



**П**ерсонализация касается не только машин, одежды или каши на завтрак. Химическая и фармацевтическая промышленность переживает бум спроса на продукты, изготовленные с учетом индивидуальных потребностей заказчика. Сокращение сроков разработки и жизненного цикла продуктов создает сложности при традиционном подходе к производству. Решить эту проблему позволяет модульный подход к проектированию заводов, приобретающий все большую популярность в мире. Модульность позволяет достичь гибкости как в регулировании объемов произ-

## Когда целое больше, чем сумма составляющих: модульность готовит почву для Индустрии 4.0. Отчет о тенденциях АСНEMA 2018

**Конструктор, в котором детали не подходят друг другу, превращает развлечение в мучение: вместо того чтобы просто поставить элемент на место, приходится ломать то ли голову – над тем, ту ли деталь вы взяли, то ли пальцы – чтобы все-таки с усилием вставить деталь в пазы. Модульное проектирование заводов – тот же конструктор: из неудачно подобранных компонентов сложно создать эффективно работающее целое. Однако при правильном подходе огромный технологический и экономический потенциал модульного проектирования позволит добиться поистине впечатляющих результатов.**

водства (например, за счет параллельного выпуска одного продукта на нескольких линиях), так и в ассортименте товаров (с помощью замены технологических модулей или изменения завершающих этапов производства), а также избавиться от привязки к сырьевой базе или к месту производства (например, посредством использования мобильных модулей). Таким образом, общедоступные стандартизированные производственные модули дают возможность повысить конкурентоспособность предприятия, особенно если это популярны модели, серийный выпуск которых позволил значительно снизить отпускную цену.

#### **Модульность от стадии планирования и далее**

Преимуществами модульности можно воспользоваться уже на этапе планирования постройки предприятия. Отсутствие необходимости заново полностью разрабатывать проектную документацию и возможность использования готовых данных на различных этапах реализации проекта значительно ускоряют процесс запуска производства и вывод продукции на рынок. Не стоит забывать, что физическая модуляризация должна быть предварена стандартизированным процессом модульного планирования.

Физическая модуляризация заводов позволяет создать универсальные непрерывно работающие производственные линии и запустить децентрализованное производство. Модули, из которых будет состоять система, обладают необходимым набором качеств для выполнения всех прописанных в проекте задач. Физическая модуляризация может быть осуществлена на аппаратном, общезаводском или логистическом уровне как на определенном предприятии, так и в производственной сети. Для ее введения совместимые модули проектируют в качестве адаптируемых единиц и затем объединяют

в производственные линии для создания многоцелевых предприятий. При этом взаимозаменяемость отдельно взятых модулей упрощает уход и сервисное обслуживание оборудования, а также сокращает время его переналадки при переходе на выпуск другой продукции. Эксплуатационные данные, полученные в процессе производства, инженер по оборудованию может непосредственно использовать для определения стратегии технического обслуживания и оптимизации уже спланированных модулей для имплементации в будущих проектах. После прекращения производства завод может быть демонтирован, а его компоненты и полученная информация могут использоваться повторно. Это обеспечивает непрерывное совершенствование всех процессов и передачу производственного опыта.

#### **Физическая модуляризация: модуль следует за функцией**

Для имплементации систематического модульного подхода на всех этапах – от разработки производственного процесса до демонтажа завода – процесс можно условно разделить на группы оборудования, задействованные на различных этапах. Это упрощает работу над проектом и позволяет создать блоки оборудования, пригодные для повторного использования. Вся проектную документацию, необходимую для производства модулей, объединяют в блоки – так называемые PED-модули (Process Equipment Design – проектирование промышленного оборудования), которые сохраняют в виде баз данных. Как правило, PED включает в себя как минимум один основной аппаратный узел, выполняющий определенную технологическую операцию, а также все необходимые для его функционирования периферийные компоненты. При этом в рамках одного PED-модуля существует возможность замены основного аппаратного узла другим для лучшего соответствия

определенным условиям работы. Каждый PED хранят в виде элемента базы данных, включающего всю информацию и документацию.

