

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЛОГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ОТДЕЛЕНИЕМ МЕТИЛИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА АНАЛЬГИНА

Акад. Сидельников С.И.

В работе рассматриваются синтез модели системы логического управления (СЛУ) отделением метилирования производства анальгина со сложным аппаратурным оформлением технологического процесса.

Ключевые слова: аппарат периодического действия, модель смены состояний, модель взаимодействий, сеть Петри.

Задачи по управлению периодическими ХТС в рамках системы логического управления (СЛУ) решаются на основе модульного подхода [1] с предварительной декомпозицией задачи управления на подзадачи: управления отдельными технологическими аппаратами; управления взаимодействием аппаратов; управления процессно-аппаратурными модулями на уровне межмодульного взаимодействия при необходимости.

Автором [1,2] предложена автоматизированная процедура построения алгоритмов управления СЛУ в виде моделей на основе сетей Петри, с этой целью разработаны 21 типовые модели взаимодействий технологических аппаратов периодического и полунепрерывного действия, представленных в виде правильных РК-блоков. Предложен новый подкласс сетей Петри, РК-сети. Также определена формальная процедура наращивания моделей в виде РК-сетей аппаратов и аппаратурных стадий многостадийных производств. При этом отпадает трудоёмкая процедура построения и анализа дерева достижимых маркировок, для проверки сети Петри на принадлежность к классу правильных сетей, так как доказано, что формальная процедура стыковки РК-блоков не выводит получаемые сети из класса правильных.

До этого [1,2,3,4] были рассмотрены примеры моделирования СЛУ производствами, где модели смены состояний аппаратов имели простую архитектуру. В тоже время многие процессы имеют достаточно сложную модель смены состояний, при этом смена одних элементарных технологических операций (ЭТО) другими не является однозначной и зависит от альтернативных результатов предшествующих операций. Это в свою очередь может вносить ряд изменений и типовые модели взаимодействий аппаратурных стадий.

В качестве примера рассмотрим модель СЛУ отделением метилирования производства анальгина, рисунок 44.

Аппараты Р70-1, Р70-2, Р70-3 и Р70-4 представляют собой эквивалентные реакторы метилирования динатриевой соли сульфаминоантипирина диметилсульфатом с получением натриевой соли сульфаминоантипирина, рисунок 1 [37]. Получаемый полуфабрикат, содержащий названную соль, передается в один из эквивалентных аппаратов Р80-1, Р80-2 или Р80-3, в которых осуществ-

ляется очередная химическая операция – гидролиз натриевой соли с получением серноокислого монометиламиноантипирина. В зависимости от чистоты реакционная масса из метилаторов Р70 передается в гидролизеры Р80 либо непосредственно, либо с прохождением через один из промежуточных фильтров Ф70а.

М - аппараты (мерники) предназначены для проведения периодических операций отмеривания полуфабрикатов: раствора щелочи (М71 и М79), диметилсульфата (М75), аммиачной воды (М81), воды (М85), серной кислоты (М82). При этом мерники М71 и М85 используются для многоцелевого отмеривания соответственно пяти и двух различных порций раствора щелочи и воды. Следует отметить соединение двух мерников М81 и М85 с метилаторами Р70 при помощи общего совмещенного коллектора К1. Поэтому коллектору в необходимое время сливаются либо одна из двух различных порций воды из М85 либо порция аммиачной воды из М81.

Согласно методике синтеза модели СЛУ [3], для синтеза модели смены состояния аппаратов в технологическом регламенте выделяют элементарные технологические операции. Состав и последовательность ЭТО находит наглядное выражение в виде функциональных технологических схем. В качестве примера на рисунке 2 показана функциональная технологическая схема операции метилирования в реакторах Р70. Из рисунка видно, что смена одних ЭТО другими не является однозначной и зависит от альтернативных результатов предшествующих операций. Модель смены состояний реактора Р-70 представлена на рисунке 3. Каждой интерактивной операции (загрузки/выгрузки) предшествует операция ожидания взаимодействия. Причем, так как факт окончания интерактивной операции фиксируется в приемном аппарате, то для подающего аппарата (который осуществляет выгрузку) операцию определяем как ожидание конца выгрузки (ОКВ), а для аппарата, который загружается операцию определяем как ожидание загрузки (ОЗ).

