

Производство карбамида в СНГ

Технологии и перспективы

Текст: Дарья Захоженко, Сергей Гунчак



Колонна синтеза карбамида



Стриппер фирмы Stamicarbon

Мировое производство карбамида (мочевины) динамично развивается, его доля в суммарном объеме производства азотных удобрений в 2007 г. достигла 59% — на уровне 144 млн. тонн, что на 7,8% выше показателя 2006 г. (133,5 млн. тонн). Лидером мирового производства карбамида в 2007 г. был Китай (около 38%). Всего же доля стран Азии (с учетом ближневосточного региона) в прошлом году достигла 69%. На страны СНГ в 2007 г. пришлось примерно 7% мирового объема производства карбамида (около 10,4 млн. тонн)

Рис. 1. Структура мирового производства карбамида в 2007 г.

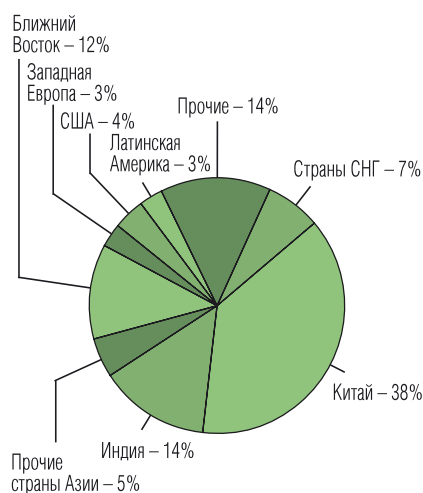


Рис. 2. Структура производства карбамида в СНГ в 2007 г.



(см. рис. 1).

Тенденцией последних лет стало наращивание мощностей по производству карбамида в развивающихся странах и их сокращение в развитых. В настоящее время основная доля мощностей (более 85%) сосредоточена именно в этих регионах. Так, за последнее десятилетие, в Азии они выросли почти на 8 млн. тонн — до 40 млн. тонн, в основном за счет строительства новых установок в Индии, а также в Пакистане и Индонезии. В Китае за этот же период показатели удвоились. Увеличились мощности и в странах Среднего Востока и Латинской Америки. В последние же годы наиболее интенсивно производство мочевины развивается в странах Ближнего Востока.

На СНГ приходится 9% ожидаемого до 2012 г. прироста объема выпускаемого карбамида. Суммарная номинальная мощность его изготовителей в СНГ, по состоянию на 2007 г., составила 11,8 млн. тонн.

Объем производства карбамида в странах СНГ в прошлом году превысил 10,4 млн. тонн. Здесь изготовлением этого удобрения занимаются 5 стран: Россия, Украина, Беларусь, Туркменистан и Узбекистан. Доля России в общем объеме выпуска карбамида в СНГ в 2007 г. оценивается в 53%. Примерно 1/3 произведенной в прошлом году в СНГ мочевины пришлось на Украину. Остальные страны СНГ в совокупности изготовили около 14% объема выпущенной в этом регионе мочевины.

Структура производства мочевины в странах СНГ в 2007 г. представлена на рис. 2.

Объем мирового экспорта карбамида в 2007 г. оценивался в 36,4 млн. тонн (на 15% выше, чем в 2006 г.). Суммарная доля стран СНГ в его структуре в прошлом году составляла около 21,5%.

В 2007 г. Россия занимала второе

место в мире по объемам экспорта мочевины после Китая. В прошлом году российские производители направляли на экспорт около 80% своей продукции, что составляет примерно 4,4 млн. тонн.

Прогнозируется, что к 2012 г. мощности по выпуску карбамида в России достигнут отметки 7 млн. тонн в год (в 2007 г. — 6,1 млн. тонн), благодаря расширению производства на нескольких предприятиях и открытию нового завода в Новгороде (300 тыс. тонн в год).

Украинские производители карбамида в прошлом году работали на 89% от номинальной мощности. Значительных изменений здесь в ближайшее время не прогнозируется, и к 2012 г. суммарный объем выпуска мочевины украинскими предприятиями должен составить около 4,4 млн. тонн. Украина является основным конкурентом России на мировом рынке карбамида (в 2007 г. экспортировано 3,4 млн. тонн N_2CONH_2 , или 9,3% мирового экспорта).

Следует отметить, что такие крупные продуценты карбамида, как Индия и США, практически не участвуют в экспорте. В этих странах, а также в Пакистане и, частично, в Индонезии продукт используется в основном для внутреннего потребления. Китай до 2007 г. по совокупности показателей являлся чистым импортером карбамида, однако в прошлом году экспорт из этой страны увеличился почти втрое по сравнению с 2006 г. (до 5,8 млн. тонн) — в первую очередь благодаря вводу в эксплуатацию значительных мощностей по его производству в этой стране в 2006 — 2007 гг. Это позволило Китаю в 2007 г. выйти на первое место в мире по объемам экспорта мочевины. С этого времени в структуре внешнеторговых операций с карбамидом в Китае наблюдается существенный перевес в сторону

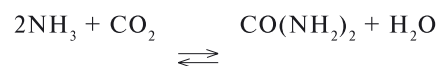
экспорта.

По данным IFA, около 25% объема мирового производства карбамида идет на экспорт. Основными странами-экспортерами этого продукта, помимо России, Украины и Китая, являются Саудовская Аравия, Катар, Канада, Египет, Ливия, Венесуэла, Индонезия и Малайзия. Крупнейшими импортерами являются Индия, Таиланд, Бразилия, Мексика, США, Турция, Австралия, Вьетнам, Перу, а также страны Западной Европы, часть Ближнего Востока и Африки.

Технологии производства карбамида

Мочевина H_2NCONH_2 была открыта Руэлем в 1773 г. и идентифицирована Праутом в 1818 г. Особое значение мочеvine в истории органической химии придал тот факт, что ее синтез Ф. Вёлером из цианата аммония NH_4NCO в 1828 г. явился первым синтезом органического соединения из неорганического.

Все промышленные способы получения карбамида основаны на его образовании по реакции аммиака с диоксидом углерода при температурах около $+200^\circ C$ и давлениях порядка 20 МПа и выше, поэтому в большинстве случаев производства мочевины совмещают с аммиачными производствами.



Первые промышленные установки получения карбамида за рубежом появились в 1920-е годы на базе работ, проводившихся химиками Германии, США и Франции в начале XX века. Они работали по так называемой «открытой» схеме: синтезированный плав карбамида дросселировали до атмосферного давления, отделяли непрореагировавшие газы и использовали содержащийся в них аммиак для производства аммо-

Рис. 3. Технологии производства карбамида на предприятиях СНГ

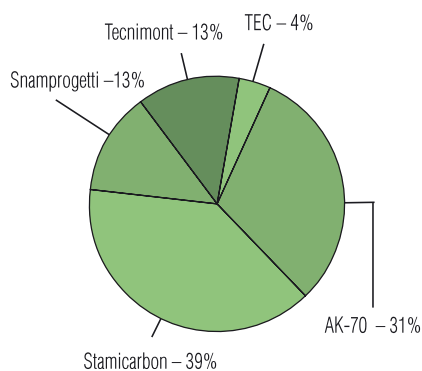
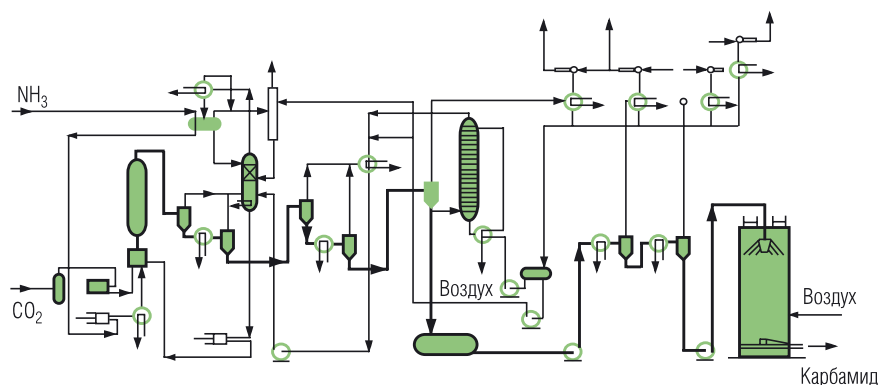


Рис. 4. Классическая схема производства карбамида



нийных солей, а затем выпаривали раствор карбамида и получали его в кристаллическом виде. Этот способ был крайне невыгоден с экономической точки зрения.

