

## Современное производство

### Новые идеи в сфере производства

#### Установка непрерывной циркуляции паллет

30 июня 2006 года производители и инженеры-механики собрались в Сальцбурге на симпозиум, организованный компанией Christian Prilhofer Consulting. Именно на этом мероприятии компаниями Unitechnik AG и SAA Engineering GmbH была представлена концепция создания установки непрерывной циркуляции паллет. Целью мероприятия было представление участникам симпозиума данной концепции и стимулирование дальнейших дискуссий по этому вопросу.

#### Концепция установки непрерывной циркуляции паллет

Кристиан Прильхофер начал свое выступление с текущего состояния технологии создания установки циркуляции паллет. Требования, предъявляемые к установке циркуляции паллет, регулируемой САПР/АСУ ТП, значительно изменились со времен представления данной установки Вольфгангом Реуманом в 1980 году, а особенно за последние несколько лет компания Prilhofer Consulting получила большое количество новых заявок. Производителям нужны новые изменения ввиду появления огромного разнообразия форм элементов и их комплексности. Кроме этого, для обеспечения более низкого уровня возвратов и организации поставок в краткие сроки, требуются изменения существующей технологии производства.

Концепция системы непрерывной циркуляции паллет, в которой паллеты непрерывно перемещаются по ленточному конвейеру, имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционной системой:

- >> Рабочее место может быть организовано независимо от размеров паллет.
- >> Модульная конструкция завода делает возможной модернизацию механизмов и устройств.
- >> Устройства могут быть использованы дополнительно для выполнения других задач.
- >> Непрерывная система производства позволяет снизить стоимость одного часа проведения работ.
- >> И можно предположить, что в общем производственный процесс будет более гибким и быстрым.



Рис. 1 Уровень автоматизации системы циркуляции паллет был значительно увеличен после представления новой системы.

#### Современное состояние технологии

После представления системы циркуляции паллет, используемой для производства сборных элементов, было автоматизирован ряд технологических операций. Сюда относятся очистка и транспортировка опалубочных форм, складирование и размещение элементов опалубки с помощью автоматических устройств, проектирование контуров на паллеты (опалубочной установкой или с помощью плоттера) или лазерное отображение размерных характеристик элементов. Дополнительные компоненты автоматизации, появившиеся за это время, касаются процесса армирования: ручной труд сменяется полностью автоматической сварочной установкой

и установкой для размещения арматурных стержней и решетчатых балок. Для процесса бетонирования можно использовать автоматический бетоноукладчик и более того, автоматизировать размещение и транспортировку бетона, складирование на стеллажах в камере выдержки, а также транспортировку паллет.

На протяжении многих лет передача данных из спроектированной технической конструкции на производственный процесс также могла осуществляться автоматически и напрямую. Вслед за проектированием отдельных сборных элементов последовало создание элементов конструкции/ конструкций в двух или трех размерах с использованием САПР. Данные об элементах передаются главным компьютером, и уже на данном этапе возможен визуальный осмотр элементов в трехмерном изображении, полученном из данных ЧПУ. Кроме того, благодаря данной технологии загрузку паллет можно осуществлять автоматически (с возможностью ручного регулирования). Это позволяет оптимально использовать поверхность паллет благодаря комбинированию нескольких операций, одновременно учитывая последовательность укладки. Автоматизированное производство требует согласования множества процессов и звеньев производства, данные должны быть обработаны множеством «процессоров» (САПР, сеть, главный компьютер, механическое устройство, установка армирования, система циркуляции, планирование и управление производственным процессом).

Компания Christian Prilhofer Consulting выяснила, что при комбинированном производстве сборных железобетонных панелей перекрытия и стен, к примеру, можно достигнуть производительности примерно 200 м<sup>2</sup> площади сечения в час с использованием семи-восьми паллет. Наилучшая стоимость работы за час (человеко-час на производство 1 м<sup>2</sup> сборного элемента, неснятого):

>> 0,05 ч/м<sup>2</sup> для установки для сборной панели перекрытия

>> 0,08 ч/м<sup>2</sup> для системы комбинированного производства

>> 0,12 ч/м<sup>2</sup> для установки для сборных стен.

### **Причины создания новой разработки и требования**

Кристиан Прильхофер сказал, что за последние десятилетия технологии производства завода заметно усовершенствовались, позволив начать использовать паллеты более крупных размеров. В то же время, было оптимизировано функционирование устройства управления и техники автоматического управления. Однако, данные изменения имеют и некоторые недостатки: более крупные размеры паллет привели к ухудшению соотношения между временем выполнения операции и транспортировки, и более того, увеличилось расстояние, которое работникам приходится преодолевать, чтобы достичь рабочего участка. Более длинные паллеты требуют использования более крупного оборудования и производственных цехов, что в результате влечет бóльшие инвестиционные затраты.