PED-модули следует дополнять симуляционными моделями, позволяющими моделировать конфигурацию узлов, начиная с описания функций данного PED. В зависимости от выполняемых функций PED делятся по категориям на производственные и обслуживающие. Производственные модули непосредственно контактируют с реагентами, технологическим потоком или стоком отходов (например, обеспечивают хранение и дозировку, проведение реакций, последовательные производственные циклы, приготовление химических составов, упаковку продукции). Обслуживающие модули обеспечивают поддержку одного или нескольких производственных модулей (например, их энергоснабжение) и не связаны непосредственно с технологическим потоком. Эти отличия, отраженные в базах данных, позволяют значительно расширить варианты повторного применения модулей и ускорить время выхода продукта на рынок.

Отдельные PED-модули можно объединять в PPD (Process Plant Design – проектирование перерабатывающих предприятий), получая таким образом полноценный модульный завод со всей документацией, необходимой для постройки и успешной эксплуатации. PPD включает в себя расположение отдельных PED-модулей и все связи между ними, а также виртуально представляет желаемый производственный процесс.

#### **Модульное оборудование как основа**

Фундаментальной предпосылкой для создания эффективной и в то же время универсальной производственной среды является наличие надежного технологического оборудования для промышленной

обработки малых партий сырья. Это включает в себя как валидированные модели технологического оборудования для интенсификации процесса, так и устройства, обеспечивающие надежность промышленного класса. Единицу оборудования можно считать модульной, если она обладает хотя бы одной из нижеперечисленных характеристик:

- изначально присущая ей модульная конструкция, позволяющая последовательно или параллельно увеличить количество базовых элементов (например, каналный химический реактор с возможностью увеличения количества каналов или их длины) или другая важная характеристика, необходимая для повторного использования оборудования;
- изначально присущая ей модульная конструкция, включающая конфигурируемые элементы, позволяющие приспособить оборудование к различным условиям работы (например, модульная система управления технологическими процессами, предусматривающая различные варианты интеграции модуля в основную систему);
- серия оборудования, благодаря которому достигается одинаковая функциональность в разных эксплуатационных масштабах (например, серия насосов, обеспечивающая различные диапазоны объемного расхода с использованием одного и того же операционного принципа).

Физическая модульность отлично подходит для многоцелевых заводов или заводов, производящих широкий диапазон продукции, для которых характерна частая реконфигурация производственных линий при запуске новых продуктов или перезапуске ранее выпускаемых. Кроме того, возможна интеграция мелкомасштабного постоянно работающего оборудования в пилотные или многоцелевые заводы для реализации концепции

высокоэффективного гибридного производства. В этом случае завод будет состоять из отдельных узлов, так называемых PEA – Process Equipment Assembly (узел промышленного оборудования). PEA представляет собой физическое воплощение проекта PED, осуществленное с учетом дополнительных особенностей геометрического и технического проектирования, что позволяет обеспечить совместимость независимо спланированных модулей. При этом взаимозаменяемость отдельных модулей упрощает обслуживание и сервис и сокращает сроки переналадки оборудования.

### Городок – в табакерке, завод – в контейнере

Объединение нескольких PEA в промышленное предприятие описывается с помощью PEF (Process Equipment Frame – структура промышленного предприятия). PEF содержит геометрические условия и связанные с безопасностью спецификации среды установки, а также охватывает обеспечение всех PEA. PEF можно считать независимой производственной единицей, так как она включает общую систему контроля технологических процессов всех PEA, входящих в его состав. С целью реализации автономных или децентрализованных производственных сценариев интеграция нескольких PEA в PEF может быть осуществлена в модифицированных грузовых контейнерах, что позволяет получить полностью интегрированную инфраструктуру в целях создания мобильной и настраиваемой производственной среды, для запуска которой на месте потребуются всего лишь подключение источников энерго- и водоснабжения и других коммунальных услуг.