Поэтому в 1930-40-х годах в разных странах активизировались исследовательские работы, которые были направлены на создание более экономичных способов получения карбамида.

Технология получения мочевины из аммиака и диоксида углерода за много лет развития неоднократно претерпевала качественные изменения. Технологические схемы открытого типа сменялись полузамкнутыми, которые, в свою очередь, были вытеснены полностью замкнутыми. Развитие замкнутых схем далее шло в направлении максимального полезного использования внутреннего энергетического потенциала процесса и увеличения единичной мощности промышленных агрегатов.

В СССР начало промышленного производства карбамида относится к 1935 г., когда на Чернореченском химическом заводе (г. Дзержинск) была пущена первая установка мощностью 240 кг в сутки.

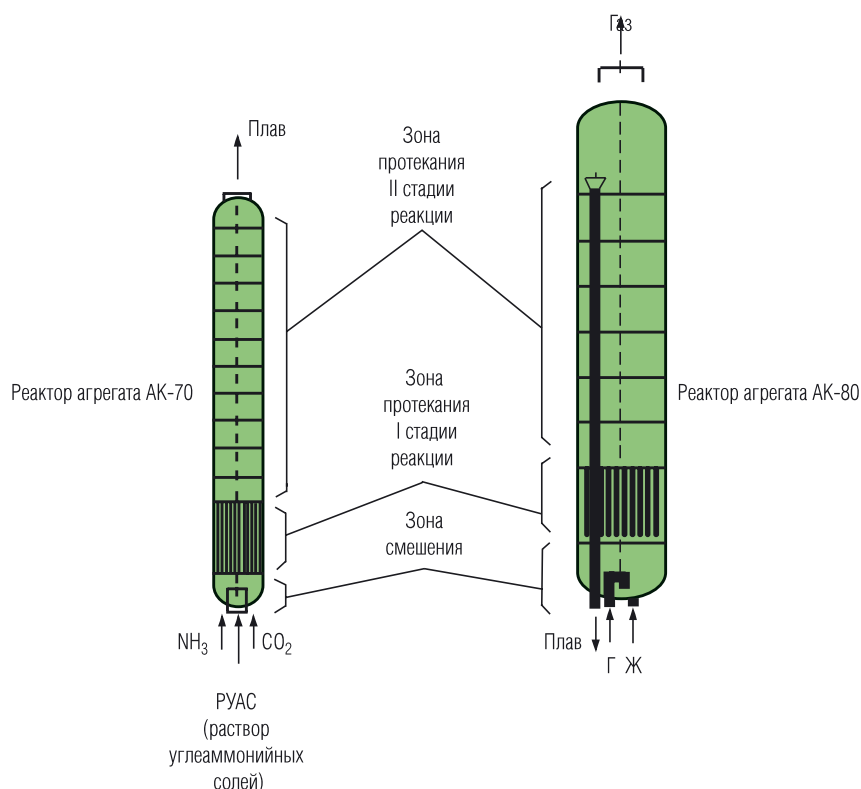
К 1950-м годам в СССР действовали две промышленные установки получения H_2NCONH_2 : на

Новомосковском и Лисичанском химических комбинатах общей мощностью около 20 тыс. тонн в год, созданные на основании предвоенных работ ГИВД (г. Ленинград), и работавшие по открытой схеме. Научно-исследовательские работы в области совершенствования технологии производства карбамида проводились параллельно в нескольких направлениях; разрабатывались схемы синтеза мочевины с газовым, частичным и жидкостным рециклами. В это время был создан Научно-исследовательский и проектный институт карбамида (НИИК), который спроектировал в 1958-1959 гг. и испытал в г. Сталиногорске (Новомосковск) в опытно-промышленном масштабе два процесса — технологию двухступенчатой дистилляции плава карбамида с конденсацией и рециркуляцией избыточного аммиака, а также процесс разделения газов дистилляции путем селективной абсорбции диоксида углерода раствором моноэтаноламина. Одновременно, совместно с Чернореченским химзаводом, был разработан и испытан метод непрерывного выпаривания раствора мочевины и ее кристаллизации в аппаратах шнекового типа. Эти работы послужили основой для проектов первых, считавшихся по

тому времени крупнотоннажными, агрегатов карбамида мощностью 35 тыс. тонн в год с частичным рециклом аммиака (Новомосковск, Салават, Ангарск, Гродно, Кемерово) и полным газовым рециклом (Щекино).

За рубежом в этот период фирмой Stamicarbon (Нидерланды) был разработан и в 1959 г. доведен до промышленного воплощения процесс производства карбамида с полным рециклом непрореагировавших веществ в виде водного раствора углеаммонийных солей — так называемый полный жидкостный рецикл — с получением гранулированного продукта путем разбрызгивания расплава мочевины в пустотелой башне навстречу восходящему потоку воздуха.

Позднее этот способ гранулирования получил название «приллирование». Одновременно со строительством в СССР упомянутых установок мощностью 35 тыс. тонн в год за рубежом были приобретены несколько комплектов оборудования для агрегатов мощностью 90 тыс. тонн в год, работающих по технологии полного жидкостного рецикла фирмы Stamicarbon. Цехи были введены в эксплуатацию в период 1963-1965 гг. на Щекинском и Северодонецком химических ком-

Рис. 5. Схема секционирования реактора синтеза

бинатах, Чирчикском электрохимическом комбинате (Узбекистан) и на Салаватском нефтехимическом комбинате.

На базе опыта освоения этих агрегатов, в 1960-70-х годах были выполнены проекты более 25 установок по производству карбамида производительностью 90 тыс. тонн в год по технологии полного жидкостного рецикла, включая проект переоборудования цеха с газовым рециклом в Шекино. Цехи с двумя установками были пущены на Новомосковском, Невинномысском, Новгородском химических комбинатах, на Салаватском НХК, Вахском азотно-туковом заводе, ПО «КуйбышевАзот», Гродненском ПО «Азот», Ионавском ЗАУ, Кироваканском и Руставском химических заводах, а также на ПО «Ангарскнефтеоргсинтез» и Чернореченском ПО «Корунд». Всего по этому проекту за 1966-1972 гг. были введены в эксплуатацию 32

агрегата по выпуску карбамида.

В настоящее время промышленность по производству мочевины базируется на схеме с полным жидкостным рециклом (ТЕС (Япония), ОАО «НИИК»), а также на технологиях со стриппинг-процессом фирм Stamicarbon, Snamprogetti (Италия) и Tecnimont (Италия). На предприятиях СНГ используются все пять основных методов производства карбамида: полный жидкостный рецикл АК-70 (разработчик – ОАО «НИИК», 31 установка), стриппинг-процесс CO_2 Stamicarbon (13 установок), стриппинг-процесс аммиака Snamprogetti (3 установки), Tecnimont (3 установки) и ТЕС (1 установка). По типу применяемых технологий мощности распределены следующим образом (рис. 3).

Как видно из диаграммы, технологии фирмы Stamicarbon и ОАО «НИИК» наиболее распространены на территории СНГ. Несмотря на

то, что соответствующие установки были построены относительно давно, они являются достаточно конкурентоспособными. Проводимые на большинстве предприятий мероприятия по реконструкции существующих производств позволяют увеличить мощности и снизить энергозатраты.

Обзор технологий, применяемых в производстве карбамида

Как было сказано ранее, в России производство карбамида осуществляется с использованием технологий Stamicarbon, Snamprogetti, Tecnimont и ОАО «НИИК». Наиболее распространенными на данный момент являются процессы Stamicarbon. На Кемеровском и Березниковском ОАО «Азот» используется технология Tecnimont. А на ряде агрегатов (в частности, на одном из 4-х агрегатов НАК «Азот») применяется процесс Snamprogetti.