По мнению Кристиана Прильхофера, с существующими технологиями техническая и организационная оптимизация систем на рабочих участках больше не способна увеличивать производительность при условии экономически оправданных затрат. Высокого уровня производительности можно достигнуть только благодаря увеличению площади строительной площадки и увеличению капиталовложений в машинное оборудование.

Согласно сведениям компании Christian Prilhofer Consulting существует необходимость в создании нового оборудования для производства сборных элементов, т.к. многие существующие установки функционировали на протяжении многих лет и не модернизировались. Новая концепция могла бы также удовлетворить потребности современных производственных предприятий. На протяжении многих лет непрерывное производство с использованием ленточного транспортера успешно применялось во многих сферах промышленности. Современные элементы техники управления с легкостью могут помочь в организации сложных производственных процессов. Все это послужило основой для создания компанией системы циркуляции паллет, которая может функционировать непрерывно.

### **План реализации оптимизации системы**

Возможность уменьшения пассивной производственной площади с помощью непрерывно движущихся паллет помогает минимизировать необходимое для производства пространство и соответственно размер самого здания. Равномерное движение паллет, к примеру, по производственным участкам для опалубочных форм и закладных деталей, значительно снижает требования по размещению. Более того, благодаря спроектированной модульной конструкции производственных линий есть возможность комбинировать выполнение различных операций. Для

того, чтобы минимизировать длительность производственного цикла, необходимо уменьшить время проведения технологических операций на паллете на сколько это возможно. Одним из вариантов в данном случае может быть использование предварительно сваренной сетки с приваренными решетчатыми балками.

Компания Christian Prilhofer Consulting разработала ряд вариантов оптимизации использования рабочего пространства специально для новой системы циркуляции:

>> Подвесная система транспортирования для буферизации и транспортировки элементов на участках распалубки помогает экономить пространство; данная система использовалась на протяжении многих лет, например, для производства транспортных средств. Установка демонтажа опалубки для определенной системы опалубки с использованием **магнитов** помогает экономить время на распалубку.

>> Транспортировка опалубки с использованием подвешенного конвейера ускоряет процесс, а также экономит пространство.

>> В добавок ко всему, использование специальной вертикальной буферной системы для паллет помогает минимизировать требования по размещению производственного оборудования.

>> Опалубочная установка с центральным разжимом (для позиционирования опалубки) и шарнирным роботом для позиционирования закладных деталей, а также для перемещения распорки минимизирует требования к отнимающей время и пространство ручной работе.

>> Автоматизированный участок армирования со сварочной установкой для арматурных сеток или специальной установкой укладки максимально автоматизирует процесс установки арматуры.

>> Хорошо спроектированный буферный участок уменьшает время ожидания и повышает производительность установки.

По словам Кристиана Прильхофера, новая концепция может быть интегрирована в действующие заводы. Благодаря модульной конструкции возможна поэтапная замена. Однако, для уже действующих систем циркуляции паллет необходимо детально изучить возможность экономии расходов и рассчитать рентабельность. Также необходимо принять во внимание заданные параметры, такие как размеры паллет, камеры выдержки.

### **Преимущества новой концепции**

Согласно новой концепции паллета должна обрабатываться во время продольного перемещения, что помогает сократить путь движения для установок, а также уменьшить продолжительность цикла. Длину паллет можно увеличить без каких-либо препятствий, а также можно снизить время смены паллет. Если участок демонтажа опалубки оборудован подвесной системой транспортирования, используемой для демонтажа элементов, есть возможность использовать ее также для непосредственной загрузки элементов в прицепы грузовиков. Большая часть технологии уже была ранее успешно использована в других сферах промышленности, поэтому нужно всего лишь передать накопленный технический опыт. По словам Кристиана Прильхофера новая конструкция учитывает различные варианты имеющегося пространства и обеспечивает возможность проведения модернизации.

Новая конструкция позволяет уменьшить размер цеха, и теперь размер паллет перестает определять размер производственного цеха. Появляется возможность экономить расходы на строительство и содержание здания. Более того, все оборудование данной системы постоянно работает на полную мощность.

