

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ФАБРИКАЦИИ ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА В УСЛОВИЯХ БЕЗЛЮДНОГО ПРОИЗВОДСТВА С ОБСЛУЖИВАНИЕМ РОБОТИЗИРОВАННЫМИ КОМПЛЕКСАМИ – УСТАНОВКИ КАРБОТЕРМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА НИТРИДОВ И СПЕКАНИЯ ТАБЛЕТОК

Морозова Е.А., Сергеев Н.Г., Ряпосов А.В., Шкурин П.А.
(АО «СвердНИИХиммаш», г. Екатеринбург, Россия)

Введение

Производственные роботы широко используются при автоматизации многих трудоемких технологических процессов в различных отраслях промышленности.

Ниже рассмотрены разработанные конструкции печных установок, входящих в модуль фабрики-рефабрикации, позволяющие роботизированному технологическому комплексу (далее – РТК) обеспечивать комплексное обслуживание установок с возможностью переналадки, демонтажа и мелкого ремонта оборудования.

1. Установка синтеза нитридов с установками газоочистки

Установка синтеза нитридов с установками газоочистки предназначена для получения смешанных нитридов методом карботермического синтеза с добавлением углерода и брака нитридной крупки.

Установка включает высокотемпературные печи с вращающимися ретортами, холодильник, узлы пересыпки продукта и установки газоочистки (рис. 1). В установке проводятся карботермический синтез нитридов и удаление остаточного углерода (декарбидизация).

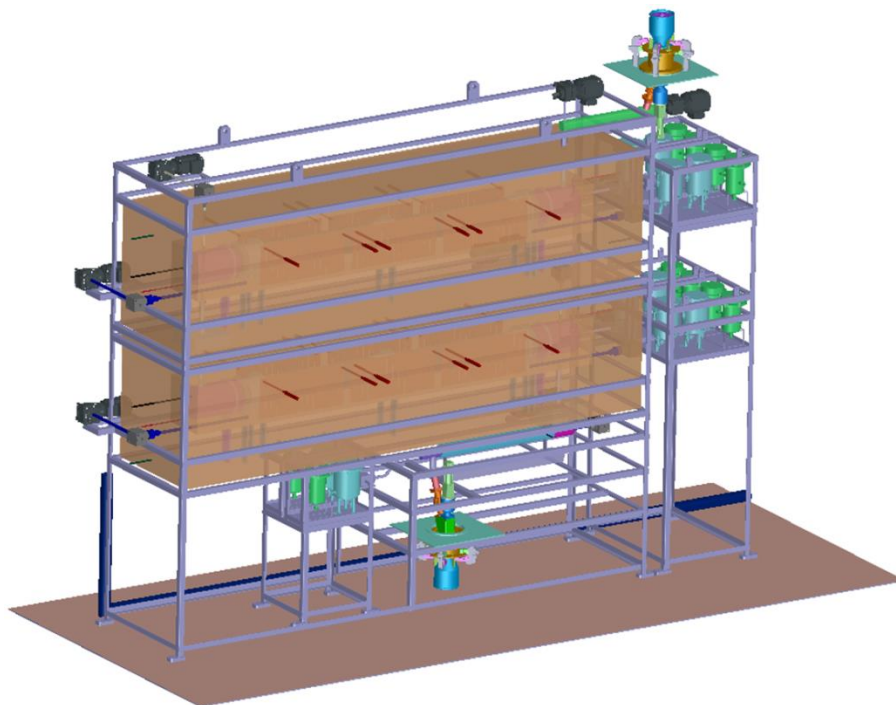


Рис. 1. 3D-модель установки синтеза нитридов с установками газоочистки

Данная установка является непрерывно действующей, разработана как альтернатива садочным печам, применимым в прошлом поколении модулей фабрики-рефабрикации. Применение печей садочного типа характеризуется высокой

удельной энергоемкостью, периодическим режимом работы и большими габаритами размещения в камере. Предлагаемая конструкция установки синтеза нитридов лишена вышеперечисленных недостатков и при габаритных размерах в два раза меньше альтернативных предложений имеет расчетную производительность в два раза больше, при этом потребление электроэнергии снижается в шесть раз. В связи с тем что процесс является непрерывным, снижаются эксплуатационные затраты, повышается качество готового продукта. За счет постоянного вращения реторты (рис. 2) происходит перемешивание гранулята и увеличение площади его контакта с технологическими газами, что обеспечивает интенсификацию процессов массо- и теплообмена, продолжительность синтеза значительно сокращается.

