



ДЕГИДРАТАЦИЯ МОЛЕКУЛЯРНЫХ СИТ VOGELBUSCH

ПРОЦЕССЫ АДСОРБЦИИ С ПЕРЕПАДОМ ДАВЛЕНИЯ

Применяя узкоспециализированную компетенцию в вопросах биопроцессов к существующим технологиям, компания Vogelbusch преуспела в разработке передовой технологии адсорбции с перепадом давления для дегидратации этанола. Первая коммерческая установка была введена в эксплуатацию в 1981г., а уже к концу 80-х технология дегидратации молекулярного сита полностью заменила азеотропную дистилляцию в производстве безводного этанола.

Наш непревзойденный опыт в проектировании, сооружении, пуско-наладке и эксплуатации молекулярных сит сделал компанию Vogelbusch главным поставщиком комплектов для дегидратации.

Vogelbusch предлагает уникальные, легкие в эксплуатации, надёжные и энергосберегающие проекты, не требующие частого ремонта. Vogelbusch предоставляет целый спектр услуг, необходимых для успешного осуществления проекта, от разработки базового и детального инжиниринга, материально-технического обеспечения, шеф-монтажа и содействия при пуско-наладке до сдачи объекта «под ключ».

ДЕГИДРАТАЦИЯ ЭТАНОЛА

Вода с этанолом образуют азеотроп, ограничивающий количество воды, устранимое с помощью обычной дистилляции. Поэтому для получения безводного этанола применяют дегидратацию. Система молекулярных сит удаляет воду из пара, содержащего воду и этанол, выходящего из колонны ректификации. Обезвоженный продукт может использоваться в получении любых продуктов из биоэтанола с содержанием воды от 0.5% до сверх сухого этанола для фармацевтического и промышленного применения с содержанием воды не более 0.01%.

К преимуществам систем молекулярных сит Vogelbusch по сравнению с другими системами дегидратации этанола относятся:

- | Лидирующая эффективность очистки во отрасли, что приводит к максимальной концентрации спирта
- | Легкость в эксплуатации
- | Минимальные затраты на энергоснабжение, эксплуатацию и капитальные расходы
- | Исключение проблем с азеотропопреобразователем и требований к контролю над выхлопами, связанных с азеотропной дегидратацией

СИСТЕМЫ, ИЗГОТОВЛЕННЫЕ ПО ТЗ ЗАКАЗЧИКА

Vogelbusch выполняет системы, спроектированные по индивидуальным требованиям заказчика, соответствующие его механическим характеристикам, стандартам и нормативам, отрегулированные для обеспечения высочайшего качества и производительности.

Наши инженеры предоставят Вам техническую поддержку на протяжении всего проекта, в том числе на этапах проектирования технологического процесса, проектной документации, материально-технического обеспечения, шеф-монтажа, а также окажут содействие в пуско-наладочных работах и поставке объекта «под ключ».

ОТРАСЛЕВАЯ СПРАВКА

Системы адсорбции Vogelbusch обнаружили многочисленные сферы применения, в том числе, дегидратация, разделение, контроль над загрязнением окружающей среды и рекуперация растворителей. Во всем мире мы предоставили большое количество систем дегидратации этанола мощностью от 10 тысяч до 1.3 миллионов литров в день.

Безводный спирт, производимый на предприятиях, спроектированных компанией Vogelbusch, используется в качестве химического сырья, топлива, основы для медикаментов и косметики. Кроме спиртовой промышленности, адсорбционные системы Vogelbusch применяются для адсорбции газового сырья, воздушной сушки, очистки азота и метилацетата, адсорбции углерода и очистки аргона.

БЛОЧНАЯ УСТАНОВКА

Для простоты монтажа, сокращения времени возведения и затрат, Vogelbusch может предложить поставку предварительно-изготовленных установок с молекулярными ситами. Эти модульные системы компактны, их легко устанавливать, и требуется самый минимум монтажных соединений.

В зависимости от мощности завода, системы будут поставлены либо блочно, либо в виде предварительно-собранных модулей. Стальной каркас служит опорой для отгрузки и раскладывается для обеспечения доступа как во время нормальной эксплуатации, так и для техобслуживания. Модули оснащены трубными и проводными соединениями, и полностью испытаны до отгрузки. Все составляющие заново собираются по месту. Как только соединения подключены к утилитам заказчика (пар, напряжение, охлаждающая вода, воздух КИП, и пр.) систему можно запускать в эксплуатацию.



ПРОЦЕСС ДЕГИДРАТАЦИИ ЭТАНОЛА VOGELBUSCH

Стандартная технология дегидратации этанола Vogelbusch применяет процесс адсорбции с использованием фильтров, наполненных синтетическими цеолитами (молекулярные сита).

