

УДК: 681.5, 519.86

# РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ ШНЕКОВЫМ ДОЗАТОРОМ ДОЗИРОВОЧНО- СМЕСИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ПРИГОТОВЛЕНИЯ ШИХТЫ

КУЛАКОВА СВЕТЛАНА ВИКТОРОВНА

магистр

ФГБОУ ВО «Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный  
технологический университет)»

МАСЛАКОВ МАКСИМ ПЕТРОВИЧ

к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный  
технологический университет)»

**Аннотация:** В данной работе представлен разработанный алгоритм управления шнековым дозатором, являющимся частью дозирочно-смесительного комплекса приготовления шихты. Для разработки алгоритма управления была предварительно разработана управляющая модель на модифицированных сетях Петри и произведено её моделирование. Результаты моделирования послужили основой для разработки эффективного алгоритма управления шнековым дозатором, который может быть использован при создании систем управления дозирочно-смесительными комплексами приготовления шихты.  
**Ключевые слова:** шнековый дозатор, управляющая модель, модифицированная сеть Петри, алгоритм управления дозатором, дозирочно-смесительный комплекс.

## DEVELOPMENT OF THE CONTROL ALGORITHM OF THE SCREW BATCHER OF THE DOSING AND MIXING COMPLEX BATCH PREPARATION

Maslakov Maksim Petrovich,  
Kulakova Svetlana Viktorovna

**Abstract:** In this paper, we present a developed algorithm for controlling the screw feeder, which is part of the batching and mixing complex for the preparation of batch. To develop the control algorithm, a control model on modified Petri nets was preliminarily developed and its simulation was performed. The results of the simulation served as the basis for the development of an effective algorithm for controlling the auger doser, which can be used to create control systems for the batching and mixing complexes for the preparation of charge.  
**Key words:** screw dispenser, control model, modified Petri net, dispatch control algorithm, dosing and mixing complex.

Шнековые дозаторы являются разновидностью весовых дозаторов и предназначены для автоматического взвешивания и дозирования сыпучих продуктов, гранул, порошков. Главной характеристикой

любого дозатора является точность, ведь именно от точности дозирования зависит качество выпускаемой продукции и уровень затрат на её производство. Используются дозаторы в различных отраслях промышленности, в частности, в данной работе представлено описание шнековых дозаторов, используемых при приготовлении стекольной шихты и являющихся частью дозирочно-смесительного комплекса (ДСК) [1, 2].

В настоящее время существует множество ДСК, с различной структурой, управлением и степенью автоматизации, равно, как и количество реализуемых этими ДСК технологических регламентов. В качестве примера, была взята ДСК приготовления стекольной шихты участка №2 ОАО «Иристонстекло», г. Владикавказ. Структурная схема ДСК приготовления стекольной шихты участка №2 представлена на рисунке 1.

