

УДК 661

Непрыхин Владислав Юрьевич, магистрант,
Российский химико-технологический университет
им. Д. И. Менделеева, г. Москва

Давитьян Артур Эммануилович, магистрант,
Российский химико-технологический университет
им. Д. И. Менделеева, г. Москва

Научный руководитель:
Почиталкина Ирина Александровна, д.т.н., доцент,
Российский химико-технологический университет
им. Д. И. Менделеева, г. Москва

**СТЕПЕНЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЫРЬЯ
В ТЕХНОЛОГИИ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ
THE DEGREE OF USE OF RAW MATERIALS
IN THE TECHNOLOGY OF INORGANIC SUBSTANCES**

Аннотация. Анализируя современное состояние производства минеральных удобрений, рассматривалась возможность коэффициента использования сырья в технологии неорганических веществ. Описаны основные преимущества использования комбинированных схем для производства линейки продуктов.

Abstract. Analyzing the current state of production of mineral fertilizers, the possibility of using raw materials in the technology of inorganic substances was considered. The main advantages of using combined circuits for the production of a product line are described.

Ключевые слова: Азотные удобрения, карбамид, аммиак, совместное производство, ресурсоэффективность, «ОДДА процесс», «голубой аммиак», технология производства.

Keywords: Nitrogen fertilizers, urea, ammonia, co-productions, resource efficiency, «ODDA process», «blue ammonia», production technology.

Технология неорганических веществ известна своим обширным ассортиментом готовых продуктов и полупродуктов, которые начинаются от высокочистых газов до многокомпонентных соединений. Важнейшими продуктами в технологии основного неорганического синтеза являются минеральные удобрения. Они представляют собой различные соли, на основе основных макрокомпонентов – азота, фосфора и калия. Эти три составляющие и их сочетания образуют ассортимент готовых продуктов, которые подразделяются на однокомпонентные (азотные, фосфорные, калийные) и многокомпонентные (сложные и смешанные NPK).

Существующие многостадийные технологии многотоннажных производств постоянно совершенствуются, но наряду с ценными преимуществами они не лишены недостатков и поэтому не исключают возможности дальнейших модернизаций [1].

Экологическая безопасность производств – актуальная задача. Главная стратегия крупнотоннажных производств – это стремление к достижению «голубых технологий» в производстве органических и неорганических продуктов, заключающихся в максимальном использовании сырья, а также побочных и сопутствующих продуктов в качестве исходных реагентов в других процессах и технологиях.



Одним из широко известных примеров технологий с максимальным использованием сырья является совмещенное производство аммиака и карбамида и «ODDA process», обеспечивающие достижения наилучших показателей расходных норм.

Аммиак является одним из главных компонентов в продуктовых цепочках неорганического синтеза, с помощью которого образуется обширное количество продукции (сода, азотная кислота, амины, синильная кислота, азотные, сложные и смешанные удобрения), к одним из которых относится карбамид (мочевина).

Карбамид относится к одним из самых производимых и потребляемых продуктов химической технологии, который является азотным удобрением, значительно превосходящим по содержанию питательного азота (46,6 масс. %) аммиачную селитру (34,4 масс. %) и сульфат аммония (21 масс. %). Дополнительными преимуществами карбамида является меньшая гигроскопичность, взрывобезопасность, наличие внутренней циркуляции реагирующего потока. Благодаря этому действующие схемы стремятся увеличивать производительность установок и повышать коэффициент использования исходных компонентов [1, 2].

Вследствие территориальной близости технологий аммиака и карбамида, производства совмещают, тем самым повышая ресурсоэффективность процессов, и, увеличивая при этом производительность химического комбината.

После основных стадий производства аммиака (рис. 1), последний с необходимой температурой (0-20°C) поступает в цех карбамида, где предварительно очищается и дополнительно компримируется до необходимых значений (~20 МПа), чтобы соответствовать регламентированным нормам производства карбамида [1].

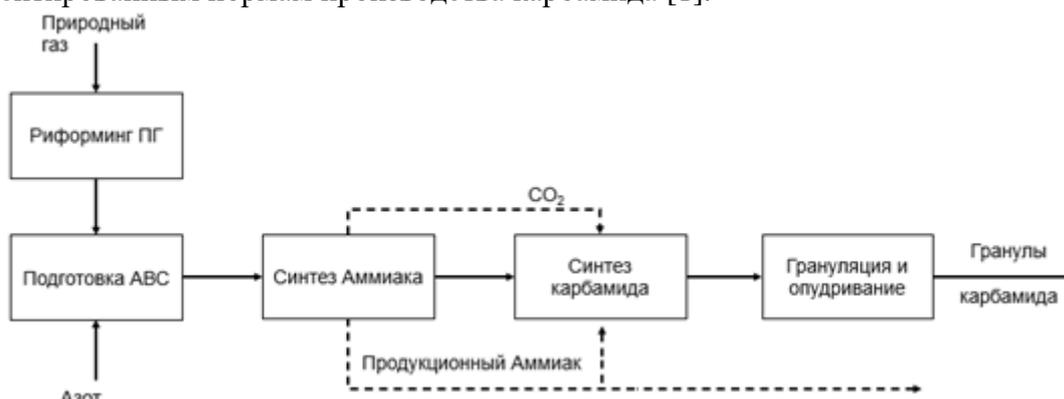


Рисунок 1 – Технология совместного производства аммиака и карбамида

Увеличение ресурсоэффективности совмещенного производства достигается за счет использования танковых газов, содержащих CH_4 и CO_2 , которые вместо сжигания могут быть использованы в качестве стриппер агентов в синтезе карбамида.

