

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ СИЛИКАТНЫХ ИЗДЕЛИЙ ДЛЯ ПОИСКА ПУТЕЙ ЭКОНОМИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ¹

В.Г. Маслаков, А.Н. Кунец, Е.А. Якимов

Аннотация. В статье представлена технология проектирования имитационной модели производства силикатных изделий с использованием IDEF0-диаграмм и визуальных средств построения программы модели.

Ключевые слова: имитационная модель, силикатные изделия, энергетические ресурсы, IDEF0-диаграммы, BPWin 4.1, визуальные средства, Microsoft Visual Studio .NET 2008.

1. ВВЕДЕНИЕ

В производстве силикатных изделий качество выпускаемой продукции напрямую зависит от используемого сырья, технологии изготовления и оборудования на предприятии. Для организации производства основные энергетические затраты связаны с выработкой и потреблением пара, который расходуется на работу автоклавов, для подогрева шлама и смазки, подогрева камер вызревания. Энергозатратным процессом является и выработка воздуха, который расходуется на работу пневмокамерных насосов, пневмораспределителей, для аэрации гомогенизаторов, продувки фильтров, поддува бункеров цемента.

Для поиска путей повышения качества продукции, экономии топливно-энергетических ресурсов ставится задача построения имитационной модели (ИМ) производственной деятельности ЗАО «Могилевский КСИ» [1]. При этом для разработки программы имитационной модели используются IDEF0-диаграммы, полученные с применением CASE-пакета BPWin 4.1 на этапе построения вербальной и концептуальной модели [2].

2. ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ СИЛИКАТНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Блоки стеновые и плиты теплоизоляционные из ячеистых бетонов изготавливаются методом формования смеси размолотой извести, кварцевого песка, цемента, воды и алюминиевой пудры с последующей автоклавной обработкой.

Декомпозиция процесса «Организовать производство МКСИ» представлена процессами на рисунке 1, включает процессы складирования материальных ресурсов, подготовки компонентов для изготовления силикатных изделий и производство продукции.

Известь поступает в крытую эстакаду склада в саморазгружающихся вагонах бункерного типа с разгрузкой гравитационным способом в приемный бункер. Из приемных бункеров известь ленточным конвейером транспортируется на хранение в специально оборудованные силоса. В качестве кремнеземистого компонента для приготовления из-

¹ Работа выполнена по проекту Ф09М-171 при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований

вестково-песчаного вяжущего и песчаного шлама применяется песок с содержанием кварца (несвязанной SiO) не менее 70%.

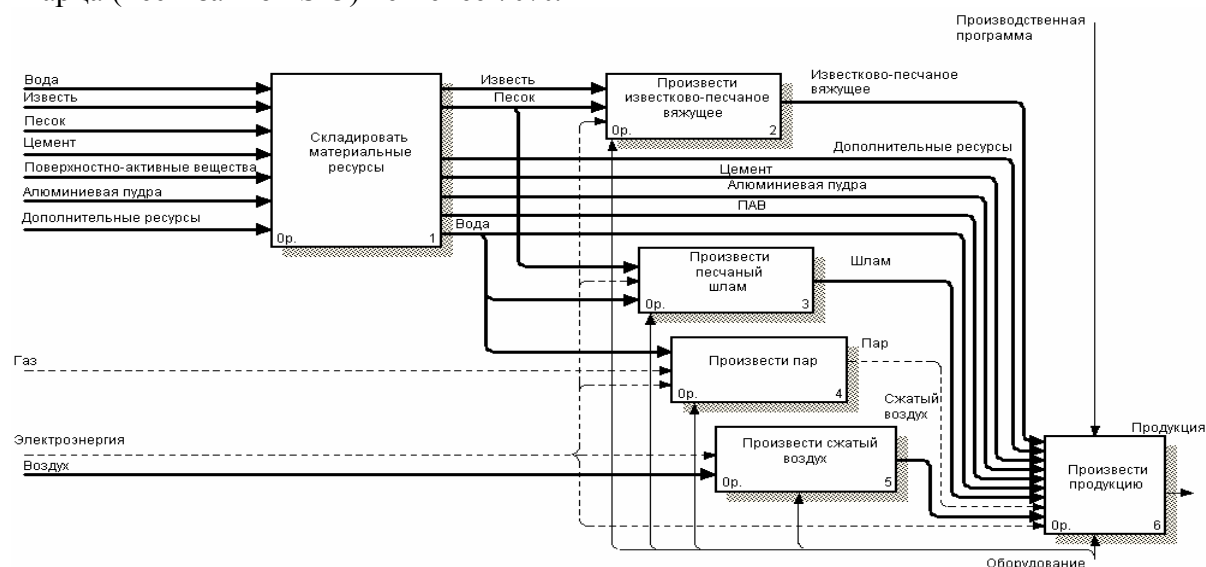


Рис. 1. Декомпозиция процесса «Организовать производство МКСИ»

