

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СБОРКИ
ПРИ ПОМОЩИ СЕТЕЙ ПЕТРИ

В.Б. Масягин, В.Г. Мартынов, А.С. Карабаев

Омский государственный технический университет, г. Омск, Россия

Аннотация – Настоящая статья посвящена созданию математической модели технологического процесса сборки. Отмечается, что творческий процесс анализа конструкции сборочной единицы и разработки схемы сборки, в которой зафиксирована в сжатом виде информация о сборочной единице и технологическом процессе сборки, является наиболее трудоемким и трудно формализуемым. Для наглядности и последующей автоматизации предлагается построение и использование математической модели технологического процесса сборки, зафиксированного в схеме сборки, в виде сети Петри. В сеть вводятся дополнительные вершины сети, отражающие результат сборки после соединения двух элементов узла, и вершины,

обеспечивающие невозможность срабатывания переходов до завершения сборки предыдущей пары деталей. Описана компьютерная программа для моделирования и правила подготовки исходных данных. Представление схемы сборки в виде сети Петри позволяет свести технологические задачи к задачам вычислительного характера.

Ключевые слова: схема сборки, сборочная единица.

Процесс проектирования технологического процесса сборки включает два этапа [1]. Первый этап – разработка схемы сборки, содержащей информацию о порядке присоединения элементов изделия, комплектности сборочных единиц и соединений. Второй этап – разработка операций, определение состава присоединяемых элементов, видов работ, средств и других параметров, образующих описание сборочных операций. Творческий процесс анализа конструкции сборочной единицы и разработки схемы сборки, в которой зафиксирована в сжатом виде информация о сборочной единице и технологическом процессе сборки, является наиболее трудоемким и трудно формализуемым. В дальнейшем, построенная схема сборки может служить непосредственно для анализа протекания процесса сборки во времени, но более рациональным является применение специального вида моделей – сетей Петри – эффективного инструмента моделирования дискретных процессов [2,3,4].

В качестве примера для моделирования рассмотрим сборочный чертеж узла из осесимметричных деталей (рис. 1) и схему его сборки (рис.2) [5].

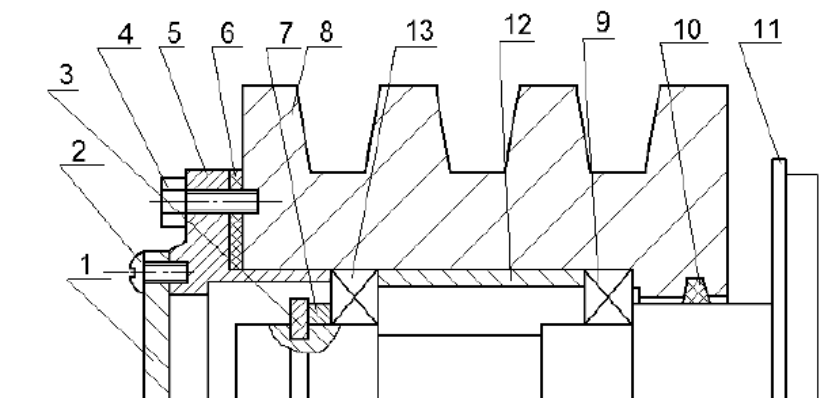


Рис. 1. Эскиз сборочной единицы:

- 1 – крышка; 2 – винт(2 шт.); 3 – кольцо стопорное; 4 – болт(4 шт.); 5 – фланец;
6 – прокладка; 7 – кольцо компенсационное; 8 – шкив; 9, 13 – подшипник;
10 – кольцо уплотнительное; 11 – ступица; 12 – втулка

Может быть получена математическая модель схемы сборки в виде графа и матрицы [6,7] и сети Петри [8,9] (рис. 3). Модель схемы сборки представляет собой преобразованное изображение схемы сборки, в которой прямоугольники заменены кружками с номерами деталей. Направления стрелок соответствует направлению присоединения деталей – слева или справа. Здесь же отмечаются номера операций и переходов технологического маршрута сборки возле точек присоединения деталей (рис. 3 а-в). После этого кружки с номерами деталей преобразуются (рис. 3г) в вершины сети Петри (P_1 - P_{13}), а точки присоединения деталей – в переходы сети (t_1 - t_{12}). Вводятся дополнительные вершины сети, отражающие результат сборки после соединения двух элементов узла (P_{14} - P_{25}), и вершины, обеспечивающие невозможность срабатывания переходов до завершения сборки предыдущей пары деталей (P_{26} - P_{37}).