До этого [1,2] рассматривалась модель типового порционного взаимодействия аппаратных стадий при одинаковом объеме порции. В этой связи представляет интерес загрузка различным объемом порций раствора щелочи из мерника М71 в реакторы Р70 -1,2,3,4. При этом количество порций пять, а объем порции, как видно из рисунка 2, варьируется от 4 литров до 21 литра и какой объем порции в данный момент выгружается и в какой из четырех реакторов неизвестно и носит случайный характер. Это определяется готовностью к взаимодействию как мерника, так и конкретного реактора Р70. Поэтому на переходе t_{26} устанавливаем событие при срабатывании датчика X_{14} - наличие в мернике М71 количество щелочи не менее 21 литра, которое соответствует максимальному объёму порции. Если количество щелочи в мернике М71 менее 21 литра, то мерник М71 загружается до полного объёма. Переходы t_3 , t_2 , t_{28} , t_4 , t_5 , в модели смены состояния реактора Р70, сопоставлены соответственно событиям: загрузка 21, 5, 4, 6, 5 литров щёлочи в реактор Р70. Переходы t_{16} , t_{15} моделируют альтернативные события, сопоставленные с результатами лабораторного анализа реакционной массы.

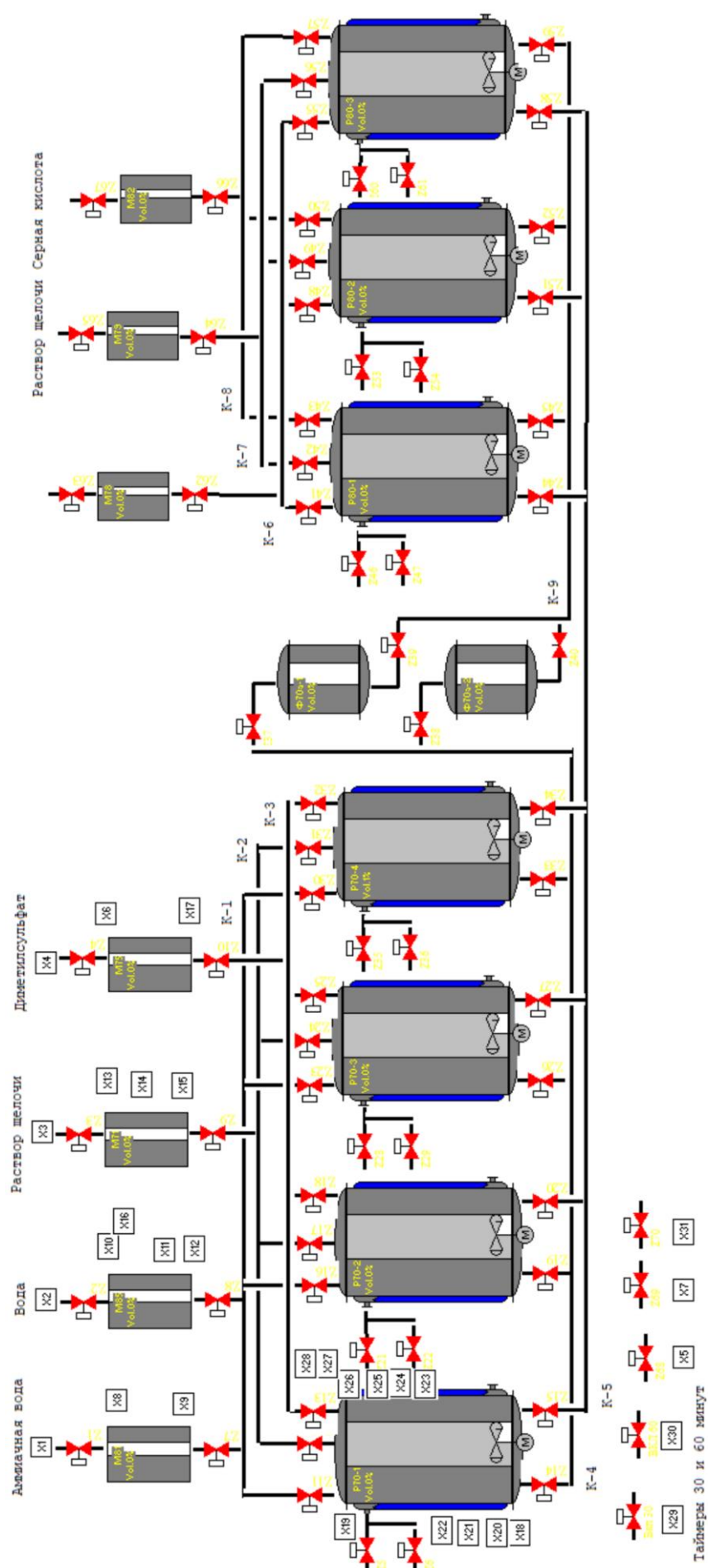


Рисунок 1 - Фрагмент немосхемы отделения метилирования производства аналгина

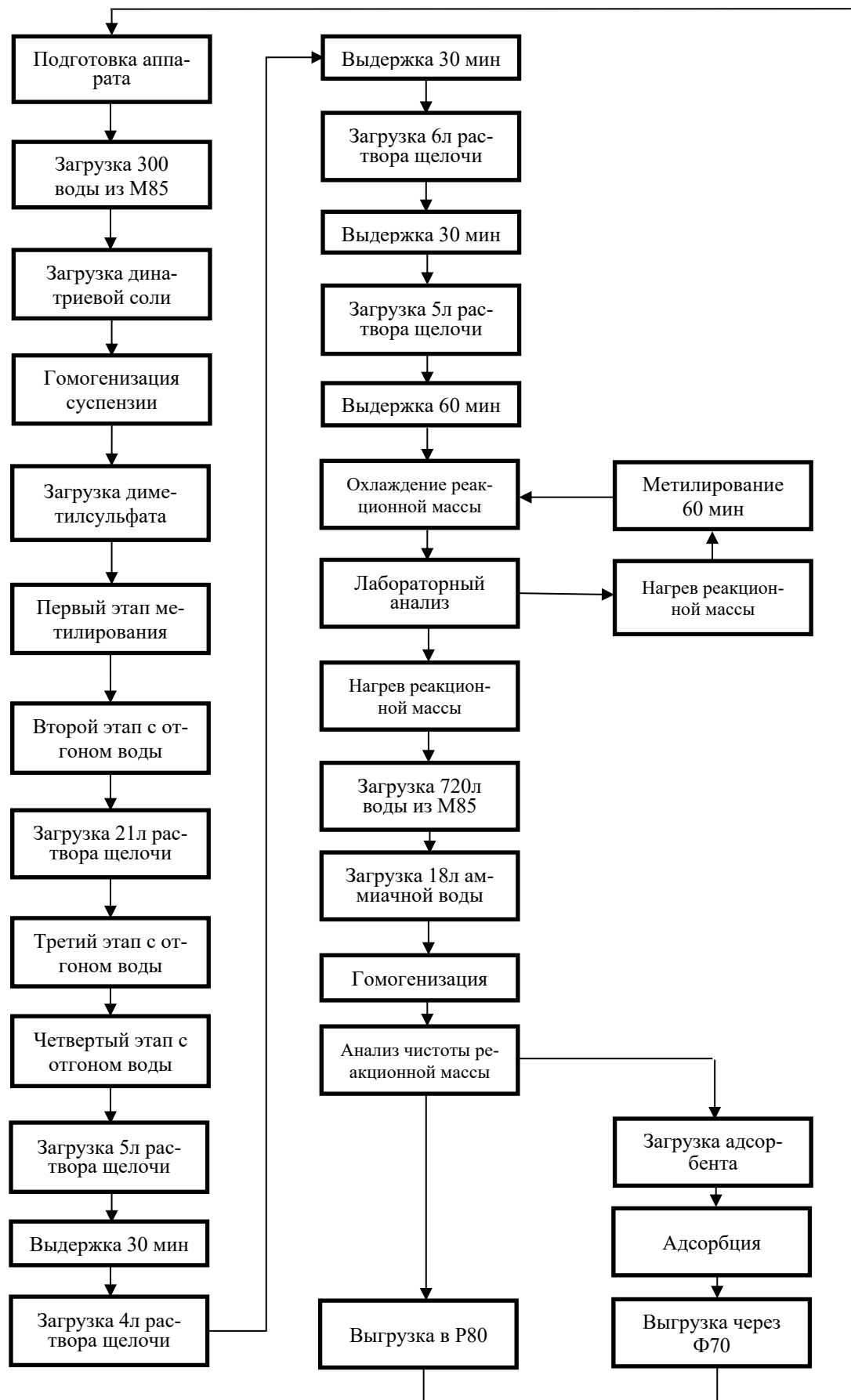


Рисунок 2 – Функциональная технологическая схема операции метилирования

При срабатывании перехода t_{16} , когда реакционная масса чистая, то выгрузка реактора P70 происходит непосредственно через коллектор K5 в реактор P80-1,2,3. При срабатывании перехода t_{15} , когда реакционная масса не чистая, то выгрузка реактора P70 происходит через фильтры Ф70а-1,2 в реактор P80-1,2,3 с предварительной адсорбцией реакционной массы.