Для производства изделий из ячеистого и плотного бетона, цементно-песчаных растворов, бетонных смесей используется портландцемент М 400, М 500, сроки схватывания не ранее 1,5 час. и не позднее 10 час., удельная поверхность не менее 3200см²/г, содержание SO₃ по массе 1,5–3,5%. Необходимо также произвести пар, используемый на стадии автоклавной обработки.

Производство блоков стеновых и плит теплоизоляционных осуществляется в следующей последовательности технологических операций:

1. Доставка, выгрузка, транспортирование, хранение и помол сырья.
2. Приготовление алюминиевой суспензии.
3. Приготовление смазки.
4. Подготовка оснастки.
5. Приготовление формовочной смеси и формование изделий.
6. Механизованная резка.
7. Автоклавная обработка.
8. Расформовка и вывоз готовой продукции на склад.

3. ПОСТРОЕНИЕ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

При построении имитационной модели исследуемый объект представлен последовательностью процессов, происходящих в нем, и их логико-алгоритмическим взаимодействием. При визуальном представлении каждый процесс описывается отдельным компонентом с набором входных и выходных каналов. При создании модели задается текстовое описание канала и его идентификатор, с помощью которого можно обращаться к каналу из кода, реализующего логику компонента. Входы и выходы компонента впоследствии могут быть соединены с помощью средств графического интерфейса [3].

В соответствии с технологией построения имитационных моделей на основе IDEF0-диаграмм [4] определены основные классы имитационной модели (см. рисунок 2). Ниже представлены атрибуты и методы класса Дозировка, предназначенного для имитации дозировки основных компонентов.

Атрибуты класса Дозировка: `_TimeStart` – время первоначального запуска объектов модели при инициализации; `count_forms` – количество форм, которые участвуют в имитации технологической линии; `forms` – список доступных для дозировки форм; `gr[]` – массив, содержащий значения потребляемой мощности; `PROM_NASOS` – величина потребляемой мощности насосом промывочной мешалки; `PROM_VAL` – величина потребляемой мощности валом промывочной мешалки; `PSB` – величина потребляемой мощности валом первичного шлам-бассейна; `VSB` – величина потребляемой мощности валом вторичного шлам-бассейна; `SHNEK_BC` – величина потребляемой мощности шнеком бункера цемента; `SHNEK_BV` – величина потребляемой мощности шнеком бункера вяжущего; `T_DOZ` – время дозировки; `T_PEREM` – время перемещения мешалки к необходимой форме; `T_VYGR_MESH` – время выгрузки компонентов в мешалку для дозировки; `T_VYGR_FORM` – время выгрузки компонентов из мешалки в форму; `VGBM_VAL` – величина потребляемой мощности валом ВГБМ.

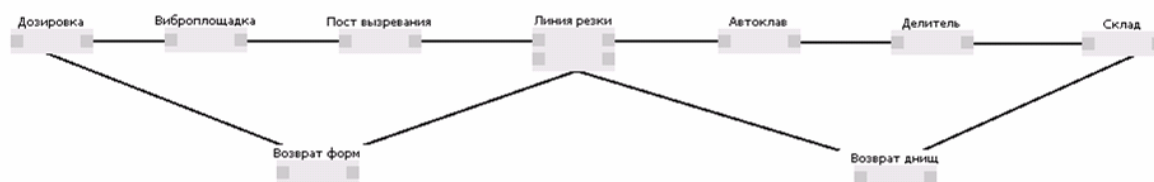


Рис. 2. Основные классы, используемые в структуре имитационной модели

Методы класса Дозировка: `ComponentInit` – необходим для определения времени первого запуска данной операции, а также для первоначальной инициализации переменных и массивов; `Dosage` – для имитации процесса дозировки; `LoadingMixer` – для имитации процесса загрузки ВГБМ; `MoveMixer` – для имитации процесса перемещения ВГБМ; `LoadingForm` – для имитации процесса выгрузки отдозированных компонентов в форму; `GetEntities` необходим для передачи списка форм, прошедших дозировку, на следующую операцию.