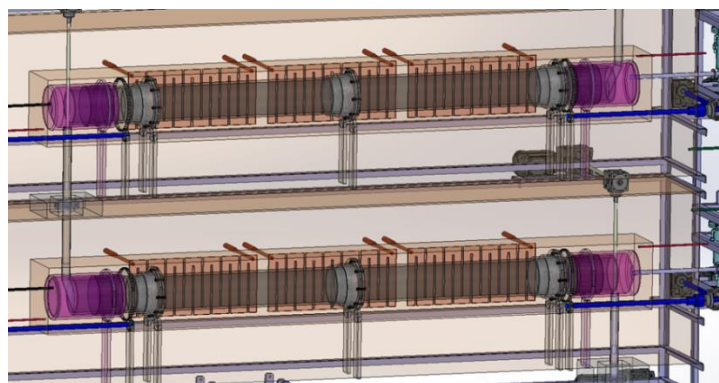


Рис. 2. Реторты печей

В установке предусмотрена возможность замены отдельных элементов конструкции без демонтажа всей установки. Для этого конструкция выполнена в модульном исполнении, а подключение сред выполнено через быстроразъемные соединения.

Внешние корпуса печей синтеза нитридов и декарбидизации представляют собой прямоугольный короб из нержавеющей стали, закрытый крышкой, состоящей из нескольких секций для возможности доступа РТК к отдельным узлам, для обслуживания приводов, КИПиА. Посредством РТК также производится установка контейнера, заполненного исходным гранулятом, на горловину узла беспылевой пересыпки, в том числе замена приемного контейнера с готовым продуктом.

Подключение технологических сред, электропитания и средств КИПиА к установке синтеза нитридов выполняется при помощи РТК. На панели производственный робот отсоединяет быстроразъемные соединения, форма которых выполнена под руку производственного робота. Технологические панели и все механизированные узлы выведены на одну сторону установки. Таким образом, данное решение позволяет уменьшить пространство для проведения обслуживающих и ремонтных операций.

Модульность конструкции установки при необходимости позволяет РТК осуществлять снятие креплений, отсоединение отдельных блоков установки и повторение операций в обратном режиме.

Установка синтеза нитридов с управлением с помощью РТК является новым оборудованием для получения нитридного топлива в ограниченном пространстве камер с оптимизацией капитальных и эксплуатационных расходов.

2. Установка спекания таблеток с установками газоочистки

Установка спекания таблеток с установками газоочистки, непрерывно-действующая, предназначена для спекания прессованных таблеток из смешанных

нитридов или смешанных оксидов в атмосфере защитных (инертных, восстановительных) газов. Удаление связки (пластификатора) и спекание прессованных таблеток проводится в лодочках из вольфрама. Установка содержит также устройства для перегрузки лодочек. В отличие от проходных печей-аналогов (толкательных и с шагающим подом) данная конструкция установки с вертикально размещенными печами позволяет осуществлять процессы удаления связки и спекания в разных печах, при этом габаритные размеры установки сокращаются.

Вертикальная печь спекания таблеток с герметичным муфелем позволяет не только сократить габариты, но и кардинально уменьшить объем загрязнения продуктом, поскольку продукт размещается внутри муфеля печи, а зона нагревателей и футеровки остается в чистой зоне. За счет своей компактности такая установка решает проблемы, связанные с обращением с высокоактивными радиоактивными отходами на стадиях ремонта оборудования и вывода его из эксплуатации.