Далее при построении модели взаимодействий аппаратурных стадий, согласно методике построения обобщенных моделей СЛУ [2,3], произведем декомпозицию аппаратурного оформления процесса метилирования производства анальгина на попарно взаимодействующие аппаратурные стадии и покажем это на примере пары реакторов P70-1,2 и пары реакторов P80-1,2.

Первые попарно взаимодействующие аппаратурные стадии мерники M81 и M85 взаимодействующие с реакторами P70-1,2. Согласно классификационным признакам [2,3], это взаимодействие можно описать типовой моделью номер один, при этом для мерника M85 заменить процесс окончания взаимодействия полным объемом на дискретную порцию, рисунок 5.

Вторые попарно взаимодействующие аппаратурные стадии — это мерник M75 взаимодействует с реакторами P70-1,2. Это взаимодействие можно описать типовой моделью номер два, рисунок 6.

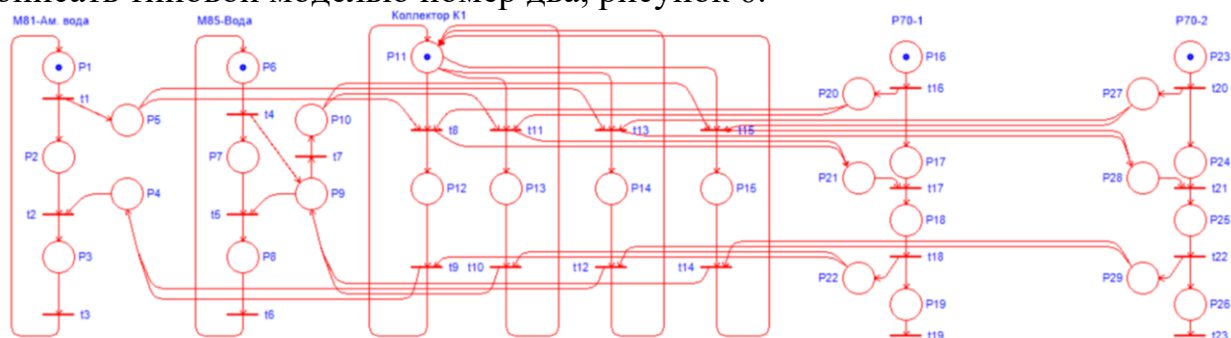


Рисунок 5 – Фрагмент модели взаимодействия мерников M81 и M85 с реакторами P70-1,2

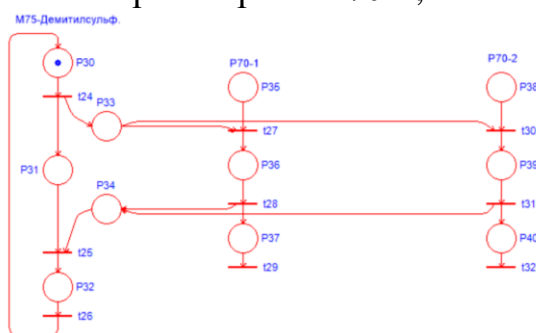


Рисунок 6 – Фрагмент модели взаимодействия мерника M75 с реакторами P70-1,2

Третьи попарно взаимодействующие аппаратурные стадии — это мерник M71 взаимодействует с реакторами P70-1,2. Это взаимодействие можно описать типовой моделью номер пять, рисунок 7.

Четвертые попарно взаимодействующие аппаратурные стадии — это взаимодействия реакторов P70-1,2 с реакторами P80-1,2 через фильтры Ф70а-

2 Сидельников С.И. Модели и алгоритмы логического управления химико-технологическими системами. Монография / ГОУ ВПО «РХТУ им. Д.И. Менделеева Новомосковский институт (филиал)», Новомосковск 2011.- 92с.

3 Сидельников С.И. Моделирование и управление дискретными динамическими системами с тернарным взаимодействием аппаратных стадий. Вестник Международной академии системных исследований. Информатика, экология, экономика. 2023. Т.25. Ч1. С. 133-151

4 Сидельников С.И. Синтез структурно-алгоритмических моделей управления периодическими производствами с различными дисциплинами обслуживания аппаратов. Вестник Международной академии системных исследований. Информатика, экология, экономика. 2021. Т.23. С. 118-128

Сидельников Сергей Иванович, акад. Международной академии системных исследований (МАСИ), канд. техн. наук, доц., Россия, Новомосковск, Новомосковский институт (филиал) ФГБОУ ВПО РХТУ им. Д.И. Менделеева. sidserg11@mail.ru,