Чтобы в полной мере использовать преимущества интенсивных непрерывных производственных процессов, необходимы ключевые шаги для создания долгосрочного стабильного, строго контролируемого и полностью автоматизиро-

ванного производства. Решающую роль в этом играют процессно-аналитические технологии (process analytical technologies – PAT). Полученная с их помощью информация позволяет контролировать критические параметры процесса (critical process parameters – CPP) и оптимизировать их для получения продукции желаемого качества, а также отслеживать отклонения в критических показателях качества (critical quality attributes – CQA).

Для эффективного применения инструментов PAT необходимые методы измерения, включая соответствующие точки замера / отбора проб, должны быть заложены еще на ранних этапах проектирования. В идеале одни и те же методы анализа следует применять на всех этапах развития и масштабирования производства – от лабораторных разработок до выпуска пилотных партий и начала серийного выпуска продукции. Это позволяет сократить сроки внедрения инструментов PAT на производстве.

Предпосылками для появления модульных заводов стало более глубокое понимание технологии микрореакций, интенсификации процессов переработки и непрерывного производства – всех отраслей, где в последнее время наблюдалась огромная исследовательская активность и, что тоже немаловажно, рост государственного финансирования исследований. Исследовательские проекты, такие как F3 Factory или инициатива ENPRO, доказали целесообразность и реалистичность модульного подхода. Проект F3 Factory продемонстрировал радикальный модульный подход к быстрому развитию производства и внедрению новых гибких и устойчивых производственных процессов с улучшенными экономическими показателями, включая операционные и капитальные затраты. В реальных исследованиях успешных проектов продемонстрирован потенциал интенсификации и модуляризации

