

Роботизированные генераторы газов Короткоцикловая адсорбция (КЦА)

Производство чистых газов – достаточное масштабное промышленное направление. Какими потребностями обеспечивается развитие таких технологий.

1. Сегодня прогнозируется бурное развитие технологий, использующих водород в качестве топлива. Резко возросли потребности в медицинском кислороде в связи с широким распространением коронавирусной инфекции. Кроме этого непрерывно возникают новые технологии, где в качестве сырья необходимы чистые газы.
2. Во многих промышленных технологиях сопутствующим продуктом являются газовые смеси. Они производятся в достаточно больших масштабах. Задача извлечения нужных компонент для традиционных и новых потребителей из такого сырья всегда была в повестке разработчиков технологий.

Наиболее распространенные технологии разделения газовых смесей – это криогенные, мембранные и сорбционные. В этой линейке **все большую популярность набирают сорбционные технологии**. Чем определяется успешность таких технологий:

- легко настраиваются при любом сырье на входе под требуемый продукт на выходе;
- оптимизируются по энергоэффективности, производительности;
- легко управляются;
- просто масштабируются.

Как нужно развивать сорбционные технологии, чтобы обеспечить более широкое их распространение:

- резко удешевить;
- улучшить потребительские свойства;

Первое, что нужно сделать - это снизить издержки при проектировании аппаратов на основе КЦА, а также издержки при сопровождении данной продукции у потребителя вплоть до утилизации.

Как это сделать? По нашему мнению, необходимо **создать конструктор для разработки конкретной технологии КЦА**. Как мы предлагаем это сделать. Процесс создания разбиваем на три уровня:

Уровень лабораторных исследований сорбентов и цикла сорбция – десорбция;
Уровень проектирования конкретной технологии КЦА;
Уровень сопровождения и эксплуатации технологии КЦА.

Спектр задач уровня лабораторных исследований:

1. Измерять емкость сорбентов по каждой компоненте газовых смесей, являющихся сырьем для производства чистых газов;
2. Исследовать цикл сорбция – десорбция для каждого газа, каждого сорбента по набору параметров, влияющих на процесс;
3. Оптимизация цикла сорбция – десорбция для модельных газовых смесей. Тоже для реальных газовых смесей под заказ.
4. Разработка цифровой модели процесса по результатам обработки опытных данных для каждой комбинации газ – сорбент в исследованных диапазонах по давлению и температуре.
5. Объединение (комплексирование) моделей чистых газов в модель для газовой смеси.

6. **Проверка адекватности цифровой модели газовой смеси:**
 - для разной производительности;
 - для набора требований к чистоте конечного продукта.
7. **Передача цифровой модели процесса (дать доступ к ее использованию) проектировщикам сорбционных технологий.**

Уровень проектирования технологии КЦА под конкретные параметры.

Проверка (верификация) цифровой модели на элементе технологии КЦА, разрабатываемой под получение чистой газовой компоненты из конкретной газовой смеси.

Уровень эксплуатации технологии КЦА.

Проверка (верификация) цифровой модели КЦА:

- для конкретной компоновки оборудования технологии КЦА и всех режимов эксплуатации такой сборки;
- для разных производительностей технологической цепочки;
- при разных требованиях чистоты к выходному продукту.

Цифровая модель технологии КЦА позволит реализовать роботизированный режим проектирования и эксплуатации генераторов газов. Это прямой путь снижения издержек по жизненному циклу технологий КЦА.

Почему мы предлагаем алгоритм создания технологий КЦА?

Изначально наша команда активно занималась разработкой технических систем для сложных условий эксплуатации. Технические компетенции: вакуумные, мембранные, криогенные технологии. Эти компетенции напрямую связаны с технологиями разделения газовых смесей. Особые технологические навыки: иницирование, диагностика, управление ультрамалыми величинами - это молекулярный поток, следовая концентрация компонента и прочее. Все перечисленное – опыт экспериментальных исследований и технологических внедрений.

Сегодня навыки системного подхода в решении инженерных задач используем в разработках программных продуктов. Наши инструменты можно объединять под разные функционалы. Приоритет - платформенные решения: роботизированное управление техпроцессами и бизнес процессами, аналитика любых данных.

Чем обеспечивается надежность, эффективность и адаптивность наших расчетных инструментов:

- Код наших инструментов полностью контролируемый.
- Декомпозируем объект или процесс до уровня, удобного для создания программной модели.
- Формируем функционал программного инструмента под отдельную измерительную задачу.
- Создаем сервисную оболочку, которая обрабатывает результаты измерений. Взаимодействия с измерительным инструментом задается в сервисной логике. Она может настраиваться по событию, по сценарию, либо вручную на исполнение линейки задач.
- Измерительный инструмент и сервисная оболочка составляют программный комплекс, для которого создается алгоритм взаимодействия с внешней средой.
- ***Результат: получаем специализированный системный инструмент, способный работать в роботизированном режиме.***

Мы можем предложить решить локальную задачу.

Роботизированный генератор водорода (КЦА)

Когда нужна оптимизация режимов работы генератора водорода:

- изменение требований чистоты финишного продукта, т.е. водорода;
- изменение параметров входной смеси газов на переработку;
- изменение производительности генератора водорода.

Оптимизировать режим получения $\text{нм}^3 \text{H}_2$ можно, реализуя следующее:

1. Конкретный сорбент (*молекулярное сито*) тестируется по каждому из компонентов газовой смеси:
 - определяется емкость сорбента в зависимости от давления с учетом температурных поправок;
 - динамические характеристики процессов сорбции и десорбции под необходимые режимы работы генератора.
2. На основе полученных в экспериментах данных разрабатывается цифровая модель генератора – расчетный комплекс. ***Цифровая модель генератора водорода позволит реализовать роботизированный режим его работы.*** Расчетный комплекс может иметь широкий диапазон настроек:
 - ***по параметрам входной газовой смеси;***
 - ***по изменению этих параметров – ситуационно;***
 - ***по варьированию длительностью цикла сорбция – десорбция;***
 - ***по различным режимным комбинациям – по сценариям.***
3. Кроме этого, возможно разработать математическую модель на основе решения системы уравнений для генератора водорода. Такая модель позволит в большей степени обезопасить контроль процесса получения водорода. Это обусловлено тем, что диапазоны изменения влияющих на процесс параметров значительно расширятся в сравнении с полученными в опытах.

Мы предлагаем шагнуть к новым производственным реалиям

Разработанная нами идеология моделирования физических объектов и процессов позволяет применять одинаковый подход к оцифровке разномасштабных объектов. Если для единицы оборудования – это будет «цифровой двойник», то для группы предприятий – это «индивидуальная операционная система».

Эффективные «цифровые» решения – они индивидуальны. Готовой «цифровой отвертки» не существует. Модели и их ансамбли, способные управлять процессами и объектами в роботизированном режиме создаются индивидуально!

Мы предлагаем под конкретные потребности (под существующие физические технологии или новые) спроектировать архитектуру цифрового паспорта объекта, декомпозировать архитектуру до систем, подсистем, деталей. Научить составные части объекта взаимодействовать между собой через их программных роботов.

Мы ничего не нарушаем из существующего: ***свою платформу мы надстраиваем поверх информационной инфраструктуры Заказчика.***

При использовании наших инструментов оцифровка объектов будет выгодна даже на старте и может проходить последовательно и локально.

С уважением, директор ООО «УралГазТест»,
к.ф.-м.н. Елфимов А. А., uralgaztest@rambler.ru
<https://ai-models-ugt.com>