

# A DUSTY DILEMMA

Грэм Кусланд из компании "Begg Cousland Envirotec" в Великобритании объясняет преимущества использования системы подавления пыли и снижения выбросов на предприятии по производству удобрений.

**В** процесс промышленного производства твердых удобрений, как азотных и фосфорных, так и сложных комбинированных входят различные реакции газа/воздуха, к которым на разных этапах примешиваются дополнительные газообразные и/или твердые материалы. С помощью системы подавления пыли и снижения выбросов производитель получает возможность вернуть ценный продукт обратно в процесс, снизив при этом выбросы в атмосферу, количественно и качественно.

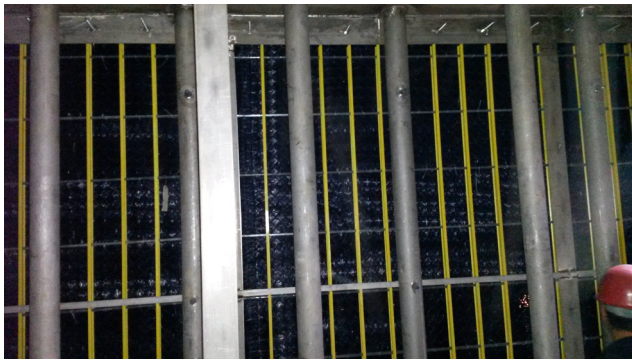
Наша тема здесь - это подавление пыли/снижение выбросов; такие твердые частички пыли могут захватываться механически, путем фильтрации, но только если газ сухой. К примеру, в некоторых случаях для сборки пыли, оставшейся около станция затаривания мешков, используются мешочные фильтры. Однако во

многих системах снижения выбросов технологического газа для нейтрализации загрязняющих газов, таких как фтор и аммиак, которые присутствуют вместе с твердыми веществами, применяется контакт между газом и промывным раствором. Следовательно, такие технологии действуют химически, путем абсорбции, и механически, через жидкий контакт. На этом, а также на фильтрации влажного газа и фокусируется статья.

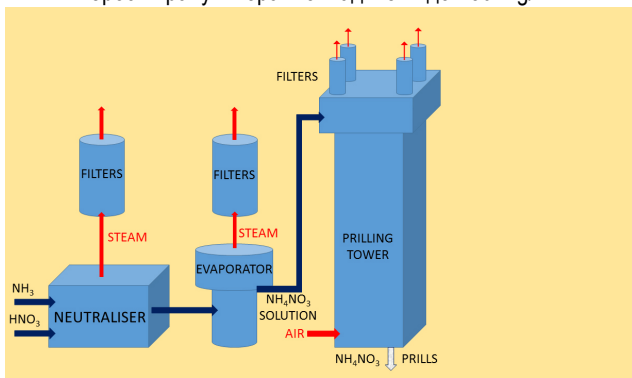
## Формирование и природа частиц пыли

### Прилирование

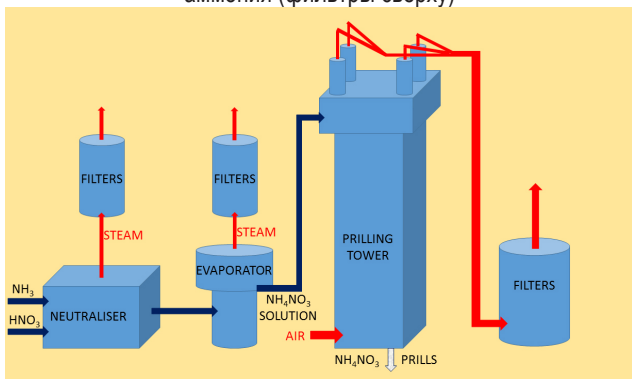
Производство гранулированных удобрений с помощью жидкого раствора, который распыляется или иным способом выделяется из статического, вращающегося или вибрирующего центрального разбрызгивателя



**Рисунок 1.** Сеточные прокладки BlueFil® из структурированного полипропилена, обрабатывающие выбросы гранулятора и охладителя до <math>< 30 \text{ mg/Nm}^3</math>



**Рисунок 2.** Стандартная грануляционная башня нитрата аммония (фильтры сверху)



**Рисунок 3.** Стандартная грануляционная башня нитрата аммония (фильтры на уровне земли)

в верхней части открытой колонны высокой башни, это уже давно применяющийся способ создания удобрений шарообразной формы (на основе мочевины и нитрата аммония или же известково-аммиачной селитры и комбинированных удобрений). Гранулы формируются по мере того как капли жидкости падают и охлаждаются встречным потоком принудительно подаваемого воздуха. Метод разбрызгивания, внутренняя конструкция башни и состояние используемого оборудования в большой степени влияют на количество и размер выделяемых частиц, и субмикронные частицы дыма нитрата аммония могут добавиться к выбросам. Объем воздуха может составлять менее 100 тыс  $\text{nm}^3/\text{ч}$  или более 1 млн  $\text{nm}^3/\text{ч}$ .