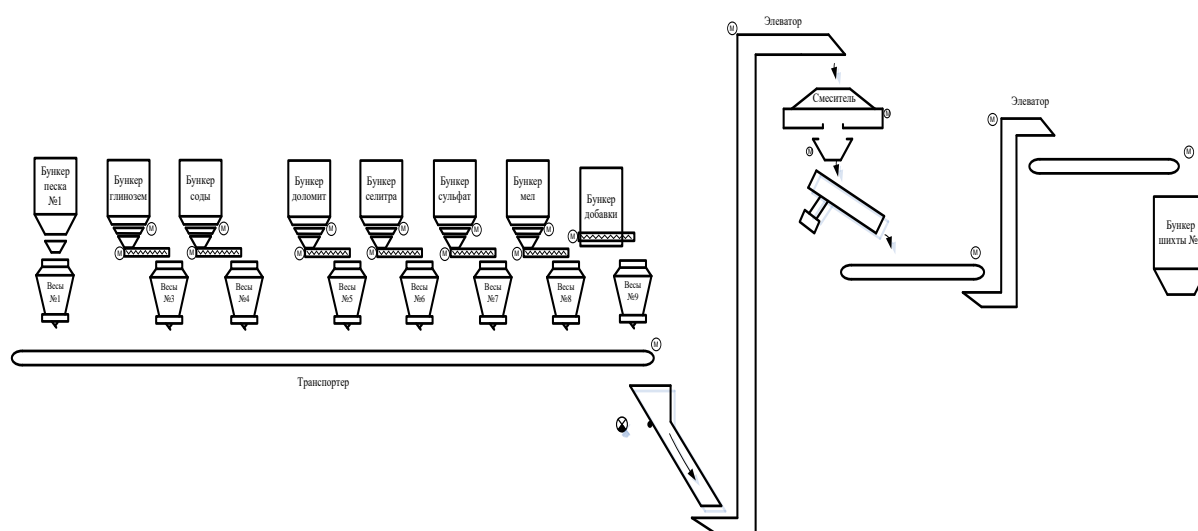


Рис. 1. Структурная схема ДСК участка №2 ОАО «Иристонстекло», г. Владикавказ

ДСК участка №2 состоит из различных дозаторов сырьевых материалов, как непрерывного действия, так и шнековых и участка смешивания материалов. Дозирование реализуется в соответствии с заданными рецептом на состав стекольной шихты и технологическим регламентом (технология очередности функционирования дозаторов, обеспечивающая предварительное смешивание материалов в процессе их транспортировки). Участок смешивания включает в себя транспортеры, элеваторы, смеситель, вибробункер и вибропитатель (в рамках данной работы не рассматриваются).

Представленный ДСК – это очень сложный технологический объект как по размерам, габаритам и количеству задействованного оборудования, так и с точки зрения возможности автоматизации. Эффективность функционирования ДСК зависит от эффективного управления каждым агрегатом, входящим в его структуру. Далее будем рассматривать шнековые дозаторы, как основной вид дозаторов в данной ДСК.

Для разработки алгоритма управления шнековым дозатором (ШД) предварительно потребовалось разработать его управляющую модель на основе модифицированных сетей Петри [3,4], и описания основных его агрегатов, узлов, их состояний и реализуемых операций.

Внешний вид шнекового дозатора представлен на рисунке 2.

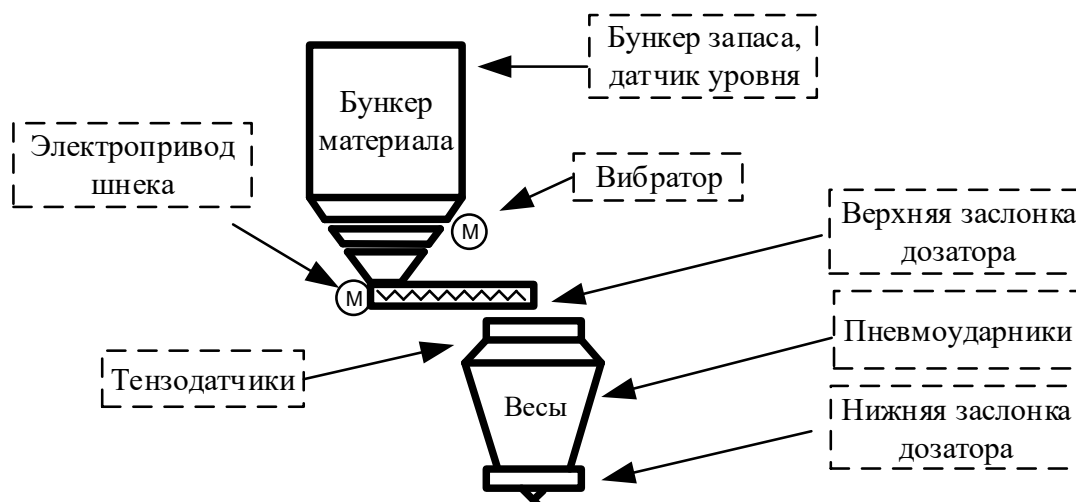


Рис. 2. Внешний вид шнекового дозатора

ШД, в целом, состоит из семь агрегатов (узлов): датчик уровня; вибратор; тензодатчики; электропривод; верхняя заслонка дозатора (ВЗД); пневмоударники; нижняя заслонка дозатора (НЗД).

Для каждого агрегата (узла) были определены следующие состояния (табл. 1).