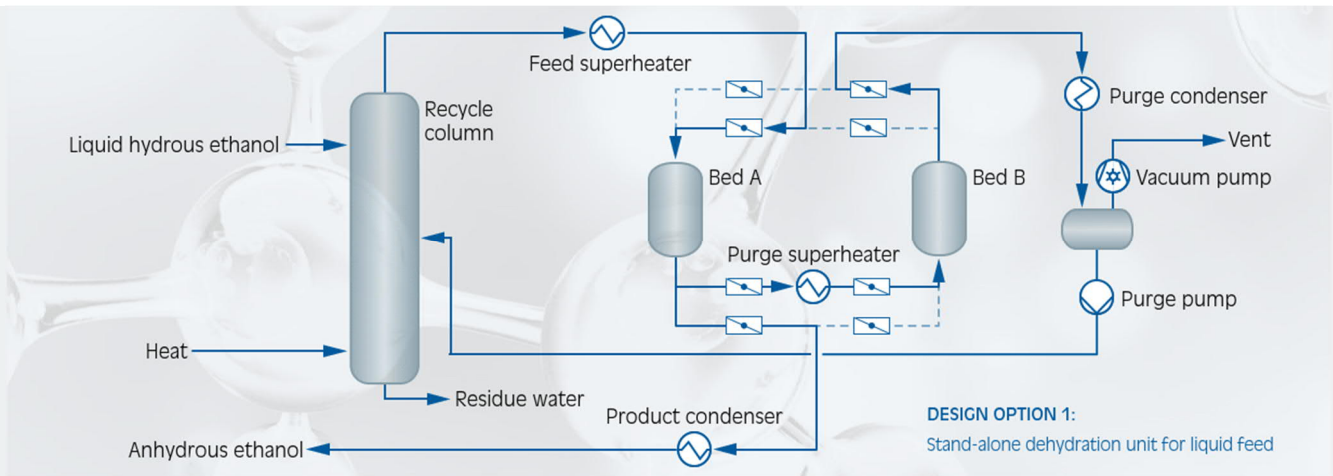
Процесс основывается на том принципе, что родство цеолита с водой изменяется при различном давлении. Водная нагрузка цеолита зависит от парциального давления воды в смеси. Парциальное давление может меняться при изменении системного давления.

Фильтры молекулярного сита наполняются перегретым паром для предотвращения конденсации. Вторичный водяной пар адсорбируется в поры цеолита, а вторичный пар этанола проходит через фильтр. Когда фильтр молекулярного сита насыщается водой, его необходимо регенерировать.