### Грануляция

В процессе производства гранулированных удобрений применяется больше и больше новых технологий: псевдооживленный слой и вращающийся барабан/разные методы распыления, иногда - спекание или коатинг первых частиц гранулированного продукта.

Заводы, производящие гранулированные удобрения, получают важное экономическое преимущество, если уважительно относятся к окружающей среде - объемы газов гораздо меньше, а значит, цена снижения выбросов намного ниже. Там, где продукт охлаждается или сушится, неизменно возникают частицы пыли, которые нужно удалить до выхода в атмосферу.

### Прозрачность

Количество выделяемых частиц размером меньше 3 мкм, а особенно меньше 1 мкм (включая субмикронный дым) значительно повлияет на видимость башни или выбросов дымовых газов.

Если такие мелкие частицы составляют более 30 – 50  $\text{mg}/\text{nm}^3$ , то они хорошо заметны и легко определяются по длине темного или грязно-белого шлейфа дыма, который образуется после выпаривания любых жидкостей.

### Некоторые технические сложности

Возможность появления таких вопросов не всегда учитывается на этапе разработки, когда приоритетной целью является уменьшение размера оборудования, энергозатрат и материальных затрат. Однако если конструкция системы плохо продумана или попросту нереалистична, то закупоривание фильтрационного оборудования или скрубберной системы может стать серьезной проблемой, на решение которой потребуется немало ресурсов технического обслуживания.

Капитальные затраты, количественная эффективность, энергия, пространство и обслуживание – это 5 критериев, которые надо принимать во внимание. Баланс между ними обычно можно достичь путем компромиссов. Например:

- Большая эффективность обычно подразумевает больше энергии и пространства.
- Меньшая площадь – меньшая эффективность.
- Минимальное обслуживание обозначает меньшую эффективность, иногда – больше энергии.

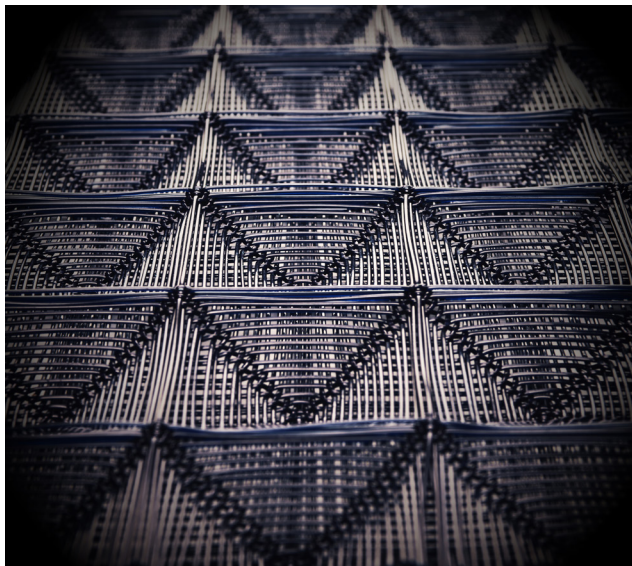
К несчастью, часто встречаются ситуации, когда производственные реалии не совпадают с ожиданиями по поводу работы оборудования. Еще один пример:

- Оборудование неэффективно при работе с частицами менее 2 мкм, образуются видимые выбросы
- Промывной раствор неправильно распыляется на среду уплотнителя, степень закупоривания крайне высока.
- Требования к продукции при работе с таким оборудованием перевешивают «добрые намерения» эффективного снижения выбросов.