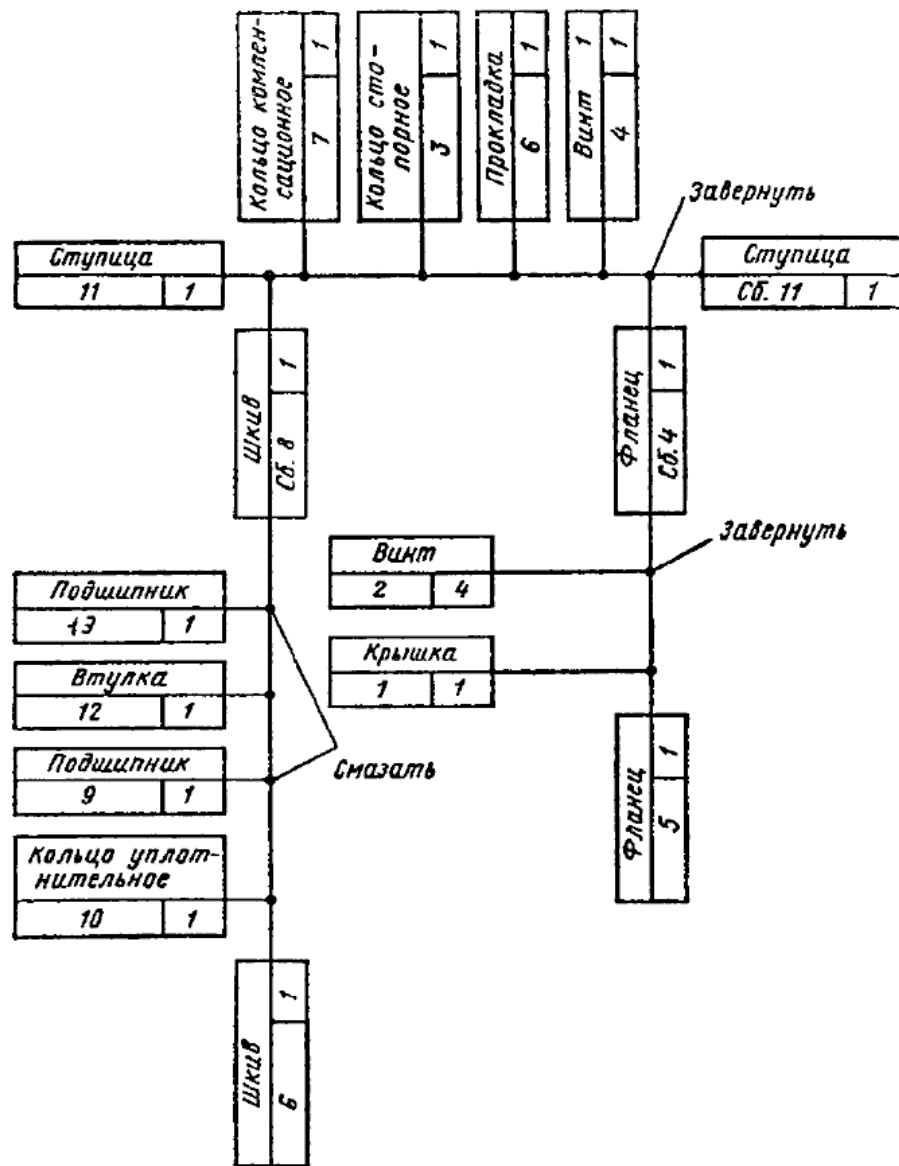


Рис. 2. Схема сборки узла

В дальнейшем работа построенной сети Петри может быть исследована с помощью компьютерной программы.