Печи удаления связки и спекания устанавливаются на отдельные рамные конструкции из нержавеющей стали, к которым снизу крепятся соответственно устройства разгрузочное и загрузочное (рис. 3). Сверху на обе рамы крепится устройство перегрузочное, имеющее возможность перемещения на отдельный ложемент при эвакуации на рамной конструкции одной из печей. При необходимости это позволяет производственному роботу в составе РТК осуществлять отсоединение элементов, снятие креплений, отсоединение блоков установки и повторение операций в обратном режиме.



Рис. 3. 3D-модель установки спекания таблеток с установками газоочистки

На установке предусмотрен принцип модульности для съема отдельных ее частей. Отдельно с установки для ремонта и осмотра могут сниматься все устройства и корпуса печей. Все составные части установки связаны быстроразъемными и герметичными соединениями с держателями под РТК. Данное решение распространяется на подключение основных трубопроводов, технологических сред, электрокабелей и средств контроля. Таким образом, установка спекания таблеток данной конструкции может

находиться в полностью безлюдном помещении и управляться без присутствия человека.

Стояки охлаждения печей (напорный и сливной) выполнены вертикальными, закреплены к корпусам печей. При эвакуации печи нет необходимости в отсоединении трубопроводов от стояков к секциям охлаждения печей, поскольку стояки удаляются вместе с печью. Для подсоединения вертикальных стояков к трубам подачи и отвода охлаждающей воды имеются быстроразъемные соединения, подключаемые с помощью прижимов посредством РТК.

Производственный робот в составе РТК осуществляет загрузку и разгрузку установки. Захватом РТК лодочка подаются в загрузочное устройство, предназначенное для автоматической подачи лодочек в печь удаления связки (рис. 4). После прохождения лодочки через печь удаления связки она попадает через перегрузочное устройство (рис. 5) в печь спекания, после чего – в разгрузочное устройство, аналогичное по конструкции загрузочному устройству, откуда также посредством РТК лодочки выдаются с установки на последующие переделы.