Таблица 1

Состояния агрегатов (узлов) шнекового дозатора

№	Наименование	Состояние	№ состояния
1.	Датчик уровня	Уровень максимальный	1
		Переход к нижнему уровню	2
		Уровень минимальный	3
		Переход к верхнему уровню	4
2.	Вибратор	Вибратор выключен	5
		Включение вибратора	6
		Вибратор включен	7
		Выключение вибратора	8
3.	Тензодатчики	Дозатор пуст	9
		Наполнение дозатора	10
		Дозатор полон на 90%	11
		Дозатор полон	12
		Дозатор опорожняется	13
4.	Электропривод	Электропривод выключен	14
		Включение электропривода (быстрая загрузка)	15
		Электропривод включен (БЗ)	16
		Включение электропривода (медленная загрузка)	17
		Привод включен (МЗ)	18
		Выключение электропривода	19
5.	Верхняя заслонка дозатора	Верхняя заслонка закрыта	20
		Открытие верхней заслонки	21
		Верхняя заслонка открыта	22
		Закрытие верхней заслонки	23
6.	Пневмоударники	Пневмоударник выключен	24
		Включение пневмоударника	25
		Пневмоударник включен	26
		Выключение пневмоударника	27
7.	Нижняя заслонка дозатора	Нижняя заслонка закрыта	28
		Открытие нижней заслонки	29
		Нижняя заслонка открыта	30
		Закрытие нижней заслонки	31

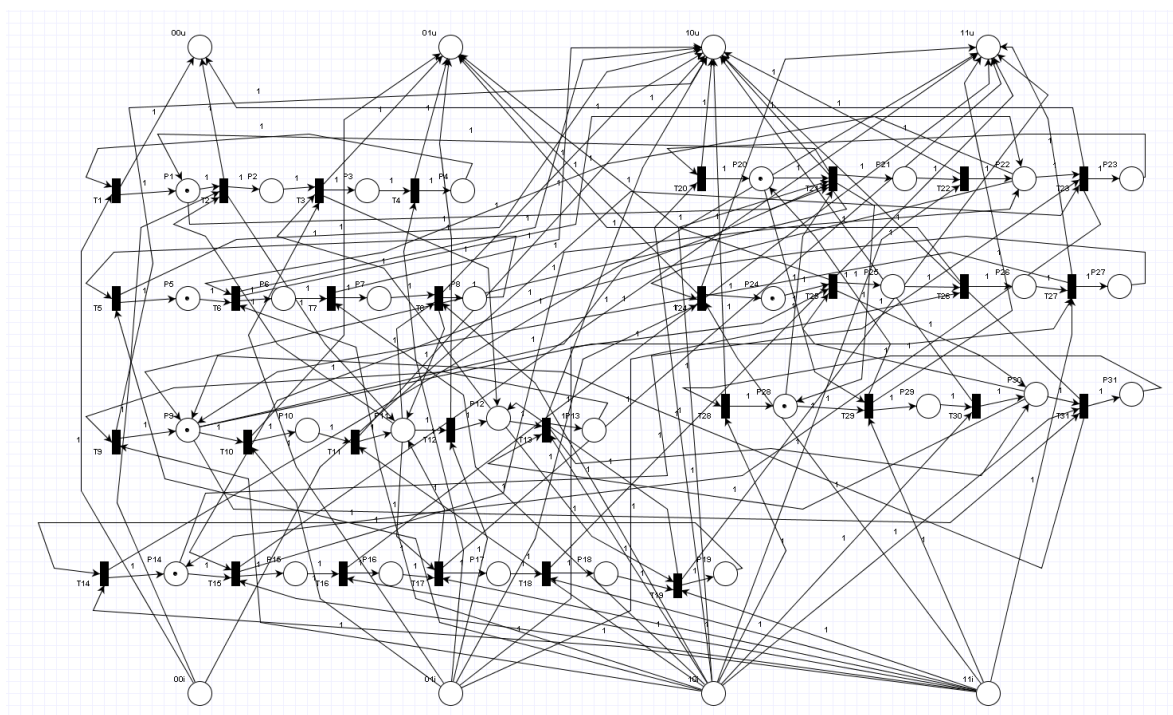


Рис. 3. Управляющая модель ШД

Таблица 2

## Очередность срабатывания переходов сети рисунка 3

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Переход	T21	T22	T6	T15	T16	T7	T10	T11	T2	T8	T17	T5
№	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Переход	T18	T12	T3	T19	T14	T23	T4	T20	T29	T30	T25	T26
№	25	26	27	28	29	30	31					
Переход	T13	T9	T31	T27	T24	T28	T1					