На рынке технологий для создания новых мощностей имеются различные модификации стриппинг-процесса, отличающиеся в основном аппаратным оформлением узла синтеза. Зарубежные фирмы предлагают сегодня установки мощностью преимущественно от 1000 до 2000 и даже 3000 тонн/сутки. Все эти технологии находятся примерно на одном уровне по степени использования сырья, отличаются различными решениями по аппаратному оформлению, применяемым конструкционным материалам, а также приемам, позволяющим минимизировать энергопотребление.

Установки 1960 – 1975 гг. работают по классической схеме с полным жидкостным рециклом и имеют значительный уровень удельных теплоэнергетических затрат: от 5,4 до 6,3 ГДж на тонну мочевины.

Производства, созданные в пе-

риод с 1976-1995 гг., действуют по схемам стриппинг-технологий, в которых уровень удельных энергетических затрат почти в 1,5 раза ниже, чем у работающих по схеме с полным жидкостным рециклом, и находится в пределах 3,55 – 4,2 ГДж/т.

Начиная с 1990 г. разрабатываются агрегаты с уровнем энергопотребления пара 2,68 – 2,93 ГДж/т.

Однако опыт эксплуатации агрегатов с полным жидкостным рециклом по схеме АК-70 показывает, что у данной технологии имеются значительные резервы по снижению уровня удельных энергозатрат. Так, на отдельных предприятиях уже сейчас реально достигнутое энергопотребление составляет около 3,47-3,56 ГДж/т и это не является пределом. Наличие резервов у данной схемы, объясняется прежде всего, более высокими значениями давления и температуры в ключевом узле синтеза и высокими степенями превращения исходных реагентов.

Одним из основных элементов концепции реконструкции производств карбамида, разработанной ОАО «НИИК», является модернизация узла синтеза, поскольку именно его эффективная работа определяет масштаб рецикла непрореагировавшего сырья и, во многом, энергетические затраты производства.

Для обеспечения максимальной результативности процесса синтеза карбамида, особенно при увеличении нагрузки, ОАО «НИИК» предлагает следующую схему секционирования реактора. По ней он делится на 3 зоны (рис. 5):

- а) Зона смешения. В этой зоне устанавливается высокоэффективный вихревой смеситель;
- б) Зона протекания I стадии реакции. В ней устанавливается насадка продольного секционирования усовершенствованной конструкции;

Рис. 6. Блок-схема получения карбамида компании Stamicarbon (стриппинг CO₂)

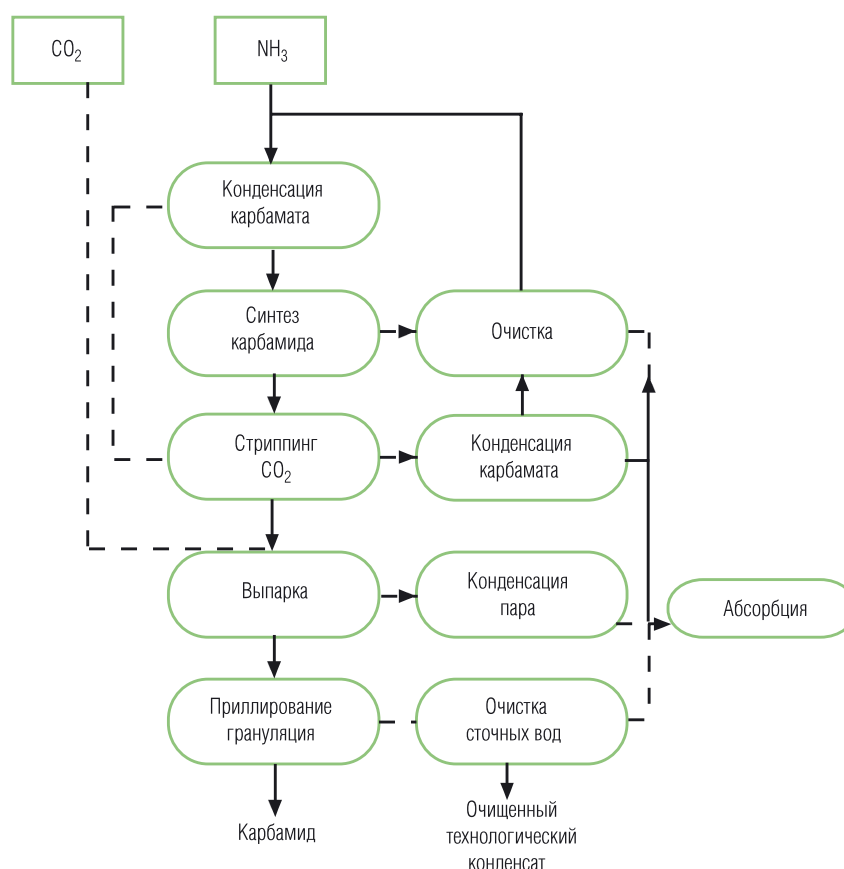


Рис. 7. Технология Urea 2000plus - синтез с бассейновым конденсатором

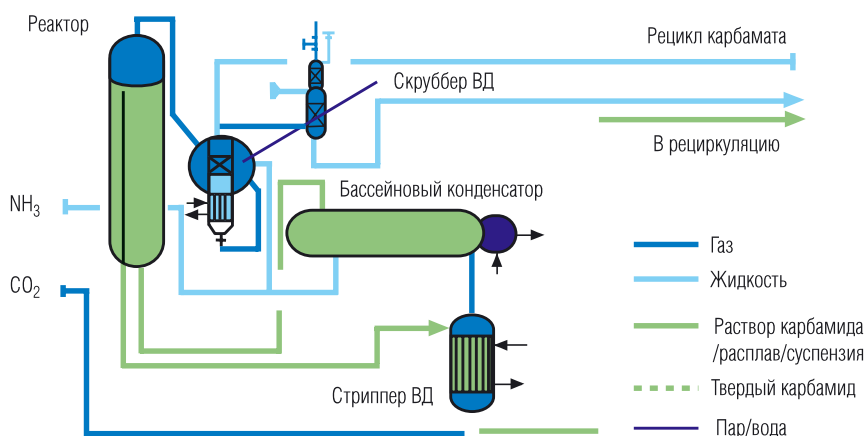
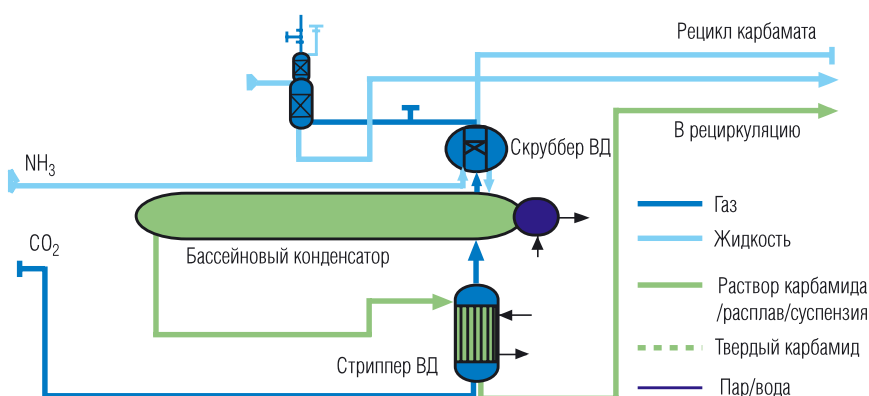
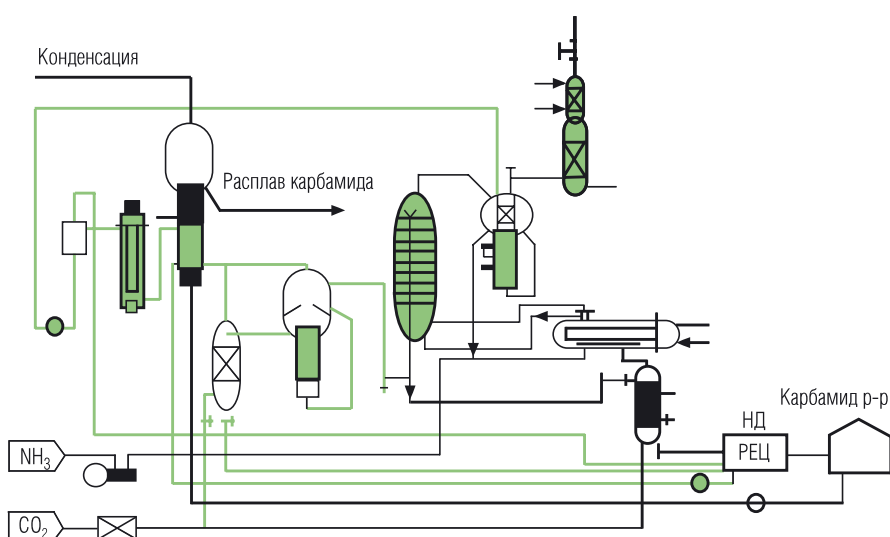


Рис. 8. Технология Urea 2000plus - синтез с затопленным реактором**Рис. 9.** Мега-производство карбамида (Stamicarbon)

в) Зона протекания II стадии реакции. Здесь устанавливаются ситчатые тарелки.

