



Новые проблемы диктуют необходимость применения новых подходов к осуществлению технологических процессов

Данный отчет о применении новых подходов к осуществлению технологических процессов был подготовлен независимыми международными специализированными журналистами в рамках выставки АСHEMA 2015

- Интенсификация технологических процессов направлена на экономию затрат, сырья и энергии, а также на решение экологических вопросов
- Моделирование может сократить потребность в производстве пробных партий (пилотные проекты), а новые аналитические технологии и программное обеспечение позволяют лучше использовать данные экспериментальных исследований
- Возможности программного обеспечения становятся все более важным фактором по мере «глобализации» команд, принимающих участие в проекте

Несмотря на консерватизм, внутренне присущий таким отраслям, как химическая, фармацевтическая и нефтехимическая, специалисты всегда находятся в поиске новых, более эффективных продуктов, являющихся более дешевыми и экологичными в сравнении с существующими. Разработка нового технологического процесса может длиться до 10 лет и требует скоординированных усилий профессионалов из различных стран мира. Для разработки безопасных, экономичных и устойчивых производственных технологий наряду с традиционными научными и инженерными подходами используются новые методики компьютерного моделирования.

При создании новой технологии преодолевается разрыв между процессами, осуществляемыми в лабораторных пробирках, и масштабом промышленного производства коммерческой партии продукта. Таким продуктом может быть химическое вещество, отгружаемое тысячами тонн, или биофармацевтический препарат, производство которого измеряется в килограммах.

Если на рынок выводится новый продукт, то необходима технология, которая обеспечит качество и безопасность производства, в том числе и с точки зрения экологии, а также важны приемлемые капитальные и производственные затраты и оправданный коммерческий риск, включая период становления продукта на рынке.

Для продукта, который уже хорошо известен на рынке, специалисты стремятся разработать технологию с лучшими производственными показателями, чем существующие. Также они создают технологии, альтернативные тем, которые использует и запатентовал конкурент. Конечно, это возможно в том случае, если сам продукт не защищен патентом. Процесс разработки технологии в основном опирается на результаты научных и инженерных исследований. Однако широта и разносторонность поставленной задачи требуют также креативного подхода и значительных менеджерских способностей.

Предприятия по переработке нефти и производители крупнотоннажной химии испытывают огромное давление, связанное с необходимостью сокращать затраты и обеспечить надежность производства, поэтому они предъявляют требования к тому, чтобы предлагаемые им технологические решения сразу давали нужный результат. Производители лекарственных средств выдвигают дополнительное требование, связанное с тем фактом, что технологию фармацевтического производства очень трудно изменить после проведения ее валидации. В промежутке между этими двумя крайностями находятся производители веществ тонкого органического синтеза, которые нуждаются в гибких технологиях для возможности проведения частых изменений продукции и процессов.

Поскольку разработка технологических процессов занимает несколько лет, а заводы затем на протяжении десятилетий используют эти технологии, предприятия промышленности непрерывного производства традиционно являются консервативными в отношении применения новых технологий. Однако технологии процессов производства все же меняются с учетом таких факторов:

- рост производительности на отдельных этапах (интенсификация процессов) и повышение эффективности катализаторов;
- применение новых методик разработки процессов (ком-

пьютерное моделирование и сетевое оборудование);

- новые методики мониторинга и управления;
- новые требования, предъявляемые к безопасности и соблюдению экологических нормативов, в том числе тенденция к применению сырья биологического происхождения;
- новые требования со стороны законодательства и ведения бизнеса (например, необходимость быстрого выхода на рынок с новой продукцией).

Участники выставки АСНEMA 2015 продемонстрировали примеры значительного влияния на разработку производственных процессов в широком спектре технологий. Среди них были представлены лицензиары, инженерно-строительные компании (E & C), консультанты, специалисты по моделированию и управлению, производители оборудования и химической продукции.

Повышение производительности на отдельных этапах и улучшение качества химических процессов

Химические реакции, операции смешивания веществ, экстракции, фильтрации и высушивания составляют основу традиционных химических процессов. Изменения на этом фундаментальном уровне оказывают наибольшее воздействие на разработку процессов производства.

Реакторы периодического действия дают возможность гибкого использования при обеспечении документации процесса производства, поэтому их традиционно применяют для тонкого органического синтеза и фармацевтического производства. При этом реакторы непрерывного действия более эффективны с точки зрения производственных затрат, и с их помощью проще увеличивать объемы производства. Также следует отметить, что зачастую они более безопасны в эксплуатации. Результаты недавно проведенных исследований по осуществлению непрерывного процесса производства ароматических аминов для

фармацевтики, а также промежуточных продуктов для производства гербицидов свидетельствуют, что решение использовать реакторы периодического или непрерывного действия не всегда является однозначным.

