

МОДЕЛИРОВАНИЕ СЕТЯМИ ПЕТРИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ШИХТЫ

М.П. МАСЛАКОВ

ГОУ ВПО «Северо-Кавказский горно-металлургический институт», г. Владикавказ

Ключевые слова и фразы: бункер запаса; материальный поток; сети Петри; шихта.

Аннотация: Рассмотрены вопросы автоматизации управления заготовительным комплексом предприятий стекольной промышленности и дозирочно-смесительным комплексом в единую автоматизированную систему управления технологическим процессом (АСУ ТП) приготовления шихты.

Предложена структурная схема единой системы управления технологическим процессом приготовления шихты. На её основе создана и промоделирована модель на сетях Петри единой автоматизированной системы управления технологическим процессом приготовления шихты.

Сети Петри представляют собой графическое и математическое средство моделирования, применимое к системам самых различных типов. Они представляют собой перспективный инструмент описания и исследования мультипрограммных, асинхронных, распределённых, параллельных, детерминированных и стохастических систем во всех отраслях жизнедеятельности и промышленности. Сети Петри являются примером семантических сетей, представленных разновидностью ориентированных графов и предназначенных для моделирования динамических свойств различных систем (систем отношений между людьми, последовательностей действий при выполнении какой-либо работы и т.д.).

При производстве стекла особо важную роль играет однородность и состав пригото-

вленной шихты, от них в основном зависит качество готовой продукции.

Приготовление стекольной шихты можно разделить на три этапа:

- заготовка сырьевых материалов;
- дозирование обработанных сырьевых материалов (ОСМ);
- смешивание ОСМ.

На сегодняшний день не существует единой (комплексной) автоматизированной системы управления, которая объединяла бы все три этапа приготовления шихты.

Рассмотрим АСУ ТП приготовления шихты на примере ОАО «Иристонстекло» города Владикавказ. Систему управления технологического процесса приготовления шихты можно представить в виде структурной схемы, изображённой на рис. 1.