Отличительной особенностью этой технологии заключается в уменьшении затрат на транспортировку аммиака по трубопроводу, увеличении степени использования танковых газов, снижении нагрузки на цех аммиака, что позволяет увеличивать производительность установки NH_3 и мочевины, учитывая ежегодно увеличивающийся спрос на минеральные удобрения.

Проблемой производства фосфорсодержащих удобрений является образование большого количества различных отходов [1, 3]. В соответствии с известной технологией «ODDA process» (рис. 2) предлагается сократить их объем за счет увеличения коэффициента использования сырья и расширения ассортимента выпускаемой продукции. Процесс взаимосвязан с производством 2-х основных продуктов NPK (основная ветвь) и CAN/AN удобрений (вторичная ветвь) [4].



После вскрытия фосфорного (апатита или фосфорной муки) сырья серной кислотой, образуется значительное количество техногенных отходов, в частности фосфогипса [1, 3].



В процессе сернокислотной экстракции, на 1 тонну ЭФК, образуется 6 тонн фосфогипса, который в своей структуре содержит фосфор в усвояемой растениями форме. Для его выделения с получение далее NPK продуктов «ODDA process» предлагает применять процесс кристаллизации поступающей пульпы с выделением кристаллов нитрата кальция ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$) – отхода производства [4]. С учетом увеличения производительности установок, количество образующегося $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ будет расти, вследствие чего целесообразно его применения в других производствах.

Аммиачная селитра – кислая соль, занимающая второе место по количеству питательного азота среди азотных удобрений. Для улучшения ее свойств – уменьшения слеживаемости и гигроскопичности используют различные опудривающие добавки, одной из которых является нитрат кальция. Помимо улучшения свойств, образующееся удобрение получается нейтральным, что позволяет его использовать на различных видах почв. Тем самым данная технология позволяет не только использовать отход производства, но и улучшать свойства другого продукта, что значительно повышает ресурсоиспользование и уменьшает затраты на хранение и транспортировку отходов [5].

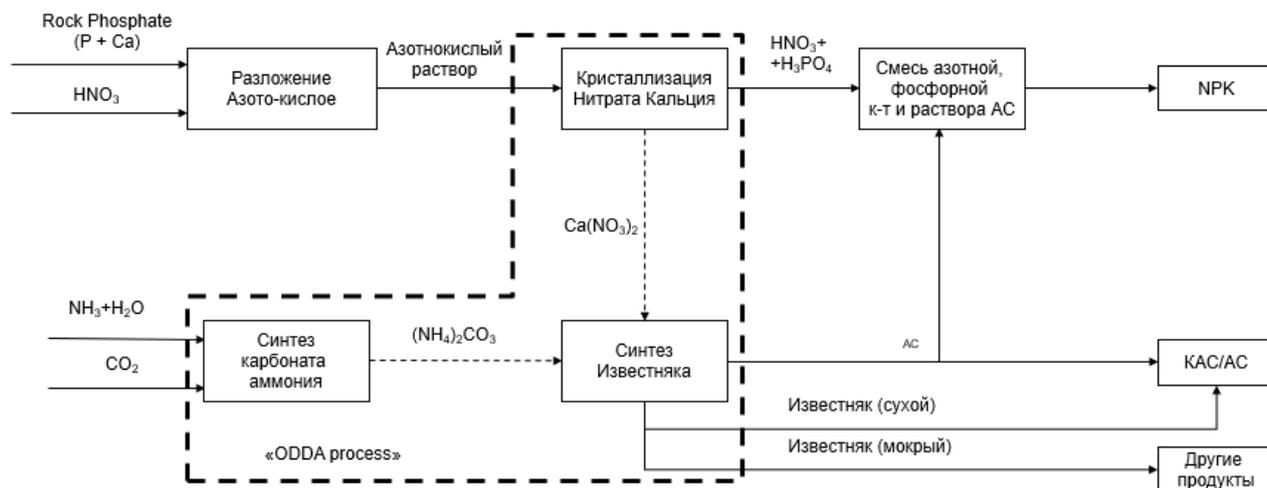


Рисунок 2 – технология «ODDA process»

Список литературы:

1. Петропавловский И.А., Почиталкина И.А. Технология основных минеральных удобрений. – Москва: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2020. – 101 с.
2. Справочник азотчика: Физико-химические свойства газов и жидкостей. Производство технологических газов. Очистка технологических газов. Синтез аммиака, 2-е изд., перераб., М.: Химия, 1986. - 512 с.
3. Воробьев Н.И. Технология фосфорных и комплексных удобрений / Под ред. С.Д. Эвенчика и А. А. Бродского. М.: Химия, 1987. – 178с.
4. Folek S. et al. Manufacturing NPK Fertilizers by modified wasteless Odda process //Polish Journal of Chemical Technology. – 2001. – Т. 3. – №. 4. – С. 3-5.
5. Олевский В.М. Производство аммиачной селитры в агрегатах большой единичной мощности/ М.Е. Иванов, В.М. Олевский, Н.Н. Поляков и др.- М.: Химия, 1990. - 288 с.