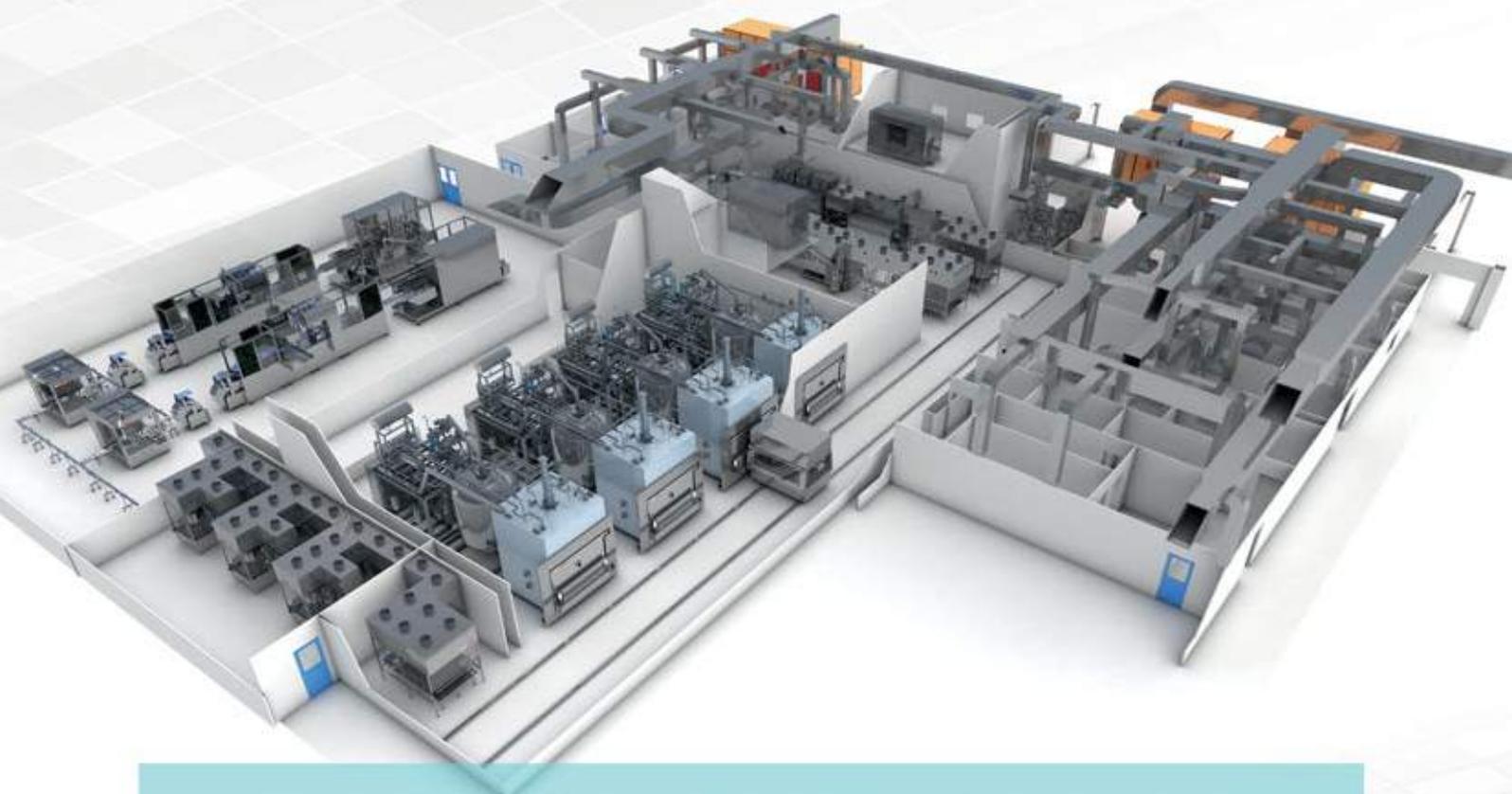


# АСНЕМА 2018

г. Франкфурт-на-Майне, Германия  
11.06.2018 – 15.06.2018

Приглашаем посетить наш **Номер стенда**  
стенд на выставке Асхема2018 г. **Зал 3.0 - Стенд А25**

## Изоляция - Автоматизация - Интеграция



Компания Tofflon предоставляет общее решение  
для фармацевтических производств

### Контакт

Сергей Попов  
Shanghai Tofflon Science and Technology Co., Ltd.  
Адрес: Игарский проезд, 4 корп. 2, Москва, Россия  
Тел: +7 (495) 135 50 95 доб.117  
Моб: +7 (926) 556 84 51  
Почта: [Sergey.Popov@tofflon.com](mailto:Sergey.Popov@tofflon.com)

Leo Li  
Shanghai Tofflon Science and Technology Co., Ltd.  
Адрес: Игарский проезд, 4 корп. 2, Москва, Россия  
Тел: +86 21 6490 6201 доб.288  
Моб: +86 21 158 2121 5291  
Почта: [leo.li@tofflon.com](mailto:leo.li@tofflon.com)



# PHARMA TECH EXPO IX МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА PHARMATECHEXPO

ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

При поддержке:



- Государственной службы Украины по лекарственным средствам и контролю за наркотиками
- ГП «Государственный экспертный центр МЗ Украины»

- Национальной академии наук Украины
- Национальной академии медицинских наук Украины

Организатор:



МЕЖДУНАРОДНОЕ УЧАСТИЕ И ПОСЕЩЕНИЕ

ПОЛНЫЙ СПЕКТР ОБОРУДОВАНИЯ,  
КОМПЛЕКСНЫХ РЕШЕНИЙ И УСЛУГ, РАСХОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ  
ДЛЯ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ТОРГОВЫХ МАРОК,  
МИРОВЫХ БРЕНДОВ

220

17-19  
ОКТЯБРЯ  
2018

10

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИХ  
МЕРОПРИЯТИЙ

ПОСЕТИТЕЛЕЙ

2700

Украина, Киев

70

ДОКЛАДЧИКОВ



НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ ПРОГРАММА  
«ДНИ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»:  
КОНФЕРЕНЦИИ, СЕМИНАРЫ