Представители компании Christian Prilhofer Consulting рассчитали, что при наивысшей степени автоматизации возможно достигнуть следующей производительности:

>> Производство сборных панелей перекрытий: 0.03 ч/м<sup>2</sup> (200 м<sup>2</sup> сборных панелей перекрытий в час с задействованием шести операторов)

>> Производство сборных стен: 0.09 ч/м<sup>2</sup> (100 м<sup>2</sup> сборных стен в час с задействованием девяти операторов)

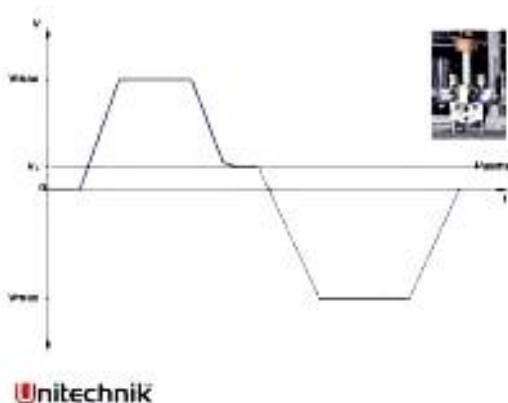
### **Концепция автоматизации от Unitechnik AG**

Wolfgang Cieplik, глава отдела продаж и маркетинга в компании Unitechnik AG, выступал следующим. Его речь была о концепции автоматизации непрерывно функционирующей производственной установки. Являясь поставщиком техники средств управления автоматизированным производством сборных железобетонных элементов, он сначала разъяснил технологические основы непрерывного производства.

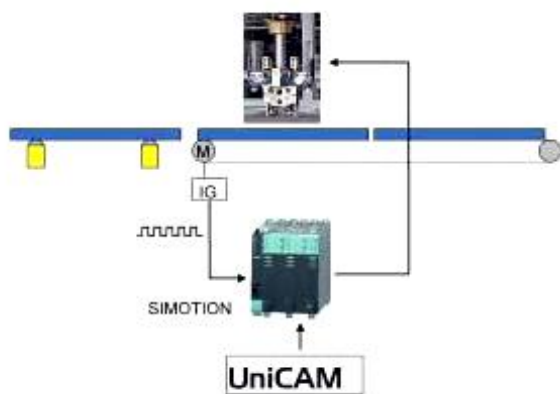
Концепция нового завода подразумевает наличие изменяемой рабочей зоны: в предыдущих заводах рабочая область определялась размером паллет, тогда как система непрерывно движущихся паллет не ограничивает ширину рабочей зоны.

Для идеального функционирования крайне необходимо обеспечить метод транспортировки, защищенный от скольжения, для чего можно использовать цепной транспортёр. В подобной системе исключительно важно постоянное измерение расстояния. Для этого можно использовать генератор импульсов на приводе конвейера. Количество импульсов пропорционально расстоянию, а частота импульсов соответствует скорости движения. Точное положение паллеты на рабочей зоне можно определить с помощью калибровки.

По словам Вольфганга Цыплик, одним из требований новой системы является соответствующая синхронизация ленточного конвейера, поскольку все операции должны производиться на паллете во время движения.



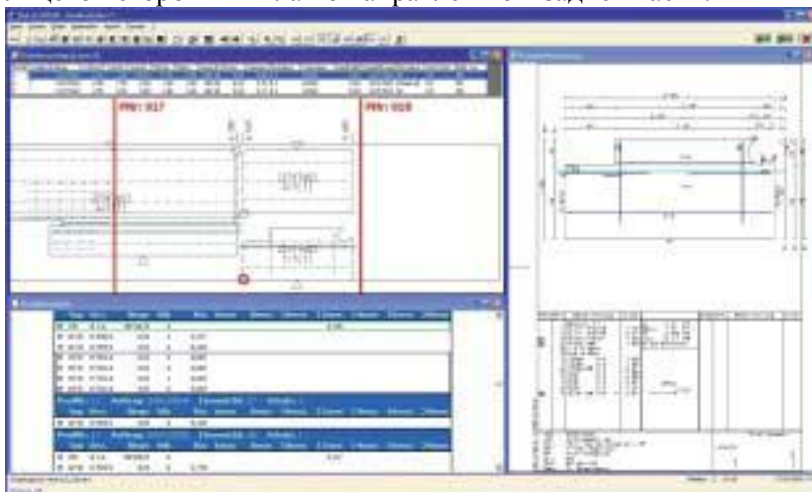
**Fig. 2** Синхронизация для стационарной и непрерывно движущейся паллеты.