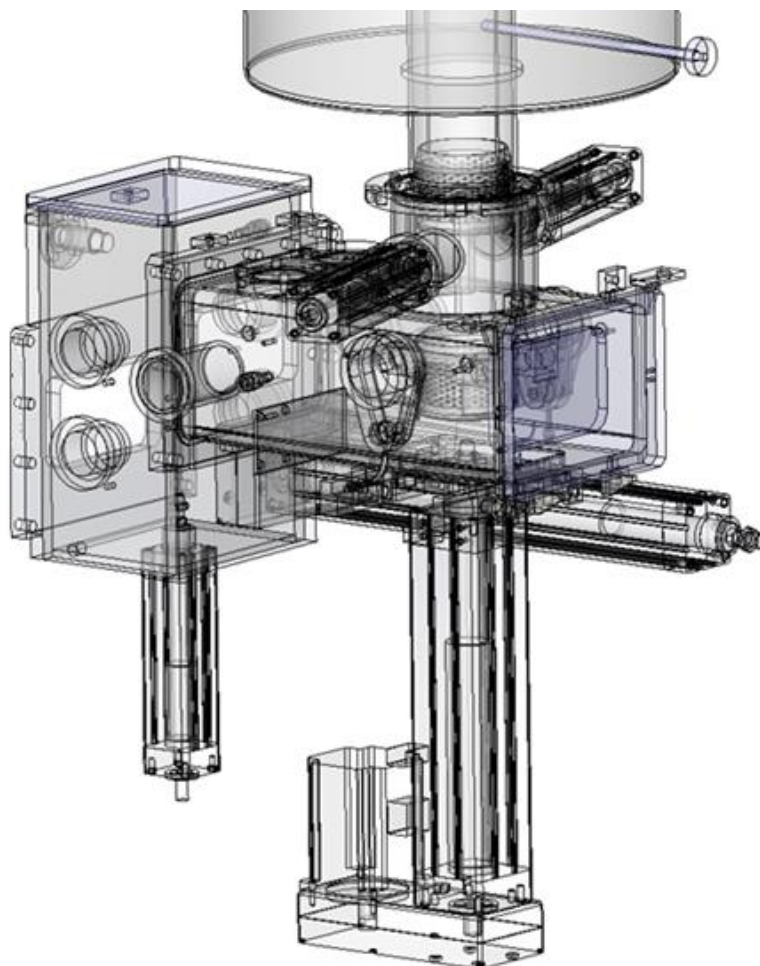


Рис. 4. Устройство загрузочное

Токовводы нагревателей, выведенные на корпус печи, все датчики и электроразъемы механизмов установки подсоединяются через быстроразъемные соединители и имеют возможность отсоединения с помощью РТК. Для этого на рамах элементов конструкции предусмотрены технологические панели.

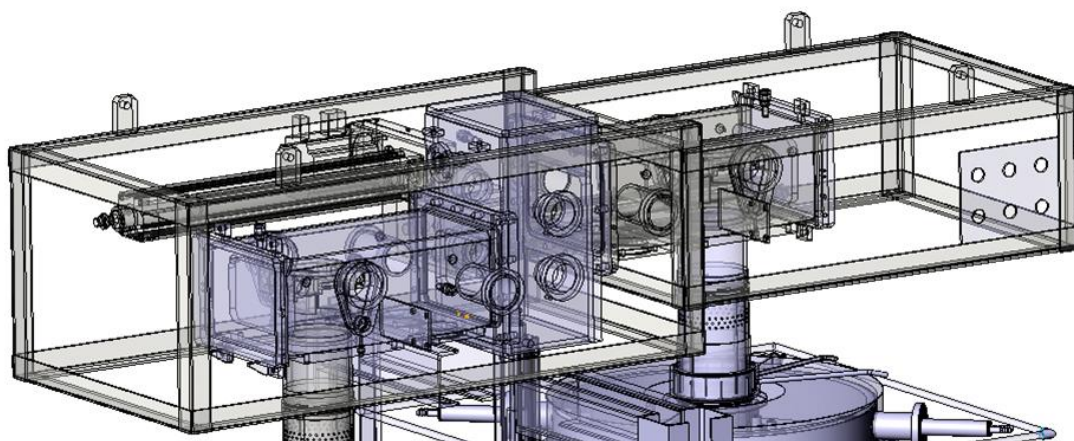


Рис. 5. Устройство перегрузочное

На установке спекания предусмотрено переключение с одной цепочки аппаратов газоочистки на резервную и наоборот для каждой печи. При выходе одного из контролируемых параметров (температура отходящих газов, перепад давления) за допустимые пределы отработавшую цепочку аппаратов отключают с помощью РТК от коммуникаций и направляют на обслуживание.

Таким образом, производственный робот в составе РТК осуществляет отсоединение и подсоединение элементов к установке, снятие креплений от фундамента, отсоединение блоков установки и повторение операций в обратном порядке.

Заключение

В настоящий момент во всем мире продолжается активное внедрение гибких автоматических (и автоматизированных) производств, что требует разработки новых конструкций под обслуживание производственными роботами. С этой целью разработаны конструкции установок синтеза нитридов и спекания таблеток, описанных выше.

В конструкциях установок подключение технологических сред, электропитания и средств КИПиА выполняется при помощи быстросъемных соединений посредством РТК. Технологические панели и все механизированные узлы выведены на одну сторону. Таким образом, снижается площадь занимаемого пространства для проведения обслуживающих и ремонтных операций, следовательно, уменьшается общая площадь, занимаемая установкой.

Производственные роботы в составе РТК выполняют операции загрузки и разгрузки установок в соответствии с заданным технологическим процессом. При этом установки обладают уникальными техническими характеристиками, не имеющими аналогов в мире.

Внедрение РТК исключает ошибки рабочего персонала, позволяет выполнять операции по смене оборудования и проведению короткого ремонта более точно и выверенно, так как все функции по обслуживанию средствами РТК запрограммированы в системе управления.