МАСТЕР-КЛАССЫ НА ДЕЙСТВУЮЩЕМ ОБОРУДОВАНИИ

ОДНОВРЕМЕННО  
СОСТОИТСЯ



XI МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА  
LAB COMPLEX  
АНАЛИТИКА ЛАБОРАТОРИЯ БИОТЕХНОЛОГИИ NI-TECH

МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА КОМПЛЕКСНОГО  
ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЛАБОРАТОРИЙ  
[www.labcomplex.com](http://www.labcomplex.com)

Генеральный  
информационный партнер:



Генеральный  
интернет партнер:



По вопросам участия в выставке:  
☎ +380 (44) 206-10-98  
@ [pharm@lmt.kiev.ua](mailto:pharm@lmt.kiev.ua)



По вопросам участия в научно-  
практической программе:  
☎ +380 (44) 206-10-99  
@ [marketing@pharmatechexpo.com.ua](mailto:marketing@pharmatechexpo.com.ua)

[www.pharmatechexpo.com.ua](http://www.pharmatechexpo.com.ua)

для химической промышленности. В ходе проекта были применены первые рекомендации и стандарты проектирования, которые способствовали повышению гибкости производственного предприятия посредством сменных PEA (узлов промышленного оборудования).

#### Мечта становится реальностью

Кроме финансируемых из госбюджета проектов, химические компании и поставщики сырья уже начали внедрять модульный подход в различных сферах. При отсутствии единого подхода к стандартизации и степени модульности компании используют различные подходы к внедрению модульности:

- BASF применяет кастомизированные контейнеры для производства небольших партий продукции. Контейнеры собирают в центральных мастерских компании и в дальнейшем доставляют на определенные заводы.

- Evonik использует контейнеры в качестве специальной стандартизированной мобильной инфраструктурной платформы (Eco Trainer) для быстрого развертывания производства с последующим выпуском небольших партий продукции. Эта концепция в прошлом была успешно продемонстрирована на примере производства химикатов для электронной промышленности. Кроме того, Evonik разрабатывает концепцию модульной структуры, аналогичную концепции F3 Factory, для разработки технологического процесса в условиях экспериментального завода.

- Merck работает в отрасли, где скорость выхода нового продукта на рынок является наиболее чувствительным фактором успеха. Заводы, специализирующиеся на непрерывном производстве небольших партий продукции, следуют концепции Multi

Process Plant, обеспечивающей высокую гибкость в сочетании с интенсификацией производства.

- Clariant использует дифференцированный подход к модульности предприятий, где одно из направлений отвечает за удовлетворение конкретных потребностей, таких, например, как быстрый и надежный вход на рынок, а второе – за типы передачи технологий (производство образцов, выпуск пилотных партий, обучение). В настоящий момент Clariant работает над пилотными проектами, фокусирующимися на приготовлении химических составов и проведении химических реакций.

- Invite предлагает инженерно-конструкторские услуги для запуска модульных предприятий на основе концепции F3 Factory. Это включает как базовое и детальное проектирование, так и тестирование проекта в техни-

# ROLSTECH



Приглашаем Вас посетить стенд компании **G.F. (группа компаний Coesia)** на выставке **ACHEMA 2018**.

На стенде будет представлен автомат нанесения этикетки на ампулы, флаконы и картриджи производства компании ROLSTECH (Россия). Дополнительную информацию можно получить по запросу на [rolstech@rolstech.ru](mailto:rolstech@rolstech.ru).

## ACHEMA 2018



a coesia company

11 - 15 июня 2018 г.  
Германия, Франкфурт-на-Майне,  
ВЦ Messe Frankfurt



зал 3.1, стенд E 71

ческом центре, специально оборудованном для модульных производственных контейнеров.