Решение достаточно разветвленных сетей Петри, описывающих реальные ситуации, «вручную» требует от исполнителя аккуратности и собранности, и не исключает ошибок в счете. Для облегчения расчетов целесообразно применение компьютерных программ [10].

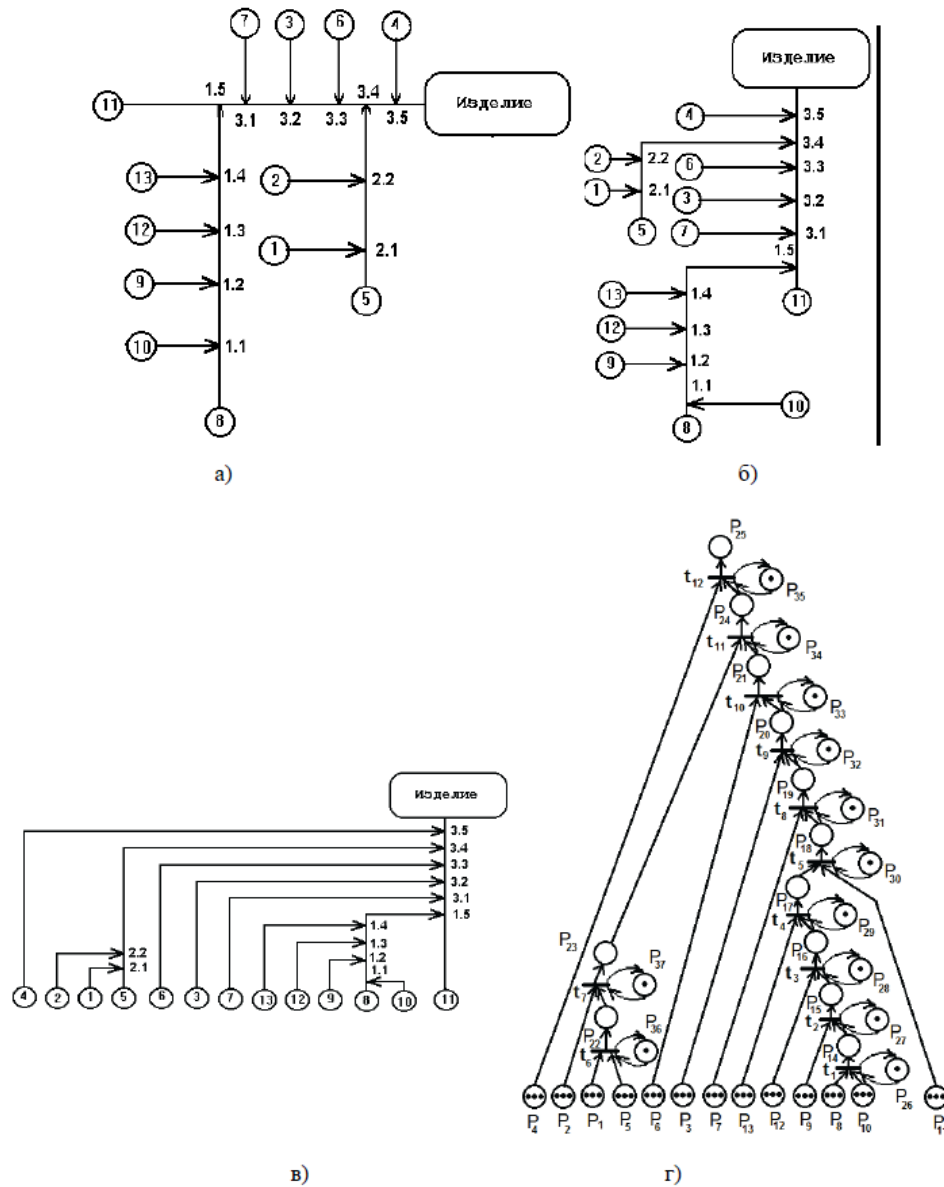


Рис. 3. Преобразование схемы сборки в сеть Петри:

а – исходная модель схемы сборки, *б* – промежуточная модель схемы сборки с учетом направления присоединения, *в* – результирующая модель схемы сборки, *г* – сеть Петри

Расчет описанной выше модели технологического процесса сборки в виде сети Петри производится на персональном компьютере. Программа расчета составлена на алгоритмическом языке DELPHI. Компьютер работает с пользователем в режиме диалога, что позволяет легко вводить в память ЭВМ исходные данные и, при необходимости, оперативно их изменять. После запуска программы в окно интерфейса (рис. 4) вводится имя текстового файла с исходными данными. После

завершения ввода имени файла исходных данных мышкой нажимается экранная кнопка «Расчет». После окончания расчета интерфейс программы закрывается и создается текстовый файл с результатами расчетов в каталоге, где расположена программа.

