</p> <p>Расход электрической энергии 190 кВтч/т</p>	<p>Расход аммиака- 570 кг/т</p> <p>Расход диоксида углерода – 740 кг/т</p>	<p>Агрегат небольшой мощности</p>	<p>Комплектная поставка оборудования</p>
---	-----------------------------------	----------	--	--	--	---



Принципиальная схема узлов синтеза и дистилляции URECON[®]2006



Усовершенствованный узел синтеза



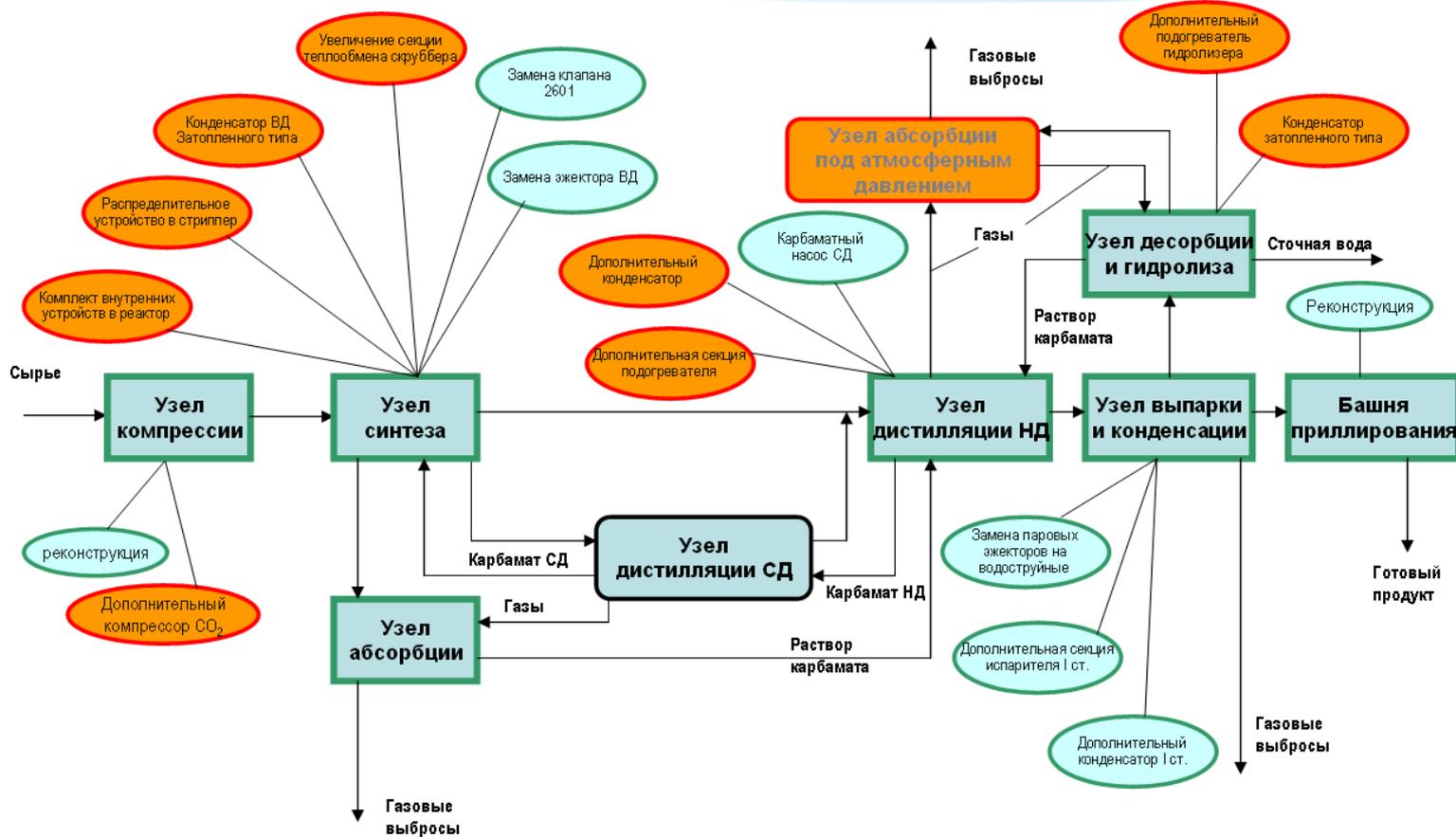
**Повышение
степени
конверсии**

на 3%



<p>Новый агрегат мощностью 1500 т/с</p>	<p>Новое строительство</p>	<p>-</p>	<p>Снижение расхода пара до 0,65 Гкал/т Расход электрической энергии 180 кВтч/т</p>	<p>Расход аммиака - 570 кг/т Расход диоксида углерода – 740 кг/т</p>	<p>Технология подходит для строительства и реконструкции агрегатов мощностью 1500-2500 т/с</p>	<p>Комплектная поставка оборудования</p>
---	----------------------------	----------	---	--	--	--





Блок-схема реконструкции агрегата карбамида по технологии

URECON®2007



НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
И ПРОЕКТНЫЙ ИНСТИТУТ
КАРБАМИДА

III Московский Международный Химический Форум, 2015

ЗАКЛЮЧЕНИЕ



НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
И ПРОЕКТНЫЙ ИНСТИТУТ
КАРБАМИДА

III Московский Международный Химический Форум, 2015



Основные результаты работы

1. Раздел 8 «Производство карбамида и КАС» подготовлен в соответствии с требованиями ПНСТ, Методическими рекомендациями и на основе информации, полученной из анкет, заполненных предприятиями.
2. Принимая во внимание специфику разнообразия технологий получения карбамида в РФ при определении показателей НДТ выделены группы технологий, учитывающие как различия в способах получения плава карбамида, так и особенности получения твёрдой формы готового продукта.
3. В пределах своей группы технологий показатели действующих агрегатов карбамида не превысят показатели НДТ, указанные в таблице показателей НДТ.



Основные результаты работы

4. Составлен перечень НДТ в области получения плава карбамида и в области получения твёрдых форм готового продукта.

5. Представлены перспективные разработки в области НДТ, которые подготовлены к промышленной реализации, но не проходят по критерию «промышленное внедрение на двух и более объектах в Российской Федерации»





Спасибо за внимание!



НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
И ПРОЕКТНЫЙ ИНСТИТУТ
КАРБАМИДА

III Московский Международный Химический Форум, 2015