Таблица 3

## Входная и выходная последовательность появления фишек

Переходы	T21	T22	T6	T15	T16	T7	T10	T11	T2	T8	T17
Входные позиции	10	10	10	11	11	10	01	10	00	10	11
Выходные позиции	10	10	10	11	11	10	01	10	00	10	11
Переходы	T5	T18	T12	T3	T19	T14	T4	T23	T20	T29	T30
Входные позиции	10	11	01	00	11	11	01	00	10	11	10
Выходные позиции	10	11	01	00	11	11	01	00	10	11	10
Переходы	T25	T26	T13	T9	T31	T27	T24	T28	T1		
Входные позиции	01	01	10	10	10	11	01	10	00		
Выходные позиции	01	01	10	10	10	11	01	10	00		

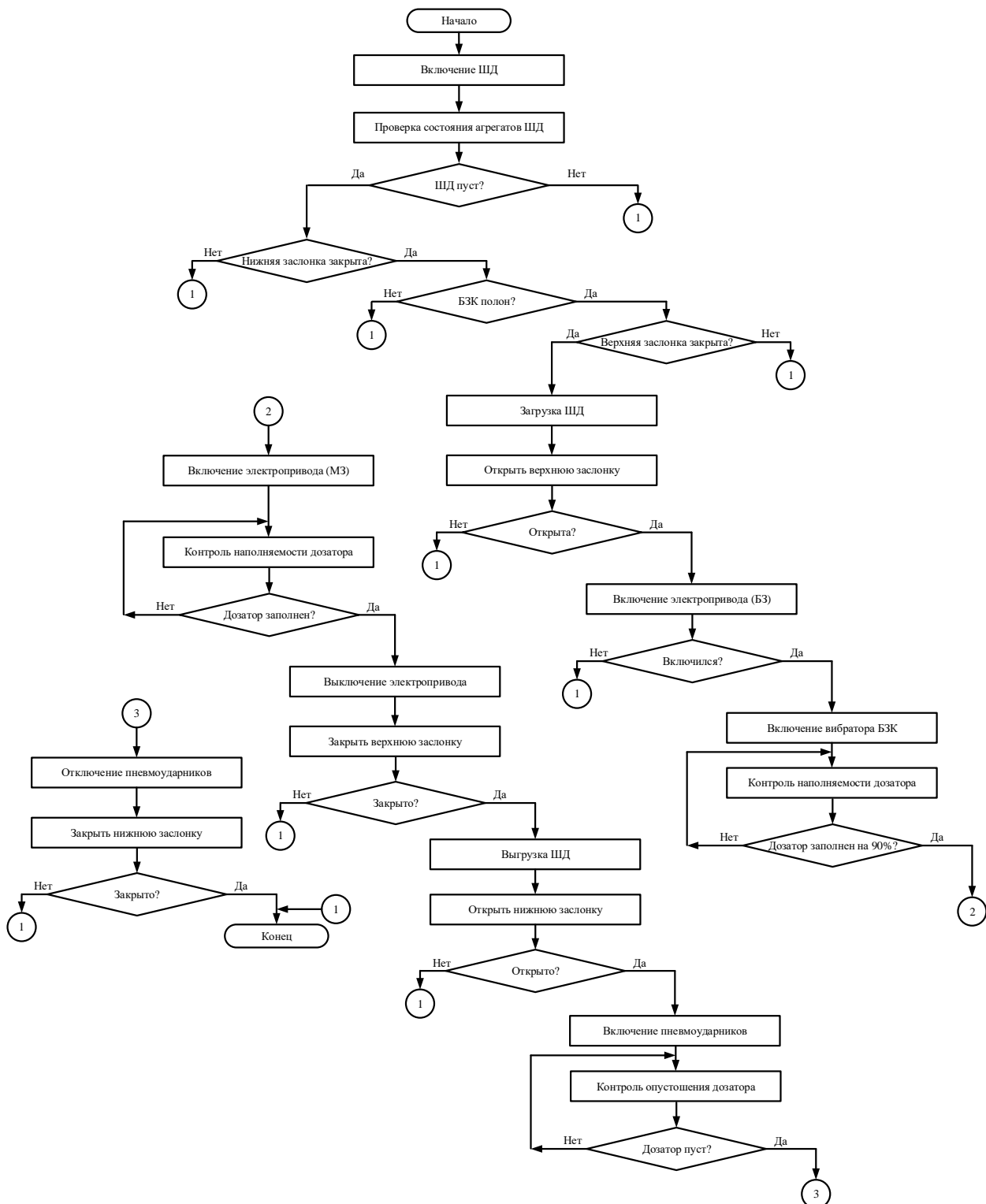


Рис. 4. Алгоритм управления шнековым дозатором

Построение управляющей модели ШД осуществлялось на основе теории сетей Петри и разработанного ранее аппарата модифицированных сетей Петри [4]. Процесс построения модели можно описать следующим образом.

По таблице 1 были построены автоматные сети Петри для каждого агрегата (узла), входящего в состав ШД, причем каждому состоянию соответствует пара переход-позиция в автоматной сети. Далее с использованием методов [4, 5, 6] разработана управляющая модель (рис. 3), реализующая процесс

управления ШД по следующему описанию (очередность срабатывания переходов модели представлена в таблице 2).

ШД может находиться в трех состояниях – загрузка материала, его взвешивание и выгрузка. Реализация процесса загрузки и взвешивания материала может начаться при условии, если: дозатор пуст; нижняя заслонка закрыта; бункер полон; верхняя заслонка закрыта. При выполнении данных условий реализуется следующая последовательность операций: открывается верхняя заслонка, включается электропривод на быструю загрузку (БЗ) компонента, включается вибратор бункера запаса компонента (БЗК). Когда дозатор наполняется на 90% от необходимого веса, происходит выключение вибратора бункера запаса компонента, электропривод включается на медленную загрузку (МЗ) и догружает компонент до необходимого веса. Как только вес набран, выключается электропривод и закрывается верхняя заслонка. Дозатор полон.