Схема секционирования реактора позволяет приблизить гидродинамический режим к режиму идеального вытеснения и получить максимальную степень конверсии (прирост около 3% по сравнению с реактором, традиционно секционированным ситчатыми тарелками). При этом достигается снижение расхода пара на стадиях дистилляции и выпарки не менее 0,17 ГДж/т, а производительность агрегата увеличивается с 1500 до

1650 т/сутки.

Упрощенная блок-схема технологического процесса компании Stamicarbon, в котором реализован стриппинг CO_2 , представлена на рис. 6.

Аммиак и диоксид углерода превращаются в карбамат аммония при давлении около 14 МПа и температуре +180-185°C. Конверсия аммиака достигает 41%, углекислого газа – 60%. Непрореагировавшие аммиак и диоксид углерода поступают в стриппер, при этом CO_2 выступает в роли стриппинг-агента. После конденсации

CO_2 и NH_3 возвращаются в процесс синтеза. Теплота конденсации используется для выработки пара, поступающего в компрессор CO_2 .

Данный процесс может иметь различное аппаратное оформление. Ниже представлена схема технологии Urea 2000plus™, которая представляет собой синтез с бассейновым конденсатором.

Данная методика успешно эксплуатируется на производстве карбамида мощностью 2700 тонн/сутки в Китае (CNOOC), запущенном в 2004 г., а также на производстве мощностью 3200 тонн/сутки в Катаре (Qafco IV), которое начало свою работу в 2005 г.

Второй вариант осуществления данного процесса предполагает использование бассейнового (затопленного) реактора. Преимуществами синтеза с использованием бассейнового реактора являются:

- в данном случае требуется на 40% меньше поверхности теплообмена по сравнению с вертикальным конденсатором пленочного типа;
- конденсатор ВД и реактор объединены в одном аппарате;
- высота конструкции производства значительно снижается;
- длина трубопроводов ВД из коррозионностойкой стали значительно снижается;
- снижение требуемых инвестиций;
- легкость в эксплуатации, стабильный синтез, нечувствительный к изменению соотношения концентраций NH_3/CO_2 .

На рис. 8 представлена схема данного процесса.

На данный момент существуют также разработки мега-установок карбамида, мощностью до 5000 тонн/сутки. Ниже (рис. 9) представлена схема мега-установки, предложенная компанией Stamicarbon. Следует отметить, что принцип работы этих установок не отличается от схемы действия обычных

установок, в которых используют технологию Stamicarbon.

Вариант стриппинг-процесса, предложенный компанией Snamprogetti, предполагает использование в качестве стриппинг-агента аммиака. NH_3 и CO_2 реагируют с образованием карбамида при давлении 15 МПа и температуре +180°C. Непрореагировавший карбамат разлагается в стриппере под действием аммиака.

Конечным этапом всех технологических процессов синтеза мочевины является получение гранул товарного карбамида. Рассмотрим этот процесс более подробно. Существует два основных способа получения гранул – приллирование и грануляция. Способ приллирования заключается в охлаждении каплей плава карбамида, находящихся в свободном падении, и их кристаллизации во встречном потоке охлаждающего воздуха. Способ грануляции сводится к распылению и последующему многократному насаиванию плава карбамида на «затравочные» (твердые) частицы продукта с образованием сферических гранул и последующему их охлаждению. Для получения гранул азотных удобрений, в том числе и карбамида, в мировой практике наиболее распространен способ приллирования. В настоящее время около 70% мочевины в мире выпускается с использованием технологии приллирования, несмотря на то, что метод грануляции является более экономичным.

В конце XX века на рынке карбамида появился продукт, полученный способом гранулирования в «кипящем» слое и отличающийся по своим свойствам от приллированного. В настоящее время технологию гранулирования карбамида в «кипящем» слое предлагают фирмы Stamicarbon, ТЕС и ряд других. Основным преимуществом гранулированного карбамида является более высокая прочность частиц и,

Рис. 10. Схема процесса приллирования карбамида (Stamicarbon).

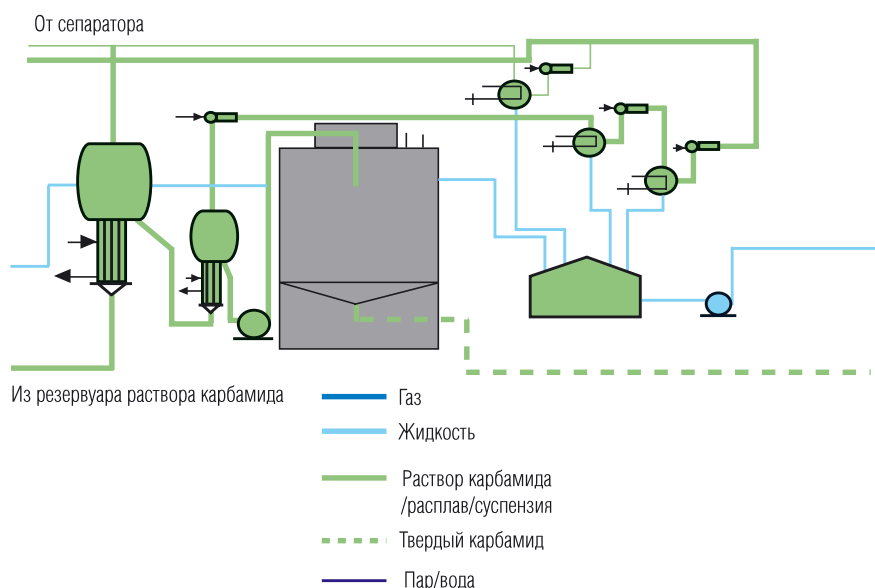
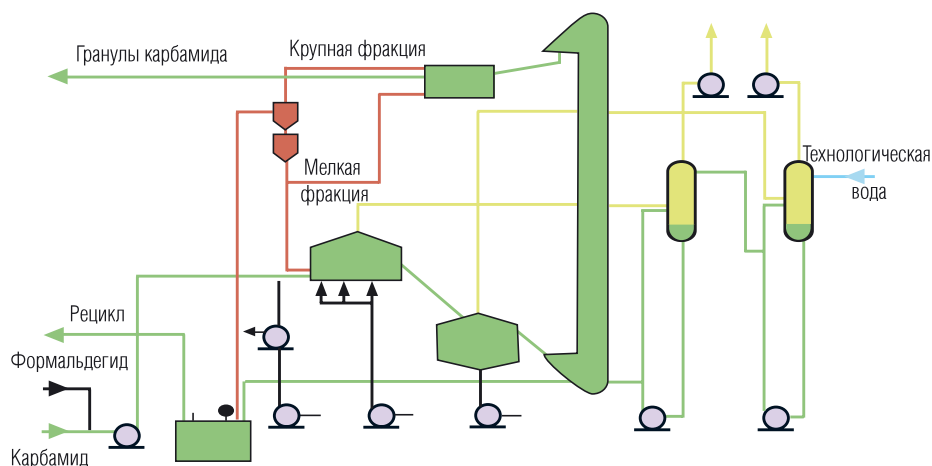


Рис. 11. Схема процесса грануляции карбамида в кипящем слое (Stamicarbon).



соответственно, меньшая слеживаемость при транспортировке. Однако капитальные затраты на строительство линии гранулирования продукта в среднем в 1,5-1,8 раз выше, чем на постройку установки приллирования. Кроме того, эта установка характеризуется также большей занимаемой площадью,

наличием значительного количества ретура (до 50% от выработки), сравнительно высокими энерго- и эксплуатационными затратами.