Катализаторы – это жизненно важный элемент многих промышленных процессов производства. В этой области происходят быстрые изменения благодаря прогрессу в компьютерном моделировании и технологиях автоматического сканирования. Использование катализатора с более избирательным действием способствует повышению выхода продукции и устраняет необходимость проведения сепарации продукта на последующей стадии его изготовления. С помощью нового катализатора можно создавать и новые продукты. Например, компания Jowat AG (Detmold, Германия) использует технологический процесс, разработанный фирмой Novomer Inc. (Waltham, MA, США), для производства полипропилен карбоната (polypropylene carbonate PPC), экологически «дружественного» полимера, который производится из углерода диоксида. Процесс, разработанный фирмой Novomer, основан на использовании запатентованного катализатора, содержащего кобальт.

«Интенсификация процессов» относится к технологиям, которые сокращают выбросы завода или потребление энергии при помощи комбинирования технологических операций либо повышения скорости реакций. Примером этого может служить активная дистилляция, при помощи которой уменьшается количество необходимого оборудования – химическая реакция и разделение материалов происходят в одной и той же колонке.

Машины, которые совмещают операции перемешивания, термической обработки и испарения вязких продуктов, являются специализацией немецкоязычных стран. На выставке АСНEMA 2015 несколько производителей представили образцы такой техники. В данном случае речь идет о замене целого ряда агрегатов и уменьше-

нии или устранении необходимости использования растворителей, благодаря чему технологический процесс может дать продукцию лучшего качества и с меньшими затратами.

Следующим шагом может стать «синтез без реагентов», целью которого является устранение не только растворителей, но и реагентов из смеси веществ, в результате чего реакция будет происходить под воздействием электричества, света или ультразвука.

На сложных производствах повторное использование отработанного тепла является ключом к энергоэффективности. То же можно сказать и относительно многократного применения воды для улучшения экологических показателей деятельности завода, особенно в регионах с ограниченными водными ресурсами. Однако не всегда очевидно, как лучше этого достичь. В методологии разработки технологий такой прием называется «сжатие» («pinch»), при котором степень повторного использования воды или тепла определяют исходя из возможностей обеспечения этими ресурсами.

Описание, моделирование, измерение и управление

При разработке новой технологии главной инженерной проблемой является увеличение масштабов. В качестве простого примера можно рассмотреть реакцию с выделением тепла, такую как нитрование: в случае увеличения объема со 100 г в лаборатории до 1 т в промышленном контейнере при соблюдении одинаковых пропорций необходимо утилизировать в 10 000 раз больше тепла через внешнюю поверхность контейнера, которая увеличилась всего в 500 раз. Способ утилизации тепла при промышленном производстве должен быть в 20 раз более эффективным в сравнении с лабораторным.

Отправной точкой для увеличения масштабов производства является четкое понимание физических и химических свойств исходных материалов и конечных продуктов, а также любых промежуточных и побочных веществ. В этой

связи калориметрия реакций и измерение физических свойств порошков являются примером технологических характеристик, в отношении которых недавно был достигнут прогресс.

Однако в лабораторных условиях невозможно измерить все параметры, необходимые для промышленного производства. Поэтому данные, полученные в пилотных проектах и на существующих производствах, пользуются большим спросом. С помощью современных систем контроля и передачи данных можно собрать информацию на самых недоступных участках технологических процессов. Такие технологии, как томография, акустический анализ, спектроскопия в режиме реального времени и масс-спектрометрия (все то, что в фармацевтической отрасли называют «технология аналитики процессов» – PAT), помогают определить, что в действительности происходит внутри стальных трубок и емкостей.

Конечно, инженерам необходимо полное понимание полномасштабного производственного оборудования, которое они предлагают к использованию, для чего наиболее оптимальным является математическое моделирование в форме статического и динамического моделирования процессов, расчета динамики жидкостей (computational fluid dynamics – CDF), а также применение более современных методов «множественной» размерности (multi-scale).

Совершенствование моделирования способствует улучшению процесса управления. В 2014 г. на симпозиуме Американского института химических инженеров (American Institute of Chemical Engineers – AIChE) профессор Juergen Hahn, немец по национальности, который теперь работает в Rensselaer Polytechnic Institute (Troy, NY, США), описал, как современные методы управления могут превратить реактивную дистилляцию из академического курьеза в технологию, применимую на практике. Таким образом, на заводах по переработ-

ке нефти реактивная дистилляция может помочь выделить бензин из продуктов перегонки. Однако мощная «привязка» реакции и массопереноса создает сложную динамику процесса, которую трудно понять и контролировать с помощью традиционных способов. Моделирование с использованием программы gPROMS, разработанной фирмой Process Systems Enterprise (Лондон, Великобритания), облегчает выполнение этой задачи.

Пилотные производства продолжают сохранять свою значимость

Насколько бы тщательно не были проведены лабораторные исследования, новые, иногда представляющие опасность свойства материалов могут проявиться при увеличении масштаба реакции. Это может привести к загрязнению, коррозии, отклонениям от нормы при перетекании, перемешивании и переносе тепла.