Выгрузка компонента из ШД, осуществляется если закрыта верхняя заслонка и дозатор полон: открывается нижняя заслонка дозатора, выгружается материал, включаются пневмоударники. Когда дозатор пуст, выключаются пневмоударники и закрывается нижняя заслонка. Дозатор готов к выполнению следующего задания.

Проведенное моделирование управляющей модели ШД в среде Pipe 4.2.1 позволили определить очередность появления фишек во входных и выходных позициях (табл. 3) для реализации очередности срабатывания переходов (табл. 2) позволили разработать алгоритм управления им (рис. 4).

Разработанный алгоритм может быть использован при создании систем управления шнековыми дозаторами, входящими в состав дозировочно-смесительных комплексов.

### Список литературы

1. Родионов Д.А., Суворина И.В., Макеев П.В., Князев Ю.В. Классификация и назначение дозаторов. Молодой ученый. 2015. № 11 (91). С. 409-413.
2. <http://www.stromi-nn.ru/>
3. Маслаков М.П. Автоматизация проектирования технологической подготовки процесса приготовления шихты // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук: 05.13.12 / Северо-Кавказский горно-металлургический институт. Владикавказ, 2013.
4. Маслаков М.П., Дедегкаев А.Г. Метод модификации сетей Петри для построения управляющих моделей сложных технологических процессов // Перспективы науки. 2016. № 3 (78). С. 39-45.
5. Maslakov M.P., Dedegkaev A.G., Antipov K.V. The activity count of transitions Petri networks of technological processes // Наука и технологии. 2016. № 3. С. 20-25.
6. Маслаков М.П., Кулакова С.В. Разработка алгоритма восстановления сетей Петри. В сборнике: ЛУЧШАЯ НАУЧНАЯ СТАТЬЯ 2017 сборник статей IX Международного научно-практического конкурса. 2017. С. 32-37.

© С.В. Кулакова, © М.П. Маслаков, 2018