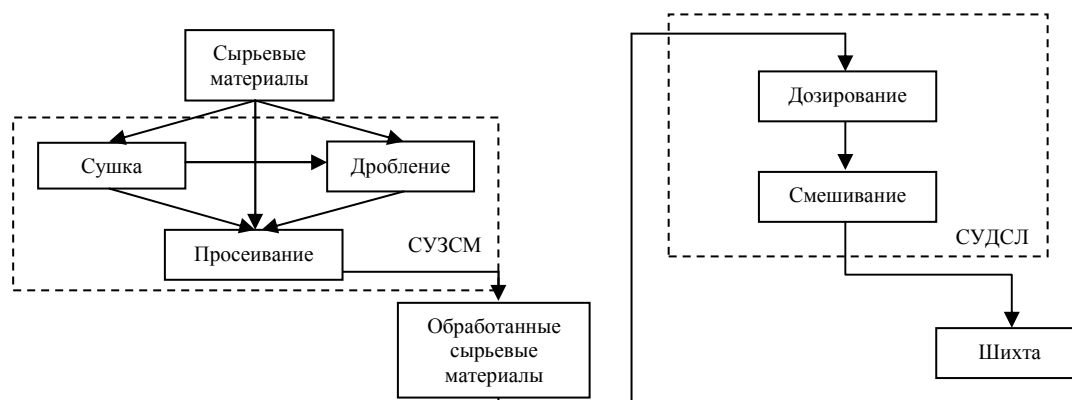


Рис. 1. Структурная схема системы управления приготовлением шихты

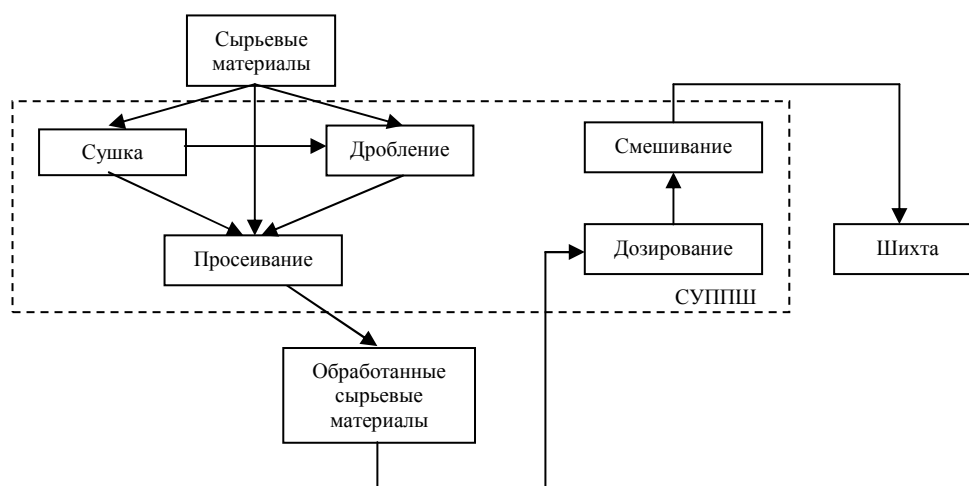


Рис. 2. Структурная схема единой АСУ ТП приготовлением шихты

Из данной схемы видно, что заготовка сырьевых материалов (ЗСМ) и дозирование/смешивание (ДСЛ) осуществляется независимо друг от друга. Две отдельные системы управления, нет единого информационного центра, нет общих контролируемых параметров, синхронизация между системами управления не осуществляется. Единственное что их объединяет – это материальный поток (обработанные сырьевые материалы, необходимые для приготовления шихты), т.е. заготовленный материал на этапе ЗСМ, далее используется на этапе дозирования/смешивания. В связи с этим, все аварийные ситуации, неполадки в оборудовании, сбой в работе программы управления в одной системе никак не влияют на работу другой системы. Это влечёт за собой простои оборудования, слёживание обработанных сырьевых материалов (ОСМ), аварийные ситуации, приготовление некачественной шихты. Объединение всех этапов в единую АСУ ТП приготовления шихты решает эти проблемы. Структурная схема такой АСУ ТП представлена на рис. 2.

Эта АСУ ТП решает проблемы синхронизации работы всех этапов приготовления шихты, сокращает простои и аварийные ситуации в процессе работы линии, появляются общие контролируемые параметры, влияющие на ход процесса приготовления шихты. Таким образом, возникает возможность построения модели на сетях Петри единой АСУ ТП приготовления шихты. При построении данной модели структурную схему единой АСУ ТП приготовления шихты представим в виде графа (рис. 3).

Каждое состояние – этап приготовления шихты подразделяется на процессы, следовательно, строим динамическую систему, описывающую взаимосвязь этапов (процессов) приготовления шихты (рис. 4).

Здесь выделены сопряжённые состояния, которые индуцируют включение соответствующего процесса на каждом этапе приготовления шихты. На основе использования графовой модели и динамической системы строится модель на сетях Петри, так как сети Петри – это интеграция графа и дискретной динамической системы и удобный инструмент для моделирования параллельных процессов [1]. А таковых на этапе заготовки ГСМ имеется много. Рассмотрим процессы заготовки ГСМ на примере Стекольного завода ОАО «Иристонстекло» г. Владикавказ.

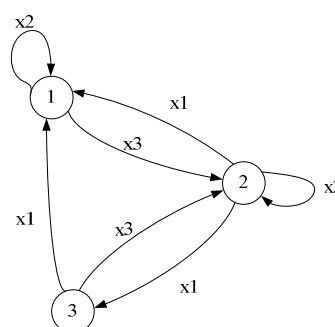


Рис. 3. Графовая модель системы управления процессом приготовления шихты:

где 1, 2, 3 – состояния системы (заготовка, дозирование и смешивание соответственно); x_1 – x_3 – входные данные, работы над которыми возможно начать по завершению одного события и необходимо выполнить до совершения следующего