Но не только химические компании внедряют модульные концепции, все больше предприятий-поставщиков применяют в своем бизнесе модульность. ZETON предлагает производство модульных лабораторий-заводов, мини-заводов и опытных заводов для различных отраслей химической промышленности. Integrated Lab Solutions (ILS) строит компактные лаборатории-заводы и мини-заводы для проведения высокопроизводительных экспериментов с ME. Hte предоставляет технологии и услуги для повышения продуктивности научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, направленных на разработку высокопроизводительных технологических платформ и модульных систем для каталитического тестирования. Lonza и Ehrfeld предлагают модульные микрореакторные системы для непрерывного производства. Более того, компания HiTec Zang разработала систему автоматизации лабораторий, которая позволяет быстро реализовать протоколы последовательных партий. Тем не менее все вышеперечисленные модульные концепции по-прежнему основываются на собственных

стандартах, единый подход к стандартизации пока отсутствует.

### **Конструктор, который обязательно соберется, или Да здравствует стандартизация!**

Как бы то ни было, постройка модульных заводов – дело абсолютно новое. Для достижения цели, то есть возможности строить заводы полностью на основе модулей, необходимо приложить еще немало усилий. Особенно это касается стандартизации оборудования и автоматизации технологических процессов.

Значительно продвинуться в этом направлении помогут разработка стандартных решений в целях устранения регулярно повторяющихся проблем и определение нормативных принципов для проектирования новых PED-модулей. Примерами стандартных применений модулей могут служить хранение, дозирование или смешивание компонентов. Как правило, эти процессы не являются коммерческой тайной, поэтому модули для них могут быть разработаны совместными усилиями нескольких компаний и затем изготовлены поставщиками. Это позволит существенно снизить затраты на производство оборудования. При этом невозможно обойтись без индивидуального проектирования

PED-модулей или модификации готовых вариантов при отсутствии подходящего готового проекта или в тех случаях, когда имеющиеся ограничения требуют индивидуального подхода к разработке.

Для подключения нескольких узлов PEA друг к другу или к местной инфраструктуре необходимы соответствующие интерфейсы, отвечающие требованиям широкого спектра технологических процессов, в которых они могут быть задействованы. Кроме того, интерфейсы должны быть достаточно гибкими для быстрой адаптации к местным требованиям и ограничениям. То есть они должны совмещать высокий уровень стандартизации для наиболее частых применений с определенной степенью свободы, необходимой для обеспечения соответствия местным нормам. Достижение этого позволит добиться быстрого развертывания узлов PEA и оперативной реконфигурации оборудования на многоцелевых предприятиях. В случае частой замены модулей необходимо наличие жестких интерфейсов для быстрого присоединения и отсоединения узлов PEA, что может повлечь существенные дополнительные расходы. Таким образом, необходимо найти разумный компромисс между стандартизацией и гибкостью. ■

### **Модульность –**

один из основных трендов, освещаемых в рамках центральной темы выставки АСНЕСА «Гибкое производство». Модульность широко представлена как на выставке, так и на конгрессе. Узнать больше о будущем химической продукции также можно в общем павильоне «Модульное производство», находящемся в зале 9.2 и организованном компаниями ProcessNet, NAMUR и ZVEI. Химические заводы в контейнерах и программное обеспечение для

автоматизации производства являются частью концепции «Перерабатывающая индустрия 4.0: эпоха модульного производства».

Этот отчет о тенденциях является выдержкой из статьи «Модульные заводы», подготовленной временной рабочей группой «Modular Systems» в рамках инициативы ProcessNet в тесном сотрудничестве с промышленными предприятиями и научно-исследовательскими учреждениями. В нем отражены текущие резуль-

таты объединенных усилий, направленных на модуляризацию производственных технологий в химической промышленности. Полностью отчет доступен по ссылке [http://dechema.de/dechema\\_media/ModularPlants\\_2016.pdf](http://dechema.de/dechema_media/ModularPlants_2016.pdf)

Отчеты о тенденциях, представленных на выставке АСНЕСА, составляет специализированный международный журналистский коллектив.

[www.achema.de](http://www.achema.de)