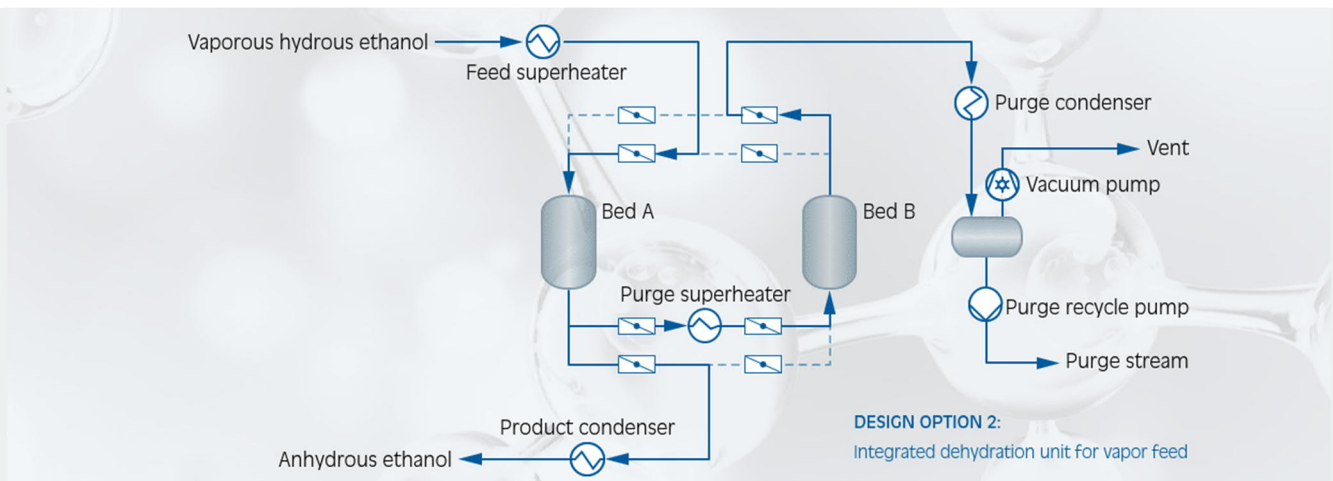
РЕГЕНЕРАЦИЯ ПРИ ПЕРЕПАДЕ ДАВЛЕНИЯ

Вода выделяется из цеолита за счёт уменьшения давления; из-за этого процесс называют адсорбцией с перепадом давления (PSA). Непрерывная эксплуатация достигается с помощью системы адсорбции с перепадом давления с двойным слоем фильтров молекулярного сита. Пока один слой фильтров занят дегидратацией, другой регенерируется в вакууме. В ходе регенерации давление на слой фильтров уменьшается, а выделяемая вода выводится из фильтра парами продукта из второго слоя фильтров (того, что занят дегидратацией). Такая регенерация, или «продувка», затем конденсируется и закачивается в дистилляционную установку.

ПРОЕКТНОЕ РЕШЕНИЕ 1: ОДИНОЧНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПОДАЧИ ЖИДКОГО СЫРЬЯ



ПРОЕКТНОЕ РЕШЕНИЕ 2: ИНТЕГРИРОВАННАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПОДАЧИ ПАРА



bed A	слой A	vacuum pump	вакуумный насос
bed B	слой B	purge recycle pump	насос рециркуляции потока от регенерации
re-rectification column	колонна вторичной ректификации	hydrous ethanol	водосодержащий спирт
feed superheater	перегреватель исходного продукта	anhydrous ethanol	безводный спирт
purge superheater	перегреватель потока от регенерации	vent	выбросы
purge condenser	конденсатор потока от регенерации	purge stream	поток продуктов регенерации
product condenser	конденсатор продукта		

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ

Существуют два варианта решений для выпаренного сырья, используемого в комплексе молекулярных сит:

ПРОЕКТНОЕ РЕШЕНИЕ 1

Жидкое сырьё

В одиночные установки подается жидкий этанол со склада. Жидкий этанол испаряется в малой рециркуляционной колонне. Регенерация, или «продувка», возвращаются в рециркуляционную колонну, где восстанавливается этанол. Для экономии энергии вторичные пары продукта используются для предварительного нагрева жидкого сырья.

Одиночная система дегидратации, поставленная на винозавод Harbin Winery, в Китае (фото предоставлено компанией SMB).

ПРОЕКТНОЕ РЕШЕНИЕ 2

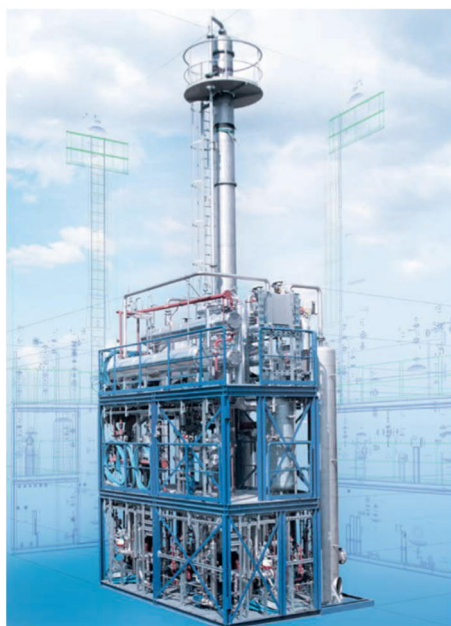
Парообразное сырьё

Интегрированные установки соединяются с существующими производственными участками; влажный пар этанола подается к ним непосредственно от системы дистилляции / ректификации. Регенерация, или «продувка», возвращаются в систему дистилляции / ректификации, где восстанавливается этанол.

Основным преимуществом интегрированных систем является значительно сниженный расход энергии по сравнению с неспаренными системами. Данная собственная технологическая разработка Vogelbusch также сокращает первичные капитальные затраты.

Интегрированная система дегидратации в эксплуатации Tharaldson Ethanol, штат Северная Дакота, США

Интегрированная система дегидратации в эксплуатации Agroetanol Lantmännen, Швеция



МОЛЕКУЛЯРНЫЕ СИТА

Молекулярные сита, или цеолиты, представляют собой высокопроницаемый кристаллический материал из алюмосиликатов. Для этих синтетических кристаллов характерна трехмерная система пор точно определенного диаметра. Диаметр пор можно отрегулировать до стандартного, что обеспечит адсорбцию молекул, величиной меньше диаметра пор, и исключит адсорбцию молекул большего диаметра.

Есть синтетические цеолиты с диаметром отверстий от 3 до 10 ангстрем (Å). При изменении химического состава и конструкции материалов, используемых для создания цеолитов, их можно преобразовывать для обеспечения широкого диапазона требуемых адсорбционных характеристик и селективности, а также можно использовать в качестве разделителей во многих промышленных сферах.