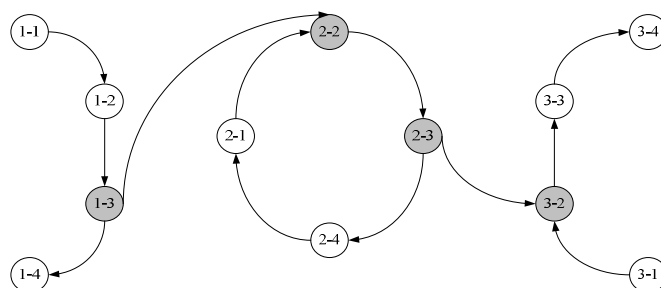


Рис. 4. Взаимодействие элементов системы через сопряжённые состояния

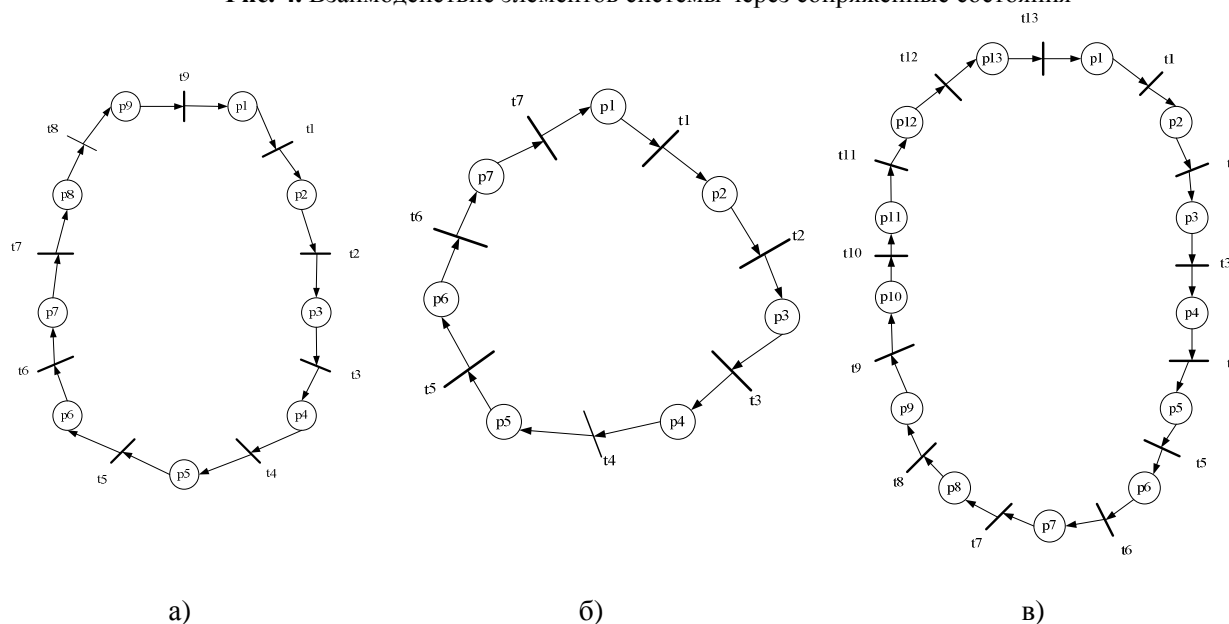


Рис. 5. Модели на сетях Петри для заготовки сырьевых материалов:

а) – для песка, глинозёма, селитры, сульфатно-содовой смеси, мела; б) – для соды; в) – для доломита

Шихту здесь готовят, используя смесь из семи сырьевых материалов: песок, глинозём, сода, доломит, селитра, сульфатно-содовая смесь, мел. Соответственно заготовка этих материалов осуществляется здесь же. Модели на сетях Петри для заготовки каждого сырьевого материала представлены на рис. 5.

Все эти процессы асинхронные, единственное, что их объединяет – они влияют на 2 этап приготовления шихты (дозирование), а точнее на наполняемость бункеров ГСМ, из которых происходит дозирование СМ, и на химический состав и гранулометрию ГСМ.

Для построения общей модели ЗСМ, выделим сопряжённые позиции в каждой модели, представленной на рис. 5. В модели а) это позиция p9, в б) – это p7, а в в) – это p13. Теперь можно объединить все процессы заготовки сырьевых материалов в общую модель заготовки (рис. 6).