Поэтому создание технологии обычно включает этап пилотного производства после разработки в лаборатории и перед полномасштабным промышленным производством. В зависимости от вида продукции на этапе пилотного производства используют от нескольких килограммов до нескольких тонн вещества. Несмотря на то, что прогресс в моделировании процессов может позволить сократить размеры пилотного производства или вовсе обойтись без него, все же в обозримом будущем пилотное производство будет оставаться важным этапом разработки новой технологии.

Компании могут использовать этап пилотного производства на основании трех основных причин:

- подтвердить жизнеспособность новой технологии;
- получить данные для дальнейшего увеличения объемов производства с использованием новой технологии;
- наладить производство нового продукта, чтобы заинтересовать потенциальных покупателей.

Последняя причина особенно значима для фармацевтической

PHARMA ASI

2015 UKRAINIAN
PHARMACEUTICAL FORUM

Український Фармацевтичний Форум

ORGANISED BY:



24–25 листопада 2015
Готель «Інтерконтиненталь», Київ

VIP знижка
10%

код: 2389PRM

Реформи – ми прагнемо змін!



Ірина Сисоєнко

народний депутат України, заступник
голови Комітету з Питань Охорони Здоров'я
Верховна Рада України



Віктор Шафранський

заступник міністра
Міністерство Охорони
Здоров'я України



Ігор Перегінець

заступник міністра
Міністерство Охорони
Здоров'я України



Тетяна Таласва

в.о. генерального директора
Державний експертний
центр Міністерства
охорони здоров'я України



Дмитро Сологуб

заступник голови
Національний Банк
України



Уаніта Фолмсбі

директор
проект SIAPS
(USAID в Україні)



Юрій Терентєв

голова
Антимонопольний комітет
України

KNOWLEDGE PARTNER:

MARCHENKO
DANEVYCH

SPONSORS:



T: +44 (0)20 7017 7444 | events@adamsmithconferences.com | www.ukrainianpharma.com

**Забронируйте
ваш стенд
сейчас**

**Vitafoods™
Россия и СНГ**



Выставка Функциональных Ингредиентов и Продуктов
Здорового Питания, Биологически Активных Добавок

26–28 октября 2015

Центр Международной Торговли, Москва, Россия



Vitafoods в России и СНГ – это высококлассное специализированное мероприятие, посвященное рынку производителей, поставщиков и потребителей ингредиентов и сырья для биологически активных добавок, спортивного, диетического и функционального питания и напитков в России и других странах СНГ.

Екатерина Тимохина
Vitafoods Россия и СНГ
+7 495 232 68 52
Email: jekaterina.timohina@informa.com

www.vitafoodsru.com



отрасли. Доказательство жизнеспособности новой технологии и получение новых данных более важны для нефтехимических заводов.

В 2005 г. Американский институт химических инженеров обнародовал результаты исследования, которое проводилось в течение трех лет и было посвящено изучению использования пилотных производств. Были собраны данные 30 компаний, расположенных в Северной Америке, работающих в химической, фармацевтической отраслях и секторе нефти и газа. Одни компании ответили, что у них этап пилотного производства проходят все новые технологии, другие – были более селективными, оценивая степень риска при расширении производства путем индивидуальной оценки, а также проводя регулярные инспекции соответствия научных разработок практическому применению. Некоторые операции, такие как экстракция жидкости из жидкой среды или перемешивание жидкости, трудно поддаются моделированию, поэтому для них остается важным этап пилотного производства.

Стремление к экологической безопасности

Благодаря применению многих из упомянутых выше новых технологий достигается улучшение экологических показателей производства, сокращается количество отходов, упрощается процесс переработки или, как в случае с новыми катализаторами, появляется возможность работать при более низких температурах.

Попытки создания химических производств, работающих на основе биологических материалов, стимулируют разработку новых технологий. В качестве примера можно привести информацию компании Bayer Material Science AG (Leverkusen, Германия) о том, что 70 % углерода, используемого на их производстве пентаметилен диизоцианата (новый связующий агент для покрытий, способствующий лучшей адгезии), будет органического происхождения. На 2016 г. запланировано производство 20 000 т этого вещества. Возможность производства этанола из отходов целлюлозы, а не из пищевого зерна целиком зависит от разработки новых ферментов и технологий сепарации, способных расщепить продукты деревообработки.

Стремление ограничить воздействие на окружающую среду и необходимость работать в засушливых районах способствуют разработке производств, которые не будут сбрасывать отработанные жидкости (zero liquid discharge – ZLD). Использование воздуха в теплообменниках и применение мембран для очистки воды являются примерами технологий, необходимых для производств, работающих по принципу ZLD.

Важно соблюдать экологические стандарты новых разработок, в создании которых участвует большое количество специалистов – химиков, исследователей, медиков и инженеров, использующих различные подходы к решению проблем.

На симпозиуме Американского института химических инженеров представитель компании DuPont подчеркнул, что экологическая безопасность является неотъемлемой частью обоснования новой технологии наряду с техническими и экономическими аспектами. На выставкеACHEMA 2015 состоялось детальное обсуждение всех этих трех аспектов. ■