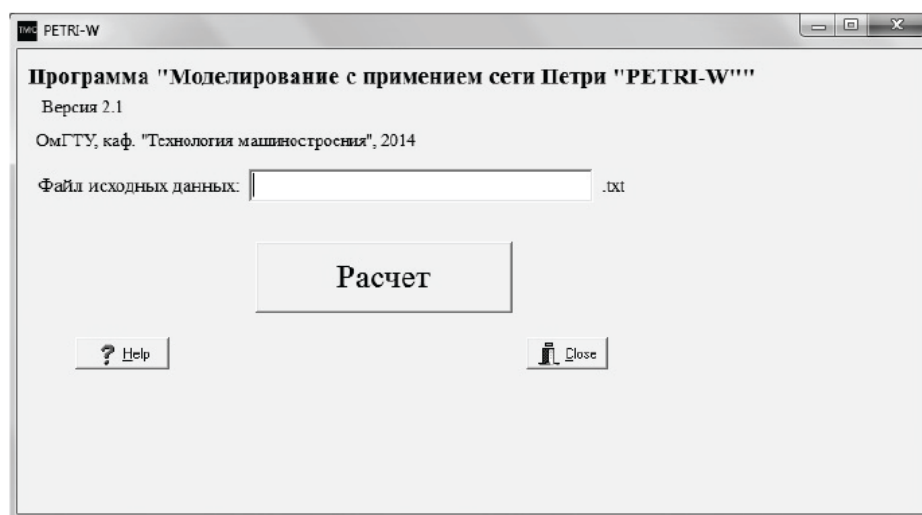


Рис. 4. Интерфейс программы

Ниже поясняется порядок подготовки данных. В скобках приведены исходные данные для сети (рис. 3з), моделирующей схему сборки. В текстовом файле данные каждого пункта вводятся построчно, каждый раз с новой строки. При вводе нескольких элементов одной строкой числа вводятся через пробел.

1. Вводится число переходов сети, т.е. число черточек на графе (12).
2. Вводится число позиций сети, т.е. число кружков на графе (37).
3. Вводится число входов в переходы, т.е. число связей, направленных стрелками ко всем переходам сети (36).
4. Вводится число выходов из переходов, т.е. число стрелок, выходящих из всех переходов сети (24).
5. Последовательно вводятся номера позиций, связанных входными связями с переходами, начиная с первого перехода и кончая последним (8 10 26 9 14 27 12 15 28 13 16 29 17 11 30 1 3 36 2 22 37 7 18 31 3 19 32 6 20 33 23 21 34 4 24 35).
6. Последовательно вводятся порядковые номера элементов строки позиций, связанных входными связями с переходами, с которых начинается перечисление входных связей очередного перехода сети, начиная с первого перехода и кончая последним. К этим номерам в конце добавляется еще один элемент – это число элементов строки п. 5 плюс один (1 4 7 10 13 16 19 22 25 28 31 34 37).
7. Последовательно вводятся номера позиций, связанных выходными связями с переходами, начиная с первого перехода и кончая последним (14 26 15 27 16 28 17 29 18 30 22 36 23 37 19 31 20 32 21 33 24 34 25 35).
8. Последовательно вводятся порядковые номера элементов позиций, связанных выходными связями с переходами (см. п. 7), с которых начинается перечисление выходных связей очередного перехода сети, начиная с первого перехода и кончая последним. К этим номерам в конце добавляется еще один элемент – это число элементов строки п. 7 плюс один (1 3 5 7 9 11 13 15 17 19 21 23 25).