Ниже приведены схемы приллирования и грануляции в кипящем слое, разработанные компанией Stamicarbon (рис. 10, 11)

Последний вариант получения

товарного карбамида эксплуатируется, в частности, на всех новых его производствах на Ближнем Востоке.

Свойства и применение карбамида

Карбамид представляет собой бесцветные кристаллы, легко растворимые в воде, спирте, жидком аммиаке. Температура плавления +132,7°C, плотность 1330 кг/м³. Карбамид при нормальных условиях пожаро- и взрывобезопасен, не токсичен. При нагревании до +150-160°C он разлагается с образованием биурета, аммиака, углекислого газа и прочих продуктов. Химические свойства карбамида обуславливают широкое применение в химической промышленности при синтезе карбамидо-альдегидных (в первую очередь карбамидо-формальдегидных) смол, широко используемых в качестве связующих и адгезивов для выпуска древесно-волоконных и древесно-стружечных плит (ДВП и ДСП) и других изделий в производстве мебели.

В водном растворе карбамид гидролизуется до CO₂ и NH₃, что обуславливает основную сферу его применения — в качестве минерального удобрения. При взаимодействии с кислотами образует соли. При алкилировании образует алкилмочевины, при взаимодействии со спиртами — уретаны, при ацилировании — уреиды (N-ацилмочевины). Последняя реакция широко применяется в синтезе гетероциклических соединений, например, пиримидинов.

Карбамид является весьма реакционноспособным веществом, образует комплексы со многими соединениями, например, с перекисью водорода, которые используются как удобная и безопасная форма для транспортировки «сухой» H₂O₂. Способность мочевины

образовывать комплексы включения с алканами используется для депарафинизации нефти.

Выпускают карбамид двух марок: «А» — для использования в химической промышленности и животноводстве, и «Б» — для использования в качестве удобрения.

Как минеральное удобрение карбамид может использоваться на всех видах почв под любые культуры. Выпускается в устойчивом к слеживанию гранулированном виде. По сравнению с другими азотными удобрениями карбамид содержит наибольшее количество азота (46,2%).

В рубце жвачных животных обитают микроорганизмы, способные использовать мочевины для биосинтеза белка, поэтому карбамид добавляют в корма как его заменитель.

В медицинской практике чистую мочевины используют как дегидратационное средство для предупреждения и уменьшения отека мозга. В сельском хозяйстве карбамид применяют как допосевное удобрение, а также для подкормок под многие сельскохозяйственные культуры на всех почвах.

В 2006 г. на долю этих отраслей сельского хозяйства пришлось более 50% мирового объема производства карбамида.

Помимо перечисленных сфер применения, карбамид используется также в пищевой (добавка E927b), деревообрабатывающей, текстильной, фармацевтической и многих других отраслях промышленности.

Часть производимого карбамида применяется для производства меламина (см. ЕХР, №7(31), 2007).

Показатель потребления природного газа является одним из важнейших факторов, определяющих рентабельность производства аммиака. Зачастую его большой расход связан с тем, что большинство российских агрегатов являются ус-

Новые технологии по производству карбамида

Рассмотрим несколько новых разработок в области производства карбамида, на которые недавно были выданы патенты.

ОАО «НИИК» в патенте РФ № 2309947 предлагает «Способ и установку для получения карбамида и способ модернизации установки для получения карбамида».

Изобретение относится к способам и устройствам для получения карбамида из аммиака и диоксида углерода. При его осуществлении, реакционную смесь из реактора синтеза подают в стриппер для частичного разложения карбамата аммония в токе исходного диоксида углерода при давлении, практически равном давлению в реакторе синтеза. Установка для получения карбамида включает реактор синтеза, скруббер для очистки газовых потоков из реактора от аммиака и диоксида углерода, стриппер для частичного разложения карбамата аммония, вертикальный конденсатор, в котором происходит смешение газового потока из стриппера с исходным жидким аммиаком. По жидкостному потоку стриппер связан с аппаратами для последующего разложения карбамата аммония и выделения карбамида.

Для решения указанной технической задачи предложен также способ модернизации установки для получения мочевины. Она включает в себя реактор синтеза, стриппер для частичного разложения карбамата и частичного выделения свободного аммиака в токе исходного диоксида углерода, вертикальный конденсатор для смешения газового потока, скруббер для очистки газовых потоков

от аммиака и диоксида углерода, средства для подачи исходного диоксида углерода и жидкостного потока из реактора в стриппер.

Технический результат, возникающий при использовании предложенного способа и предложенной установки, состоит в том, что увеличивается количество аммиака и уменьшается количество воды. Вследствие этого возрастает степень превращения исходных реагентов в карбамид, уменьшается нагрузка на последующие стадии разделения реакционной смеси и рециркуляции непрореагировавших веществ и, соответственно, энергетические затраты на осуществление этих процессов. Одновременно улучшается управляемость системой синтеза.

Для осуществления способа получения карбамида могут быть использованы как новые установки, так и существующие, модифицированные предложенным способом.

Также ОАО «НИИК» выдан патент РФ на изобретение № 2280026 под названием «Способ и установка для получения карбамида».

Предложенный метод получения мочевины включает взаимодействие аммиака и диоксида углерода в зоне синтеза при повышенных температурах и давлениях с образованием потока плава карбамида, содержащего карбамид, воду, карбамат аммония, аммиак и диоксид углерода. Дистилляцию потока плава карбамида ведут при подводе тепла на двух ступенях давления, предпочтительно при 150-250 кПа и 20-50 кПа.

Установка для получения карбамида включает реактор синтеза NH_2CONH_2 , устройство с подводом тепла из внешнего источника для дистилляции плава карбамид-

таревшими и значительно уступают используемым в передовых странах по энерго- и материалоемкости, а также экологическим требованиям. Но в последние годы на большинстве предприятий проводятся работы по реконструкции и модернизации производств, в результате которых расход природного газа и электроэнергии снижается.

Характерной особенностью развития производства карбамида явился переход к установкам большой единичной мощности. В настоящее время среди основных направлений научно-технического прогресса существенное значение приобретают интенсификация технологического процесса, максимальное снижение энергетических затрат, широкое применение автоматизированных систем управления, создание безотходных технологических схем.

Интересные направления применения карбамида связаны с использованием его для очистки выбросов ТЭЦ и мусоросжигательных установок, где в качестве восстановителя оксидов азота используются продукты термического разложения карбамида, причем применяться он может как в твердом состоянии, так и в виде водного раствора.

Ведущие производители на просторах СНГ

Россия

В ближайшие годы на российском рынке карбамида предполагается рост производства, обусловленный введением новых мощностей на имеющихся предприятиях, а также за счет реконструкции и модернизации существующих производств. Спрос на карбамид в России также увеличится вследствие повышения спроса со стороны основных отраслей потребления.

Мочевина в России используется, прежде всего, в качестве удобрения, а также в производстве синтетических смол, цианатов, гидразина, циануровой кислоты и ее эфиров.

В России в настоящее время его выпускают 10 компаний. В 2007 г. российские производители изготовили в общей сложности около 5,43 млн. тонн карбамида, что на 4,6% выше результата 2006 г. (5,19 млн. тонн). Производственные показатели предприятий в 2006-2007 гг. представлены в табл. 1.

ОАО «Невинномысский Азот» является крупнейшим в России производителем азотных удобрений и ведущим химическим предприятием Южного федерального округа.

После вхождения «Невинномысского Азота» в состав Минерально-химической компании «ЕвроХим» здесь началась масштабная модернизация предприятия. Она предусматривает проведение реконструкции производств аммиака и азотной кислоты.

В настоящее время «Невинномысский Азот» занимает первое место в России по выпуску азотных удобрений и четвертое по производству аммиака, изготавливает 95% карбамидно-аммиачной смеси и более половины комплексных НРК-удобрений в России. Основная часть продукции азотной группы поставляется на экспорт в более чем 35 стран мира, в том числе в США, Китай, Канаду, Индию, Израиль, Италию, Великобританию.