Теперь контроль и управление заготовкой можно будет осуществлять, имея модель заготовительного комплекса приготовления шихты (рис. 6).

Далее, объединив модель заготовки с моделью дозирования/смешивания, получаем модель единой АСУ ТП приготовления шихты, которая позволит контролировать и управлять всеми этапами и их процессами приготовления шихты, сократит простои оборудования, уменьшит брак и аварийные ситуации из-за несогласованности систем управления различных этапов.

Модель такой СУ технологическим процессом приготовления шихты представлена на рис. 7 (разработана в программе VisualPetri, которая смоделировала технологический процесс приготовления шихты от заготовки до складирования готовой шихты в бункер запаса).

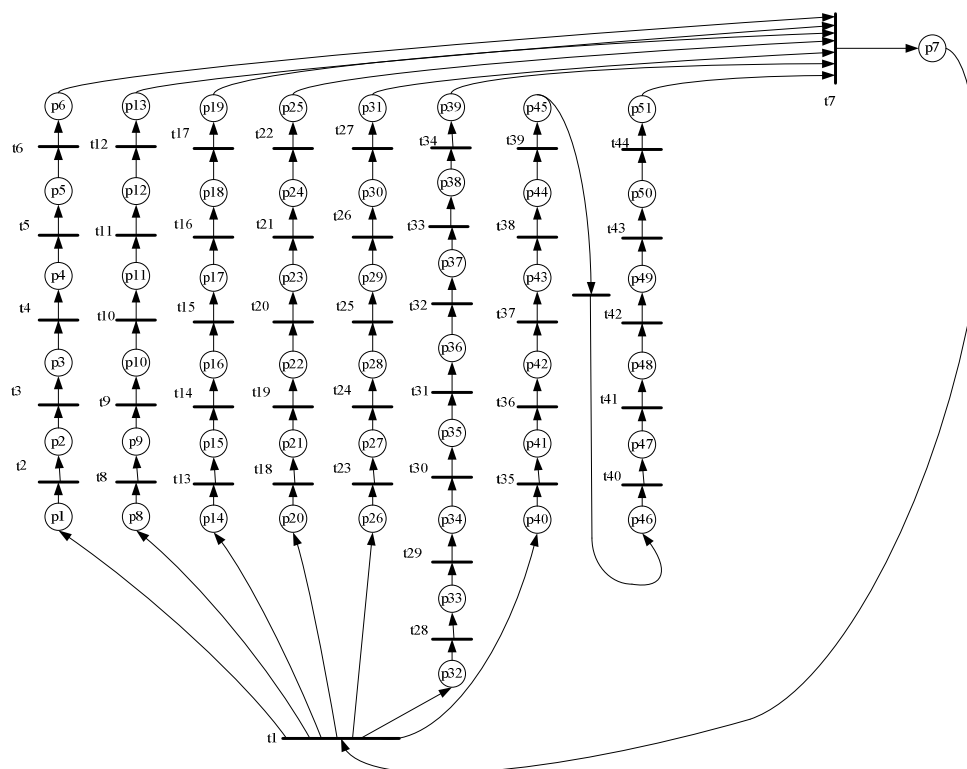


Рис. 6. Модель на сетях Петри всех процессов заготовки ГСМ при производстве шихты