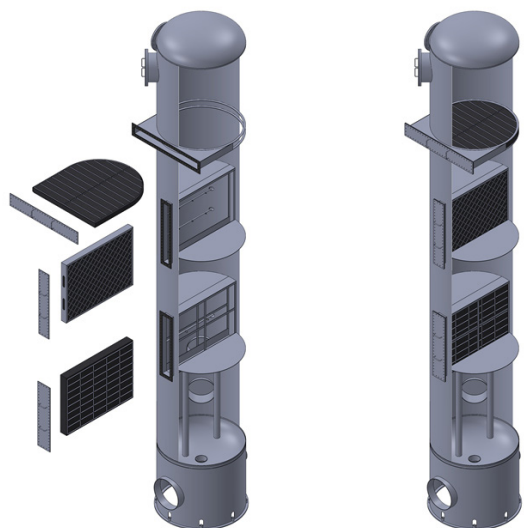
### Растворимые/нерастворимые вещества

Растворимые вещества в технологическом газе должны удаляться в мокрой скрубберной системе, где они контактируют с промывным раствором (см. Рисунок 1). В действительности некоторые материалы не увлажняются надлежащим образом, если система плохо спроектирована, некачественно обслуживается или неправильно эксплуатируется. Вещества остаются нерастворенными и прилипают к оборудованию скрубберной системы.

В состав известково-аммиачной селитры входит известняк или доломит, и эти нерастворимые вещества из карбоната кальция забьются в плотный фильтр или скруббер.



**Рисунок 4.** Сетка BlueFil MX095 из полипропилена



**Рисунок 5.** Схема модернизированного вертикального сосуда с сетчатым уплотнителем и демистером BlueFil

### Уменьшение выбросов/замутнения

При обработке нитратаммониевых веществ концентрацию выходящих частиц можно легко снизить до 30 мг/нм<sup>3</sup> и ниже, а максимальные 10 мг/нм<sup>3</sup> очищаются высокоэффективными патронными фильтрами. Что касается известково-аммиачной селитры и удобрений на основе мочевины, то при использовании скрубберных технологий BlueFil® компании Benvitec Environment (или похожих) с орошаемой сетчатой прокладкой, вполне можно ожидать выхода продукта в 30 – 50 мг/нм<sup>3</sup>, в зависимости от потребностей.

Конечно, допустимое количество выбросов в разных странах отличается, оно отличается на новых и старых предприятиях и установках. К примеру, в Европе новые предприятия по приллированию и грануляции удобрений на основе мочевины не имели права при производстве выделять более 50 мг/нм<sup>3</sup> карбамидной пыли, хотя уже существующим заводам гранулирования было поставлено ограничение в 70 – 80 мг/нм<sup>3</sup>, а заводам приллирования – в 100 – 150 мг/нм<sup>3</sup>.

### Расположение системы

Что касается гранулирующей башни, то есть два варианта расположения системы пылеподавления. Самый очевидный из них - на вершине башни. Серьезные проблемы, связанные с

наличием свободного пространства и (рабочим) весом, позволяют принимать только базовые решения по эффективности. Например, простая система орошаемых сетчатых прокладок BlueFil для грануляционных башен, обрабатывающих мочевины, может соответствовать нормам выделения выбросов в странах с менее строгими требованиями по борьбе с загрязнением или при установке на старых башнях (см. Рисунок 2).

В связи с экологическим регулированием, а также с размерами оборудования, необходимыми для работы с крупными потоками газа, пылеподавляющие системы грануляционных башен все чаще располагают на уровне земли. В таком случае нужна длинная труба, идущая вниз к земле, а также вентилятор повышенной мощности и дымовая труба для финальных выбросов (см. Рисунок 3).

Системы снижения выбросов грануляторов и сушилок не устанавливаются наверху, что дает больше возможностей для разработки индивидуального дизайна, который поможет соотнести эффективность и энергозатраты с реальным режимом производства и экологическими регулированиями.

## Хорошая практика - хороший опыт

### Фильтрация влажного газа

#### Верхние патронные фильтры с орошаемой сетчатой прокладкой

Компания предлагает широкий выбор сред со стекловолоконным слоем, для работы с выбросами на нитратаммониевых предприятиях имеются элементы из таких типов стекловолокна с Броуновской диффузией как TGW15, B14W and B14; они обеспечивают высокую эффективность удаления субмикронных частиц, что необходимо для обеспечения прозрачности, а также работают с частицами диаметром менее 2,5 мкм. Длина таких туманоуловителей достигает 6 метров для оптимизации площади, занимаемой сосудом и необходимой для обработки больших объемов воздуха. Очень важно следить за постоянной влажностью этих фильтров, чтобы предотвратить образование кристаллов в волокнистом слое. Эта проблема решается установкой орошаемой сетчатой прокладки под патронными фильтрами. На демистер 'Vescoil', выполненный из сорта нержавеющей стали 304L, сверху и снизу разбрызгивается раствор азотной кислоты для впитывания NH<sub>3</sub>, а жидкость, которая переносится к патронным фильтрам, обеспечивает их намокание.