Мощности по производству карбамида на предприятии оцениваются в 1500 тонн в сутки, то есть около 550 тыс. тонн в год. В 2007 г. компанией было выпущено 572,1 тыс. тонн мочевины (на 4,2% больше, чем в 2006 г.).

ОАО «Новомосковская акционерная компания «Азот» является одним из крупнейших и старейших предприятий химической промыш-

ленности России. Первые тонны аммиака, азотной кислоты и минеральных удобрений на заводе были получены в 1933 г.

Выработка карбамида в 2007 г. по сравнению с 2006 г. сократилась на 2,8% и составила 824,69 тыс. тонн, что связано, главным образом, с износом основного технологического оборудования в цехе «Карбамид-3».

ООО ПК «Агро-Череповец» — относительно молодое предприятие, специализирующееся на производстве карбамида (его получение в компании налажено с 1998 г.). Мощности по выпуску мочевины в ООО «Агро-Череповец» на данный момент составляют 400 тыс. тонн в год, но планируемая реконструкция позволит увеличить объем его производства до 600 тыс. тонн в год к 2010 г.

ОАО «КуйбышевАзот» является одним из ведущих предприятий российской химической промышленности. Объем реализации товарной продукции ОАО «КуйбышевАзот» за 12 месяцев 2007 г. составил 17,2 млрд. руб., что на 35,2% больше результатов соответствующего периода прошлого года. Рентабельность продаж увеличилась с 7,1% до 19,5%, чистая прибыль достигла 1950 млн. руб., что в 3,3 раза превышает показатели 2006 г.

В 2007 г. на предприятии было выпущено 301 тыс. тонн карбамида, что на 17,6% больше чем в предыдущем году. Это стало следствием реализации программы комплексного развития производства ОАО «КуйбышевАзот». Она предусматривает планомерное обновление основных фондов, проведение технического перевооружения и внедрение новейших технологий. На эти цели в прошедшем году было израсходовано 1432 млн. рублей. Выполнен капитальный ремонт заводских объектов на сумму 1146 млн. рублей. Таким образом,

на развитие предприятия направлено около 2,6 млрд. руб. Закончена реконструкция второй линии выпарки карбамида, что позволило увеличить его мощность на 3%. Программой развития компании предусмотрено увеличение выпуска мочевины в 1,5 раза, а к 2010 г. объемы его производства достигнут 350 тыс. тонн в год.

Основными направлениями экспортных поставок карбамида, изготовленного в ОАО «КуйбышевАзот» являются Северо-Восточная Азия, Западная и Восточная Европа, Латинская Америка.

Продажи азотных удобрений на внутренний рынок увеличились в 2007 г. на 24% и составили 438 тыс. тонн в физическом весе. При этом объем поставок вырос по всем трем видам вырабатываемых компанией удобрений: карбамид, аммиачная селитра и сульфат аммония.

ОАО «Акрон» (Великий Новгород, Россия) — один из крупнейших производителей минеральных удобрений в России, входит в состав холдинга «Акрон». Выпускает более 30 наименований химической продукции, в том числе азотные удобрения (карбамид, аммиачная селитра, нитроаммофос). Основные регионы сбыта продукции — Китай, Западная Европа, Южная Америка, США, страны Балтии. В 2007 г. компания увеличила выпуск карбамида на 9% по сравнению с предыдущим годом — до 449,8 тыс. тонн.

ОАО «Тольяттиазот» начало производство азотных удобрений еще в 1979 г. (на базе Тольяттинского азотного завода). В настоящее время в ассортименте продукции предприятия — метанол, аммиак, карбамид, карбамидоформальдегидный концентрат. По итогам прошлого года выпуск карбамида на предприятии составил примерно 800 тыс. тонн, что на 6% превысило результат 2006 г.

ОАО «Азот» (г. Березники), вхо-

да, полученного в реакторе синтеза, устройство с подводом тепла для дистилляции плава карбамида, аппараты для выпаривания при нагреве водного раствора мочевины.

Предложенный способ позволяет изменить состав газов дистилляции первой ступени — в сторону увеличения количества диоксида углерода. В рамках изобретения могут быть реализованы различные его модификации, являющиеся частными случаями его выполнения.

Изобретение ОАО «НИИК», получившее патент РФ № 2281270, относится к «Способу получения карбамида в грануляционной башне».

Как видно из названия, изобретение относится к получению гранулированного NH_2CONH_2 , и может быть использовано при промышленном производстве карбамида и других удобрений.

Их обычно получают в виде гранул. В связи с широким использованием способов перевозки насыпью, потребители удобрений предъявляют особые требования к таким свойствам, как прочность и слеживаемость гранул. Особенно остро проблема обеспечения этих свойств стоит для удобрений, гранулируемых путем разбрызгивания расплава в охлаждающей газовой (воздушной) или жидкой среде. Этот способ называемый также приллированием, широко используется в промышленности, в частности, при производстве большей части выпускаемых в мире карбамида и нитрата аммония (аммиачной селитры). Однако получаемые таким образом гранулы имеют более низкую прочность по сравнению с полученными путем гранулирования с агломерацией и последующим окатыванием при перемешивании (в кипящем слое, во вращающихся барабанах

и т.п.).

Авторами была поставлена задача разработки простого в технологическом оформлении способа получения гранулированного карбамида, позволяющего производить гранулы с повышенной прочностью.

Для решения поставленной задачи предложен способ получения гранулированного карбамида, включающий разбрызгивание его расплава в зоне гранулирования при контакте с потоком охлаждающего воздуха, затвердевание капель расплава в свободном падении, обработку гранул модификатором в процессе их свободного падения, охлаждение образующихся гранул, отличающийся тем, что в качестве модификатора используют смесь ПАВ с пленкообразующим веществом в водной среде и смесь в количестве 0,01-0,16%, в пересчете на сухой остаток от массы удобрения, наносят на поверхность гранул, имеющих температуру от +80 до +110°C.

Техническим результатом изобретения является повышение прочности гранул.

Основным конкурентом российских предприятий в области экспорта карбамида на мировом рынке является Украина. В этой связи нельзя не отметить новаторские успехи украинских технологов.

Заслуживает внимания, например, патент Украины № 21689, выданный на полезную модель «Установка высокого давления для обеспечения диоксидом углерода процесса производства карбамида», владельцами которого является открытое акционерное общество «Одесский припортовый завод» и Украинская ассоциация производителей технических газов «УА – СИГМА».

В основу полезной модели была

Табл. 1. Производство карбамида российскими предприятиями в 2006 - 2007 г., тыс. тонн

Предприятие	2006 г.	2007 г.
ОАО «Невинномысский Азот»	549,0	572,10
ОАО НАК «Азот», г. Новомосковск	848,6	824,69
ОАО «Акрон»	413,6	449,80
ОАО «Тольяттиазот»	783,0	800,00
ОАО «Азот» (Березники)	440,0	385,00
ОАО «Азот» (Кемерово)	471,0	530,00
ОАО «Минудобрения» (Пермь)	498,0	560,00
ОАО «Салаватнефтеоргсинтез»	590,0	644,00
ЗАО «Куйбышевазот»	256,0	301,00
ООО ПК «Агро-Череповец»	340,0	360,00
Всего	5189,2	5426,60

Табл. 2. Потенциальное увеличение мощностей по выпуску карбамида в России к 2010 г.