Имитационная модель строится с помощью компонентов (см. рисунок 2), которые представляют собой процессы или объекты. Описание модели начинается с формализации всех объектов и описания их в программном коде на языке C#. Имеется возможность сохранять шаблоны объектов и использовать их с различными параметрами. Визуальное составление модели выполняется в окне Designer Board. С помощью кнопки Add Activity добавляются элементы в модель. Окно Activity Setup содержит следующие вкладки: I/O с указанием имен входов и выходов, Parameters с указанием изменяемых параметров, Code с описанием программного кода.

Для тестирования модели перед проектированием логики компонентов определяются органы управления, в которых будут задаваться значения параметров компонентов и в которые будут выводиться результаты работы компонентов. Для этого используется специальное окно, называемое консолью. Консоль представляет собой произвольный набор вкладок, на которых пользователь может разместить такие элементы управления, как поле ввода, нередактируемый элемент для отображения текста и график.

Имитационная модель спроектирована для решения, в первую очередь, задачи поиска путей экономии электроэнергии (см. рисунок 3). Результаты тестирования модели проверены на действующем производстве Могилевского комбината силикатных изделий.

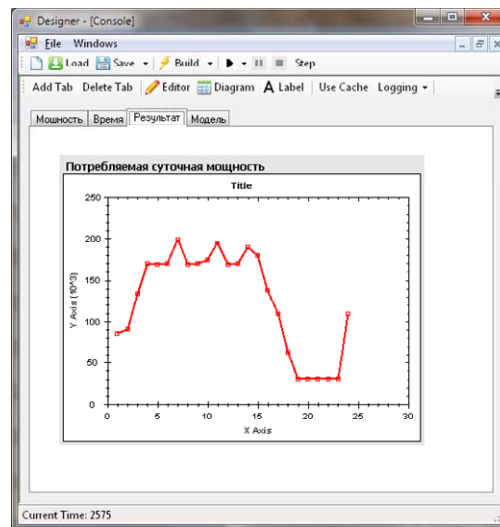


Рис. 3. Форма Console, закладка “Результат”. График потребляемой мощности за сутки

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленная технология разработки имитационной модели производства силикатных изделий использует IDEF0-диаграммы и визуальные средства построения программы модели. В ходе эксплуатации модели предоставляется возможность ее доопределения с учетом принимаемых решений.

Литература

1. **Якимов, Е. А.** Технология разработки имитационной модели производства силикатных изделий на ЗАО «МКСИ» / Е. А. Якимов, А. В. Авласович, А. Н. Кунец // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии: материалы междунар. науч.-техн. конф. : В 3 ч.; редкол. : И.С. Сазонов (гл. ред.) [и др.]. (Могилев, 16-17 апреля 2009 г.). – Могилев : Бел.-Рос. ун-т, 2009. – Ч. 3. – С. 44.
2. **Альховик, С. А.** Технология построения имитационных моделей на основе IDEF0-диаграмм / С. А. Альховик, А. И. Якимов, Р. В. Петров // Математика программных систем: межвуз. сб. науч. ст. / Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2008. – С. 4–11.
3. **Маслаков, В. Г.** Технология создания визуальных средств имитационного моделирования / В. Г. Маслаков; науч. рук.: А. И. Якимов, К. В. Захарченко // 46-я студенческая научно-техническая конференция Белорусско-Российского университета: материалы конф., редкол.: И. С. Сазонов (гл. ред.) [и др.]; 27 мая 2010 г. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2010. – С. 142.
4. **Кунец, А. Н.** Моделирование производства силикатных изделий для экономии топливно-энергетических ресурсов / А. Н. Кунец, Е. А. Якимов // Студенческая наука – региону: материалы обл. студ. науч. конф., 26 мая 2010 г. ; редкол. : И. С. Сазонов (гл. ред.) [и др.]. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2010. – С. 28–29.

Маслаков Владислав Геннадьевич

Студент электротехнического факультета
Белорусско-Российский университет, г. Могилев
Тел.: +375(222) 25-24-47
E-mail: dreamer.mas@gmail.com

Кунец Александр Николаевич

Выпускник электротехнического факультета
Белорусско-Российский университет, г. Могилев
Тел.: +375(033)625-65-06
E-mail: kunec2@mail.ru

Якимов Евгений Анатольевич

Аспирант кафедры Автоматизированные системы управления
Белорусско-Российский университет, г. Могилев
Тел.: +375(222) 25-24-47
E-mail: e-soft@bk.ru