**Fig. 3** Решение SIMOTION служит для контроля установки в случае движения паллеты.

В данном случае очень подходит принцип “подвижного отрезного станка”, который можно использовать для резки дерева или бумаги. В то время, как идет подача материала, обрезка делается с помощью ленточной пилы или ножей. С точки зрения технологии управления решение SIMOTION от Siemens вполне подходящий вариант для данной системы циркуляции. SIMOTION можно устанавливать на всех механизмах с функцией управления перемещениями. К примеру, на опалубочную установку: SIMOTION определяет скорость движения паллеты посредством генератора импульсов. Он получает данные о координатах элемента опалубки на паллете (как запись ЧПУ) из программы UniCAM главного компьютера. SIMOTION контролирует три оси ( $X$ ,  $Y$  и  $Z$ ) станка для достижения положения цели на паллете, а головка станка двигается со скоростью движения паллеты, когда на ней размещается опалубка. Таким же образом можно с точностью контролировать операции нанесения контуров и лазерную проекцию.

Отделенные рабочие зоны имеют зафиксированное положение в отношении пола цеха: автоматизированные механизмы могут передвигаться лишь в пределах рабочей, объяснил Вольфганг Цыплик. Паллеты непрерывно проходят через различные рабочие участки (очистки и смазывания маслом, установку для опалубки и плоттер, завершение опалубки и закрепление закладных деталей). Важно, чтобы последовательность размещения опалубки начиналась с лицевой стороны и шла по направлению к задней части.



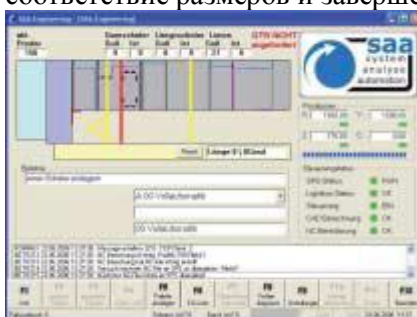
**Fig. 4** Визуализация рабочего этапа “армирование” на текущем участке.

Именно поэтому операции выполняются в последовательности X координат. Непрерывное движение паллет вперед также означает, что кривые могут наноситься только одним движением если они полностью располагаются в пределах одного рабочего участка. Это значит, что более длинные линии при необходимости могут разделяться.

Исследования, проводимые Unitechnik AG показали, что все эти функции и задачи можно решить с помощью UniCAM главного компьютера. Основные функциональные возможности уже предусмотрены; необходимые дополнения можно без труда интегрировать в существующий главный компьютер. Это значит, что Unitechnik AG будет производить один вид изделия на всех установках.

Можно выделить несколько преимуществ использования лазерной проекции в непрерывном процессе производства, при котором производственный участок может быть меньшим и соответственно уменьшается участок проекции: количество необходимых проекторов меньше, а производимый лазерный луч лучшего качества. Более того, можно производить дополнительные функции (например, проецирование из нескольких позиций для уменьшения теней, использование двух цветов для изображения разных уровней).

Вольфганг Цыплик анализировал перспективы использования новой технологии, к примеру, возможность интенсивного использования обработки изображения в производстве сборных панелей. Современные средства обработки изображения могут быть также использованы для определения позиции опалубки, а также на основе данных САПР можно проверять соответствие размеров и завершённость всех элементов на паллете до проведения бетонирования.



**Fig. 5** View of the working area “shuttering robot”.

Также возможно будет использование установок с контролируемыми камерами, которые уже ранее использовались во многих сферах промышленности.

Можно сделать вывод о том, что представители компании Unitechnik AG считают, что система непрерывной циркуляции паллет является достаточно надежной с технической точки зрения для внедрения и может интегрироваться в программу UniCAM главного компьютера. “Данная система имеет весомые преимущества, а также открывает новые перспективы на будущее”, подытожил Вольфганг Цыплик.

## **Концепция непрерывной циркуляционной системы от компании SAA Engineering GmbH**

Др. Кристиан Ханзер и Роберт Нойбауер из SAA Engineering GmbH выступили с вопросом о “Системе контроля как источнике децентрализованной информации для непрерывного процесса производства”. На протяжении многих лет компания работала в сфере техники средств управления производством сборных элементов и имеет большой опыт в этой области. Для техники средств управления является крайне важным иметь достаточно информации на каждом пункте производства. Это должно обеспечить планирование и поддержку как автоматических процессов, так и ручной работы, которая до сих пор необходима, для соблюдения необходимой продолжительности цикла и скорости производства. Должна иметься возможность модернизации существующей системы в любое время.