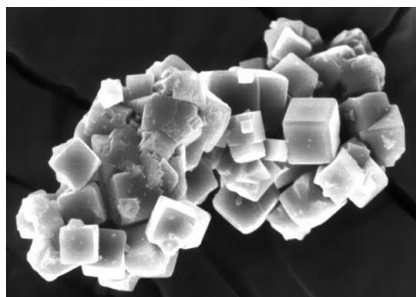
В процессе дегидратации этанола используются цеолиты 3Å (диаметр пор которых равен 3Å) для отделения воды от этанола. Небольшие молекулы воды, диаметр которых составляет 2.5Å, задерживаются в кристаллах, а крупные молекулы этанола (4Å) не могут проникнуть и, соответственно, просочиться сквозь фильтр.

ИСПЫТАНИЯ МОЛЕКУЛЯРНОГО СИТА

Понимание физических процессов, происходящих в молекулярном сите, является ключевым элементом в эффективном проектировании в промышленных масштабах. Наши лаборатории оборудованы с учётом нужд исследований адсорбционных процессов. Испытательная установка способна адсорбировать компоненты из непрерывных потоков вторичного пара и, одновременно, измерять массу адсорбата. Стало возможным определить физические свойства материалов для молекулярных сит, что приводит к улучшению адсорбционных процессов в молекулярных ситах и, в свою очередь, к проектированию систем и оборудования меньшего размера, что снижает инвестиционные и эксплуатационные расходы.

Испытательная установка также оборудована контрольной станцией для анализа материалов для молекулярных сит от различных производителей. Во время стандартных экспресс-испытаний, разработанных фирмой Vogelbusch, анализируются и сравниваются основные эксплуатационные параметры. Такое экспресс-испытание выполняется на материале для молекулярного сита до его загрузки в промышленную установку.

В пилотных молекулярных установках Vogelbusch в США могут проводиться более сложные испытания. Такие установки могут испытывать эксплуатационные параметры молекулярного сита в условиях, близких к эксплуатационным.



Скопление монокристаллов цеолита диаметром 3Å (масштаб 1:10,000 – фото предоставлено компанией UOP).



Испытательное оборудование Vogelbusch для исследований адсорбционных процессов



Каждая партия материала для молекулярного сита подвергается экспресс-испытаниям перед загрузкой.

ОБРАЗЦОВО-ПОКАЗАТЕЛЬНЫЙ ПРОЕКТ: GREEN POWER WLL

На данный момент наша крупнейшая блочная установка способна дегидратировать 400 тысяч литров спирта в день. Спроектированная для дегидратации синтетического спирта, установка была предварительно собрана в Австрии, отгружена, смонтирована и запущена компанией Vogelbusch на территории заказчика в Бахрейне.

Установка также включала в себя систему ректификации для восстановления спирта из «продувки» и удаления загрязнений, попадающих в установку вместе с сырьём – в основном смеси с низкой температурой кипения, такие как ацетальдегид и диэтиловый эфир.

Перед подачей в колонну ректификации сырьё со склада заказчика предварительно нагревается. Влажные пары спирта выходят из колонны и направляются к установке молекулярного сита, где вода удерживается в одном из цеолитных фильтров, оставляя только обезвоженный спирт.

Затем, десорбированные смеси с низкой температурой кипения попадают в верхнюю секцию колонны ректификации. Там они концентрируются до того, как газообразные смеси ацетальдегида, диэтилового эфира и прочих загрязнителей не направляются в закрытую факельную систему. Осадок внизу колонны ректификации, состоящий из воды с остатками смесей высокой температуры кипения, отводится в городскую водоочистительную установку.

Установка дегидратации была поставлена в виде блочной, и включала в себя все устройства кроме колонны ректификации, нагревателя и фильтров молекулярного сита. Блок был изготовлен, собран и испытан в Австрии до отгрузки в Бахрейн в 12 контейнерах. По месту оборудование было вновь собрано, завершена система трубопроводов, и установка была подключена к утилитам заказчика.

Одиночная установка в эксплуатации компании Green Power WLL, Королевство Бахрейн, состоящая из предварительно-собранного блока, колонны ректификации с нагревателем и фильтров молекулярного сита.



VOGELBUSCH Biocommodities GmbH | Blechturmstraße 11 | A-1051 Вена| Австрия
Тел: +43 (0)1 54661 | vienna@vogelbusch.com
www.vogelbusch-biocommodities.com

Vogelbusch USA Inc. | houston@vogelbusch.com
Vogelbusch Hong Kong Ltd. | hongkong@vogelbusch.com