### Абсорбция и жидкостный контакт

#### Мокрые циклоны и скрубберы Вентури

Мокрые циклоны и скрубберы Вентури – это две известные и противоположные по свойствам и действию технологии по очистке газа. Преимущество обеих технологий – низкий риск закупоривания твердыми веществами, именно их устанавливают на фосфорных предприятиях вместо скрубберов с поперечным подводом жидкости.

В мокрых циклонах отсутствует внутренняя контактная среда (т.е. насадки или сетки), поэтому очень важен контакт больших объемов разбрызганной жидкости с частицами пыли внутри «открытого» сосуда с образованием внутреннего тангенциального потока, выбивающего образовавшиеся капли жидкости. Это простая технология с ограниченной степенью улавливания – то есть эффективна только при работе с мелкими частицами. Скруббер Вентури способен улавливать мелкие частицы путем создания вынужденного контакта между частицами пыли и контактной жидкостью в верхней части горловины скруббера. Для этого необходимо высокое давление жидкости и ее большой объем. Капитальные затраты и высокое энергопотребление тоже являются недостатками данной технологии.

### **Скрубберы с сетчатой прокладкой BlueFil (поперечные или вертикальные)**

Скруббер с поперечным подводом жидкости (горизонтальный сосуд, поток воздуха через вертикальную насадку) состоит из обильно опрыскиваемой открытой впускной секции, которая должна удалить максимально возможное количество крупных частиц пыли до достижения насадок. В этом отношении скруббер похож на мокрый циклон, хотя направленность разная. Есть скрубберы, устройство которых делает возможным жидкостный рецикл, когда жидкость с более поздних этапов обработки возвращается на предыдущие этапы распыления.

Количество твердых веществ в выбрасываемом воздухе в процессе обработки мочевины, известково-аммиачной селитры и фосфора/диаммонийфосфата, требует использования лучших материалов для насадок в следующих планах:

- Максимальное пустое пространство без снижения эффективности работы сетки
- Высокая производительность и устойчивость к повреждениям в ходе эксплуатации и агрессивной очистки.
- Поверхность из мягкой проволоки для устранения отложений твердых веществ.

Основываясь на этих критериях, компания выбрала сетки BlueFil компании Benvitec Environment для использования в системах с поперечным подводом, опробовав испытательные установки и сравнив их с другими типами. В частности, сетка типа MX095 (см. Рисунок 4) может предотвратить потерю давления и помогает избежать необходимости в дополнительных слоях уплотняющей сетки во многих устройствах, сохраняя эффективность пылеулавливания.

По желанию/необходимости возможна разработка вертикальной версии этого же скруббера, а недавняя модернизированная установка компании оснащена и вертикальными, и горизонтальными элементами в вертикальном сосуде (см. Рисунок 5).

### **Скруббер с вращающейся щеткой 'Vecoflex'**

В этой технологии компании Begg Cousland есть полипропиленовая щетка, работающая как лопасть вентилятора; благодаря орошению вращающейся щетки водой или промывным раствором, твердые вещества в газе немедленно намокают и удаляются как жидкий плав. В таком скруббере происходит отсос воздуха, и он часто может выступать как единственная воздухоудувка. Данный скруббер – это успешное инновационное решение для снижения выбросов от нитратаммониевых грануляторов и сушилок; 16 из них уже находятся в непрерывной эксплуатации, выход нитрата аммония уже упал ниже 10 мг/нм<sup>3</sup>, а аммиака – ниже 5 мг/нм<sup>3</sup>.

Примечательно, что 'Vecoflex' не закупоривается твердыми веществами, так как щетка и спираль постоянно находятся в увлажненном состоянии, а влажные твердые вещества выходят благодаря воздействию центробежных сил.

### **Заключение**

В промышленном производстве удобрений множество разнообразных источников выброса пыли. Требования по борьбе с загрязнением отличаются в зависимости от страны, отрасли промышленности и возраста предприятия. Из широкого спектра технологий и оборудования для фильтрации и очистки газа каждый производитель может выбрать наиболее подходящие ему опции, принять хорошо обдуманное решение, подходящее под его индивидуальные условия и ограничения.