**17.04.2020**

**Изучить лекцию (краткое изложение прилагается, а также учебник Е.Я Мельников Технология неорганических веществ и минеральных удобрений), самостоятельно. Ответить и направить для проверки самостоятельную работу по электронному адресу участника дистанционного обучения Рузич И.В.\** [Ruzich-Irina@yandex.ru](mailto:Ruzich-Irina@yandex.ru), либо прикрепляем к теме в программе (что бы сразу видеть оценку) **:, проставляем в письме группу, фамилию и дату, тему урока**

**Вопросы:**

**1 Где применяется карбамид**

**2 Свойства карбамида**

**3 Теоретические основы синтеза карбамида из аммиака и двуокиси углерода**

**Лекция (2 часа)**

**Производство карбамида**

**Физико- химические свойства, применение и основы производства карбамида**

Карбамид (мочевина) **CO(NH2)2** (белые или слабокрашенные гранулы ) - ценное безболастное азотное удобрение, является самым концентрированным азотным удобрением (содержащее более 46 % азота). Карбамид прекрасно усваивается растениями, кроме свойств минерального удобрения его используют как азотистую добавку к корму скоту, из него изготавливают карбамидные смолы, используют в производстве клеев, используют в фармацевтике. Карбамид и его производные в настоящее время (продукты присоединения к нему различных веществ) чаще используются, чем сам карбамид. Азот карбамида легко усваивается растениями. Как удобрение карбамид имеет преимущества перед нитратом аммония – он не взрывоопасен, менее гигроско­пичен и не так сильно слеживается. Гигроскопическая точка карбамида при 200С равна 80%..Однако, стоимость азота в карбамиде несколько больше его стоимости в нитрате аммония. Карбамид соответствует требованиям ГОСТ 2081-2010. В н.в. выпускается два сорта карбамида: кристаллический и гранулированный.

Кристаллический карбамид, в основном, предназначен для технических нужд, гранулированный используется главным образом как удобрение и азотсодержащая добавка к кормам жвачных животных. Раньше большую часть карбамида получали из цианамида кальция, но в промышленности реализуется более экономичный метод получения карбамида – способ синтеза карбамида из **аммиака и двуокиси углерода**.

Карбамид получают синтетически из аммиака и двуокиси углерода Карбамид получается в результате реакции NH3 с CO2 . При этом сначала получается промежуточный продукт – карбамат, который затем разлагается в карбамид и воду. Реакция протекает довольно медленно и несовершенно, так что необходимо по окончании реакции удалить продукт реакции. Это делается при использовании как стриппинг-агент свежего сырья, СО 2 или аммиака. Процесс применения СО 2 известен под названием «стриппинг-процесс СО 2 », которые отличаются уникальной эффективностью. В ходе очень простого одностадийного процесса не преобразовавшийся избыточный аммиак из стадии синтеза рекуперируется как карбонат. На стадии рециркуляции, не преобразовавшиеся NH 3 и CO 2 удаляются из потока основного продукта, снова конденсируются до карбамата и направляются обратно на стадию синтеза с помощью карбоматного насоса высокого давления. Расходные нормы сырья почти соответствуют стехиометрическому соотношению аммиак-диоксид углерода, что оставляет возможности для дальнейшего восстановления. При этом образуется очень малое количество стоков и выбросов, которое выполняет требования по защите окружающей среды. Простота технологии, требующей меньше оборудования и технологических стадий, обеспечивает высокую готовность установки, простую эксплуатацию и низкие затраты на техобслуживание. Кроме того, с помощью этой технологии высокие производительности могут быть достигнуты и на однолинейных установках.

**Синтез карбамида из аммиака и двуокиси углерода протекает по суммарной реакции в две стадии**:

**2NH3 + CO2 → CO(NH2 ) 2 + Н2О**

1 образование карбамата аммония:

В первой стадии происходит образование карбаминовокислого аммония (карбамата)

**2NH3 + СО2 → NH4 –CO–NH2**

Реакция образования карбамата аммония — обратимая, экзотермическая реакция, протекающая с уменьшением объема. Для смещения равновесия в сторону продукта ее необходимо проводить при повышенном давлении (10-20МП). Для того чтобы процесс протекал с достаточно высокой скоростью, необходимы повышенные температуры (150-190 С). Повышение давления компенсирует отрицательное влияние высоких температур на смещение равновесия реакции в обратную сторону.

2 происходит дегидрация карбамата с образованием карбамида в жидкой фазе и дегидратации карбамата аммония:

**NH4 –COO–NH2 → CO(NH2 )2 + Н2 O**

Разложение карбамата аммония - обратимая эндотермическая реакция, интенсивно протекающая в жидкой фазе. Чтобы в реакторе не происходило кристаллизации твердых продуктов, процесс необходимо вести при температуре ниже 98С (эвтектическая точка для системы CO(NH2 )2- NH2COONH4).

Более высокие температуры смещают равновесие реакции вправо и повышают ее скорость. Максимальная степень превращения карбамата в карбамид достигается при 220С. Для смещения равновесия этой реакции вводят также избыток аммиака, который связывая реакционную воду, удаляет ее из сферы реакции. Однако добиться полного превращения карбамата в карбамид все же не удается. Реакционная смесь по мимо продуктов реакции (карбамида и воды) содержит также карбамат аммония и продукты его разложения - аммиак и СО2 .