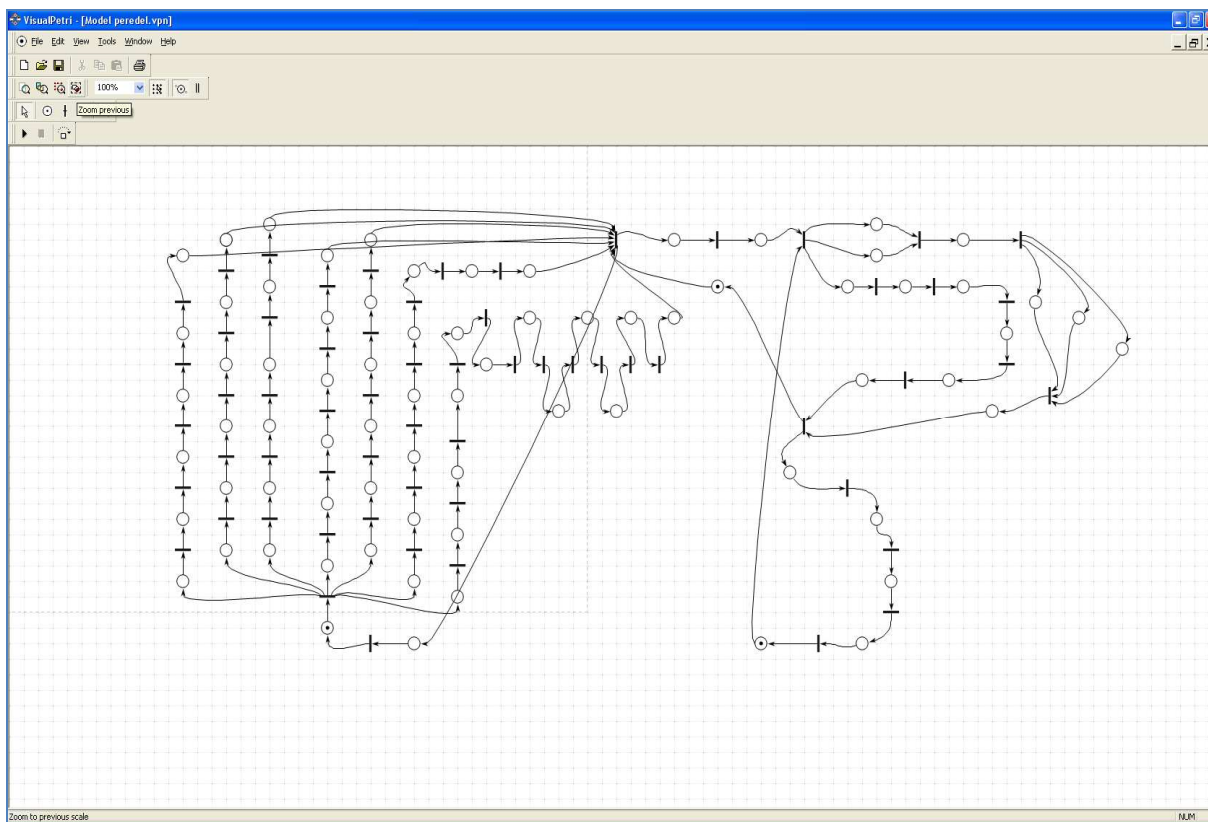


Рис. 7. Модель технологического процесса приготовления шихты от заготовки до складирования

При моделировании данной сети были получены следующие данные:

- сеть ограниченная – 3;
- безопасная;
- живая;
- обратимая;
- правильная;
- класс сети – автомат;
- пассивных переходов нет.

Это свидетельствует о том, что разработанная модель технологического процесса приготовления шихты, объединившая все три этапа (заготовка, дозирование и смешивание ГСМ),

является пригодной для проектирования единой АСУ ТП приготовления шихты.

Литература

1. Лескин, А.А. Сети Петри в моделировании и управлении Ленинград «Наука» / А.А. Лескин, П.А. Мальцев, А.М. Спиридонов, 1989. – 135 с.

2. Кофман, А. Введение в прикладную комбинаторику / А. Кофман. – М. : Изд. «Наука», 1975. – 481 с.

Modeling Petri Networks for Batch Mixing Manufacturing Processes

M.P. Maslakov

Northern Caucasian Ore and Smelting Institute, Vladikavkaz

Key words and phrases: silo stock; material flow; Petri network model; charge.

Abstract: The paper studies the matters of control automation of procuring complex of glass industry enterprises and measuring mixing complex into single ACS for batch mixing manufacturing processes. The structural scheme of single system of control over batch mixing is proposed. On its basis the Petri network model for single automated control system for is created batch mixing manufacturing process is created.

© М.П. Маслаков, 2010