Необходимо также учитывать технические ограничения непрерывного производства: скорость ленточного конвейера, размеры контуров, что означает максимальное ожидаемое/доступное время, а также максимальный размер деталей. Кроме того, получение полного объема информации из САПР является условием внедрения концепции новой системы контроля. Переключение со стационарного производства на непрерывный процесс производства означает, что на разных позициях необходимы меньшие объемы информации. SAA Engineering GmbH представила несколько вариантов реализации этого.

Терминалы главного компьютера на каждой рабочей станции ручного управления предоставляют соответствующие схемы паллет и элементов. Таким образом, в любое время можно производить корректировку слоев, а также отображать детали, необходимые на любом из пунктов. Подобный терминал предоставляет визуализацию непрерывного процесса. Его можно также использовать как компонент установки визуализации, чтобы с помощью графики отображать текущие процессы на каждой из рабочих станций. С помощью данного терминала можно также наблюдать за непрерывным производственным процессом: обратная связь от позиционного сигнала обеспечивает непрерывное поступление данных о состоянии. Два дисплея предоставляют возможность удобного обзора: наблюдатель может видеть процессы, протекающие как на текущем, так и следующем участке.

Технологическое проектирование непрерывного производства требует непрерывную загрузку паллет. Также важно смоделировать объем работы за час для каждого участка с алгоритмом загруженности и обеспечить регистрацию реальных данных о затраченном времени и усилиях. Особо важным является генерирование и сортировка информации в соответствии с данными рабочих областей. Возможно понадобится разделение данных в соответствии с установками (плоттер, установка опалубки и т.д.).

Необходимо проведение статистического анализа для оценки производственного процесса, для обеспечения наиболее оптимального использования установок. Для каждой рабочей станции существуют свои требования и варианты. К примеру, для размещения ручной опалубки на каждом участке можно визуализировать список необходимых элементов опалубки. Использование обзора с цветной маркировкой упрощает процесс размещения опалубки. Таким же образом закладные детали могут быть визуализированы, а их расположение проецировано лазерным лучом. На участке армирования арматурные стержни могут отображаться на текущем участке со списком деталей, которые могут быть выделены разными цветами; на паллетах может проецироваться решетчатые балки и дополнительная арматура. По словам Роберта Нойбауера, для планирования поставки материала можно использовать списки с дисплея как для разных установок, так и для сборных элементов (арматурные каркасы, выемки).

В отношении установок, а также системы управления следует отметить следующие пункты:

>> Машины очистки/смазки маслом должны быть отрегулированы в соответствии со скоростью конвейерной установки.

>> Принцип “подвижного отрезного станка” должен учитываться установкой опалубки.

>> Лазерная проекция достигает большей точности благодаря меньшему расстоянию проецирования, а также более четкому изображению, т.к. обрабатывается меньший объем информации.

>> Распределитель бетонной смеси требует координации движения конвейера и темпов разгрузки: должен также порядок подачи бетонной смеси учитываться. Новый механический метод благоприятно скажется на функционировании бетоноукладчика, обеспечив более точное распределение бетона. Др. Ханзер обратился к инженерам-механикам с предложением разработки новых решений по этому вопросу.

>> Смесительная установка должна вовремя доставлять запланированную партию бетонной смеси. Для этой цели главный компьютер может предоставить информацию о точном времени отправки. Необходимо также наличие мобильного транспортного устройства в соответствии с контролируемым разгрузкой.

>> В непрерывном производстве обточка сборных стен требует наличия схемы мобильной токарной системы: здесь также необходим технический опыт из сферы машиностроения. Токарная система подобного типа нуждается в своевременном проведении операций, скоординированном с непрерывным производственным процессом.

Компания SAA Engineering GmbH оказала поддержку новой концепции системы циркуляции паллет. На основе нынешней технологии можно разработать новые идеи; в области проецирования данную технологию можно использовать благодаря возможности уменьшения рабочей зоны.

“Преимуществом данной концепции является возможность постепенной автоматизации производственных установок”, подытожил Др. Ханзер.

## **Заключение и перспективы**

В конце своего выступления Кристиан Прильхофер сказал, что концепция системы непрерывной циркуляции паллет предлагает огромные возможности для производства, которые помогут сэкономить время и пространство и тем самым снизят производственные затраты. Наша компания на протяжении некоторого времени обдумывала данную концепцию, и наши партнеры в области техники средств управления и компьютерных технологий на ранней стадии были привлечены к обсуждению возможности внедрения этой системы.

Все еще нужно проработать некоторые моменты по определенным технологическим операциям: необходимо изучить данный вопрос относительно сферы машиностроения. Все участники данного проекта убеждены, что систему непрерывной циркуляции паллет вполне можно внедрить в практику.