Наименование предприятия	Мощность производства в 2006 г. тыс. тонн	Возможность увеличения мощностей к 2010 г. тыс. тонн	Пути увеличения мощностей
Компания «Еврохим»			
ОАО «Невинномысский Азот»			
цех № 2	320	500	реконструкция
цех № 2а	330	500	реконструкция
ОАО НАК «Азот», г. Новомосковск			
цех № 2	400	500	реконструкция
цех № 3	495	650	реконструкция
новый агрегат	-	385	перемещаемая установка
ОАО «Акрон», г. В. Новгород	420	500	реконструкция
новый агрегат	-	330	перемещаемая установка
ООО ПК «Агро-Череповец»	400	600	реконструкция
ОАО «Тольяттиазот»			
цех № 8	495	550	реконструкция
цех № 9	495	550	реконструкция
ОАО «Азот», г. Березники	495	600	реконструкция
ОАО «Азот» г. Кемерово	495	600	реконструкция
ОАО «Минудобрения», г. Пермь	495	550	реконструкция
ОАО «Салаватнефтеоргсинтез»			
цех № 24	360	500	реконструкция
цех № 50	270	330	реконструкция
новый агрегат	-	330	
ЗАО «Куйбышевазот», г. Тольятти	270	330	реконструкция
ОАО «Череповецкий Азот»	-	500	новая установка
ОАО «Кирово-Чепецкий химический комбинат»	-	330	новая установка
ОАО «Воскресенские минеральные удобрения»	-	200	новая установка
ОАО «Минудобрения», г. Россошь	-	330	новая установка
ООО «Аммоний», г. Менделеевск	-	650	новая установка
Итого в России	5740	10315	

дящее в состав ОАО «Объединенная химическая компания «Уралхим», поставляет на внутренний и внешний рынки азотные удобрения, прежде всего, аммиачную селитру и карбамид; кроме того, в березниковском ОАО «Азот» вы-

пускают аммиак, азотную кислоту, диоксид углерода, нитрит натрия, амины. По итогам прошлого года выпуск карбамида на предприятии составил около 385 тыс. тонн.

ОАО «Азот» (г. Кемерово) входит в вертикаль холдинга «Сибур»)

Рис. 12. Суммарные показатели производства карбамида украинскими предприятиями в 2006-2007 гг., тыс. тонн

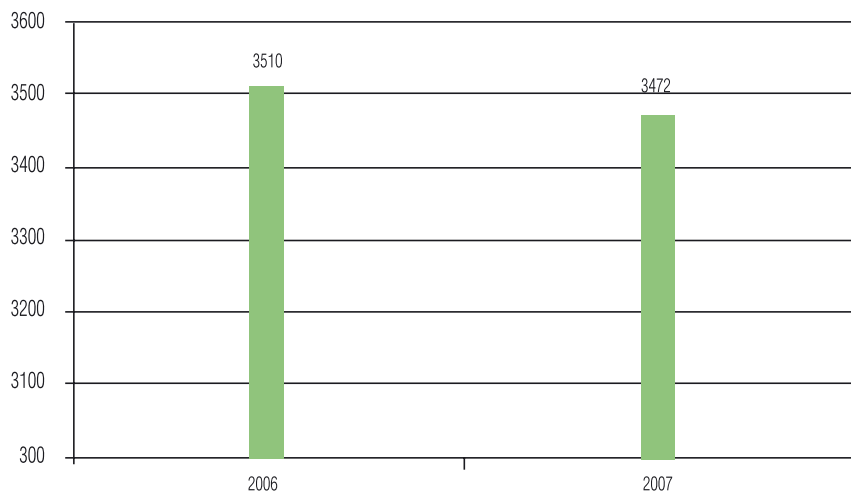
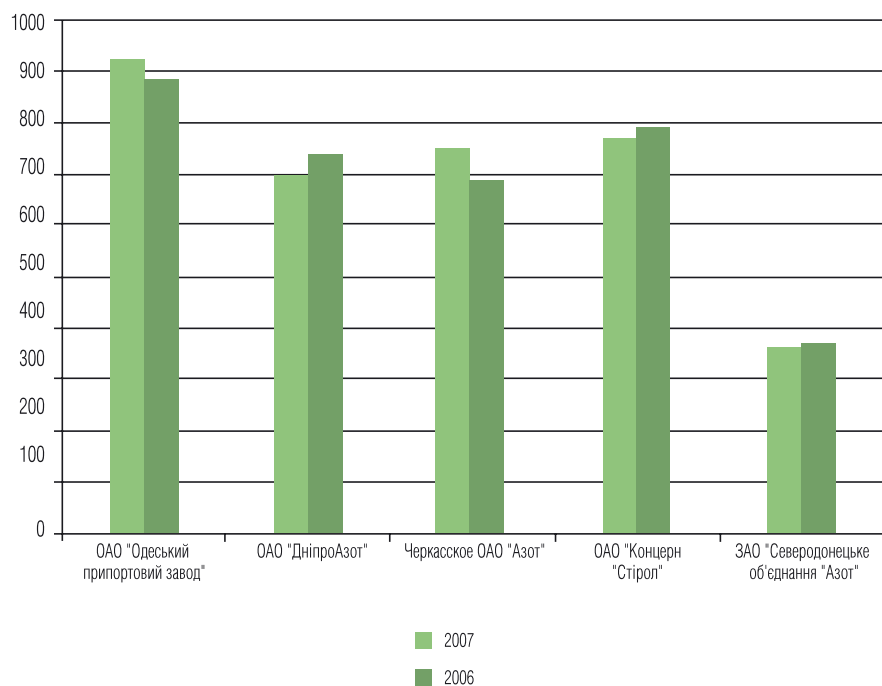


Рис. 13. Производство карбамида в Украине в 2006-2007 гг., тыс. тонн



является производителем аммиака, карбамида, аммиачной селитры, азотной кислоты, диметилформамида, капролактама. По сравнению с 2006 г., в прошлом году компания увеличила выработку карбамида на 12,8% до рекордного

показателя – 530 тыс. тонн.

ОАО «Минеральные удобрения» (г. Пермь) в 2007 г. произвело примерно 560 тыс. тонн карбамида (на 12,6% больше, чем в 2006 г.). Помимо этого продукта, компания поставляет аммиак и промышлен-

поставлена задача создать установку высокого давления для обеспечения диоксидом углерода процесса производства карбамида, в которой путем введения дополнительных узлов и элементов, а также изменения технологической схемы соединения известных и новых элементов оборудования, обеспечить значительное повышение эффективности и экономичности разработки.

Запатентованная установка высокого давления для обеспечения диоксидом углерода процесса производства карбамида содержит соединенные между собой системой технологических трубопроводов турбокомпрессор, конечный холодильник и сепаратор. Дополнительно в ее состав входят два регенеративных теплообменника, второй сепаратор, конденсатор-испаритель, абсорбционная водоаммиачная холодильная машина, блок осушения, электронагреватель, насос и резервуар для хранения низкотемпературного жидкого диоксида углерода. Технический результат достигается заменой поршневого двухступенчатого компрессора на насос для сжатия жидкого диоксида углерода от 3 МПа до 15 МПа.

На основании вышесказанного можно сделать вывод, что основными тенденциями развития мощностей по выпуску карбамида в настоящее время является усовершенствование аппаратного оформления, автоматизация и, как следствие, увеличение производительности установок. Особое место занимает усовершенствование способов производства гранулированной мочевины, и снижение энергетических затрат, влияющих на технико-экономические показатели предприятий по выпуску карбамида.

ные газы — кислород и двуокись углерода. Пермское ОАО «Минудобрения» также входит в структуру «Сибура».

ОАО «Салаватнефтеоргсинтез» (г. Салават, Башкортостан) входит в число трех крупнейших российских предприятий в области нефтегазопереработки. В ассортименте продукции компании — автомобильный бензин, дизтопливо, ароматические углеводороды, фталевый ангидрид, минеральные удобрения, в том числе карбамид. По итогам прошлого года на «Салаватнефтеоргсинтезе» достигнут рекордный объем выпуска мочевины — 644 тыс. тонн.

Украина

Производство карбамида в Украине в 2007 г. несколько сократилось по сравнению с 2006 г., и составило около 3,47 млн. тонн (на 1,1% меньше, чем в предыдущем году). Здесь мочевины производят пять компаний — ОАО «Одесский припортовый завод», ОАО «Концерн «Стірол», ОАО «ДніпроАзот», Черкасское ОАО «Азот» и ЗАО «Северодонецке об'єднання «Азот».

В разрезе предприятий в 2007 г. производство нарастили три компании — ОАО «ДніпроАзот», ЗАО «Северодонецке об'єднання «Азот» и ОАО «Концерн «Стірол». Остальные украинские производители карбамида сократили объемы выпуска по сравнению с 2006 г.

ОАО «Одесский припортовый завод» (ОПЗ) является крупнейшим в Украине производителем карбамида. В 2006 г. здесь было выпущено 924,4 тыс. тонн NH_2CONH_2 , в 2007 г. — 884,8 тыс. тонн.

В настоящее время он находится в полной собственности государства. Основная специализация завода — производство и реализация аммиака и карбамида (занимает второе место в Украине по объему выпуска этой продукции). Также

здесь производится жидкий азот, двуокись углерода, кислород жидкий, сульфат натрия.

Главное преимущество ОПЗ, по сравнению с другими предприятиями химической отрасли, — наличие перевалочных мощностей (для приема и перегрузки в морские суда предназначенной для экспорта химической продукции других предприятий Украины и России). Так, завод является монополистом на отечественном рынке услуг по приему, охлаждению и перегрузке аммиака. Мощности по перевалке этого вещества составляют около 4 млн. тонн в год. Эта особенность делает ОПЗ особенно привлекательным, учитывая, что завод является конечным пунктом аммиакопровода «Тольятти — Горловка — Одесса». Он соединяет с Одесским припортовым такие огромные комбинаты, как «Тольяттиазот» (РФ) и украинский «Стірол».

В 2007 г. чистый доход завода увеличился на 18,65%, или на 350,329 млн. гривен до 2228,862 млн. гривен по сравнению с 2006 г.

ОАО «Концерн Стірол» (Горловка) — крупнейшее производство химической отрасли Украины. Входит в число ведущих компаний-экспортеров и предприятий с наибольшей капитализацией. Основные направления деятельности: изготовление аммиака, карбамида, аммиачной селитры. Концерн также выпускает и реализует вспенивающийся полистирол (единственный производитель в стране), серную кислоту, краски, клеи, медицинские препараты, биологически активные добавки — всего около 3,5 тыс. наименований продукции.

На долю компании приходится по 3% мирового экспорта аммиака и карбамида, в Украине она изготавливает около 29% аммиака, 30% аммиачной селитры и 24,5% мочевины. На заводах концерна работают около 6 тыс. человек.

По данным Госкомиссии по цен-

ным бумагам и фондовому рынку, в конце 2007 г. 50,012% акций концерна принадлежало инвестиционной компании «СтіролХімінвест», которую связывают с менеджментом предприятия. Еще 14,19% ценных бумаг принадлежит физическому лицу. При этом «СтіролХімінвест» является номинальным держателем свыше 90% акций компании.

В 2007 г. объем продаж предприятия вырос на 18,6%, или на 628 млн. гривен до 3 998 млн. гривен по сравнению с 2006 г. В прошлом году концерн реализовал карбамида на сумму 1036,5 млн. гривен, и увеличил объемы экспорта карбамида на 23% по сравнению с 2006 г.

Среди планов предприятия — приступить к выпуску гранулированного карбамида в 2008 г. Планируемая мощность производства данного продукта составляет 2 тыс. тонн/сутки, или около 700 тыс. тонн/год.

Черкасское ОАО «Азот» — один из крупнейших производителей азотных удобрений на территории Украины. В 2007 г. на предприятии было выпущено 750,1 тыс. тонн карбамида, что превосходит показатель 2006 г. на 9%. По сообщению компании, в текущем году планируется сократить выпуск продукта до 716,3 тыс. тонн.

ОАО «ДніпроАзот» (Днепропетровск) входит в пятерку крупнейших химических компаний в Украине и специализируется на выпуске аммиака, мочевины, каустической соды, хлора, соляной кислоты. По данным предприятия, в 2006 г. было произведено 759 тыс. тонн карбамида, этот показатель несколько снизился в 2007 г. и составил 686 тыс. тонн.

ЗАО «Северодонецке об'єднання «Азот» (г. Северодонецк Луганской области) — производитель аммиака, карбамида, аммиачной селитры, диоксида углерода, уксусной

кислоты, винилацетата, адипиновой кислоты, формалина, карбамидоформальдегидных смол и прочей продукции. В прошлом году предприятие увеличило выработку NH_2CONH_2 до 371,9 тыс. тонн (на 2% по сравнению с 2006 г.).

Беларусь

ОАО «Гродно Азот» осуществляет выпуск мочевины с 1979 г. Сейчас производственные мощности предприятия по карбамиду составляют около 800 тыс. тонн. В 2007 г. производство карбамида в ОАО «Гродно Азот» работало с высокой степенью загрузки мощностей, и объем выпуска карбамида превысил отметку 750 тыс. тонн.

Продукция ОАО «Гродно Азот» востребована как на внутреннем, так и на внешнем рынке. Предприятие полностью обеспечивает потребности Беларуси в азотных удобрениях и капролактаме.

Основные рынки сбыта продукции завода – США, Китай, Россия и Украина, страны Западной Европы и Юго-Восточной Азии, Латинской Америки.

До 2010 года на предприятии планируется реконструкция цеха карбамида со строительством установки грануляции. В целом предприятие планирует к 2010 г. увеличить выпуск данного вида продукции в полтора раза.

Узбекистан

В Узбекистане производство карбамида осуществляют две компании – ОАО Махам-Chirchiq (г. Чирчик, Ташкентская область) и ОАО Farg'onaAzot (г. Фергана).

ОАО Махам-Chirchiq (ранее ОАО Elektrkimyosanoat) – совместное предприятие, 49% акций которого с 2007 г. принадлежат испанской Махам Corp. S.A.U. Производит аммиак, карбамид, аммиачную селитру, азотную кислоту, дву-

окись углерода, катализаторы и прочие продукты. Объем выпуска NH_2CONH_2 на предприятии в прошлом году составил 177 тыс. тонн.

ОАО Farg'onaAzot ведет производство карбамида с 1985 г. Гранулированную мочевины компания поставляет, помимо внутреннего рынка, в Таджикистан, Афганистан, Туркменистан, Кыргызстан, Китай, Иран. В 2007 г. на предприятии было выпущено 253,4 тыс. тонн карбамида.

Туркменистан

На данный момент Туркменистан не является крупным игроком на мировом рынке карбамида. В настоящее время в г. Теджен функционирует завод «Тедженкарбамид», который в 2006 г. выпустил около 318 тыс. тонн карбамида (номинальная мощность – 350 тыс. тонн в год).

В январе 2008 г. государственный концерн «Туркменхимия» объявил тендер на проектирование и строительство «под ключ» завода по производству карбамида в Туркменистане. Предметом тендера является оказание услуг по проектированию, поставке оборудования, шеф-монтажу, обучению, пуску и сдаче вышеуказанного объекта в эксплуатацию. Проектная мощность нового производства составляет 640 тыс. тонн мочевины, а также 400 тыс. тонн аммиака в год. Кроме того, проект предусматривает создание внутренней и внешней инфраструктуры.

Местом строительства предприятия определена промышленная площадка завода «Тедженкарбамид». Проект планируется к завершению через 3,5 года.

Заявленная в 2003 г. реконструкция на заводе «МарыАзот», которая должна была проводиться фирмой Etif (Чехия) с целью роста выпуска карбамида и аммиака, приостановлена. В настоящее

время рассматривается проект строительства нового завода в г. Мары. В феврале 2007 г. правительство Туркменистана заключило соглашение с китайской CITIC Group о создании предприятия по производству карбамида в городе Мары и реконструкции действующих промышленных установок на ПО «Марыазот». Мощность нового производства карбамида составит 400 тыс. тонн в год. Стоимость проекта оценивается в 266 млн. долларов. По условиям соглашения, его финансирование будет осуществляться за счет средств льготного кредита, предоставленного правительством КНР (90%), и средств заказчика – АО «Туркмендокун» (10%). Предприятие планировалось сдать в эксплуатацию в 2008 г., однако в настоящее время известно, что его запуск состоится не ранее 2011 г.

Казахстан

ТОО «КазАзот» (г. Актау, Мангистауская область) планирует строительство на базе своего производства аммиачно-карбамидного завода стоимостью около 1,5 млрд. долларов. Мощность нового химического комплекса составит 1,36 млн. тонн аммиака и 1,7 млн. тонн карбамида в год.

Вести завод в эксплуатацию планируется в середине 2009 г. Реализация проекта позволит создать примерно 300 рабочих мест. Заинтересованность в принятии участия в этом проекте выразили казахстанский государственный фонд устойчивого развития «Казына», Банк развития Казахстана и японский банк JBIC.

ТОО «КазАзот», созданное в ноябре 2005 г., является 100%-ным дочерним предприятием российской компании «Аспект», выкупившей Актауский химкомплекс в 2005 г.