

электропривода и компьютеризованных СУ на НС подтверждается анализом мирового опыта [3]. Таким образом, задача разработки компьютеризованной СУ насосной станции как ключевой подсистемы СУ водоснабжением в настоящее время является первоочередной.

SUMMARY

The functional analysis of the municipal water-supply present day systems structure has been carried out. On this basis tasks of separate subsystems that enters into the control system of the water-supply process have been formed. The necessity of the solution at first the computerized control system design problem is grounded.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Евдокимов А.Г., Тевяшев А.Д., Дубровский В.В. Моделирование и оптимизация потокораспределения в инженерных сетях. — М.: Стройиздат, 1990. — 368 с.
2. Турчанинова Л.И., Кулик Ю.В., Михайленко В.М. Вероятностные модели синтеза оптимального управления в многомерных сетевых системах // Электронное моделирование, 1991. — № 5. — С. 99-101.
3. Neue Regelung: Pumpen-Regelvorgange auf LCD-Schirm//Techn.Rept.1994.—21,№ 1.— С. 28.
4. Kranz Hans R. Gebaudeautomation gerade heute wichtig // TGA-Mag., 1997. — 17, № 5. — С. 26-30.
5. Меренков А.П., Хасилев В.Я. Теория гидравлических цепей.—М.: Наука, 1985.— 278 с.
6. Попкович Г.С., Гордеев М.А. Автоматизация систем водоснабжения и водоотведения: Учеб. для вузов. - М.: Высш.шк., 1986. — 392 с.
7. Хоружий П.Д. Расчет гидравлического взаимодействия водопроводных сооружений. - Львов: Вища школа. Изд-во при Львов. ун-те, 1983. — 152 с.
8. Тысивский И.В., Гриценко К.Г., Червяков В.Д. Ресурсосберегающее управление электроприводами насосов системы коммунального водоснабжения // Проблемы автоматизированного электропривода. Теория и практика: Вестник ХГПУ. Специальный выпуск. — Харьков: ХГПУ, 1998. — С. 237-238.
9. Гриценко К.Г., Червяков В.Д. О глобальной цели управления насосной станцией системы водоснабжения // Автоматика. Автоматизация. Электротехнические комплексы и системы. — 1997. — № 1. — С. 180-184.

Поступила в редколлегию 27 ноября 1998 г.

УДК 681.513.2

СЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ РАБОЧЕГО ЦИКЛА ЛЕТУЧЕЙ ПИЛЫ

А.А. Паньч, асп.

Летучие пилы (ЛП) являются широким подклассом в классе рабочих машин - летучих механизмов. Общность конструктивных и технологических признаков и задач управления [1] обуславливает целесообразность создания объектно-ориентированных систем управления (СУО) для подклассов этих механизмов. СУО летучими пилами должна предусматривать функции управления несущим органом (НО), а также дополнительные функции скоординированного управления максимальным набором исполнительных механизмов: НО, механизмами подачи (МП) и вращения (МВ) режущего инструмента (например, фрезы) и механизмом сцепления (МС) НО с движущимся обрабатываемым изделием. Разработку СУО ЛП целесообразно производить для определенного классообразующего (эталонного) летучего механизма, в качестве которого можно использовать ЛП профилегибочной линии. Данная ЛП производит мерный порез профиля, выходящего из последней формирующей клетки профилегибочной линии. Порез профиля производится без остановки на отрезки мерной длины L_m . На исполнительском уровне управление механизмами ЛП осуществляют локальные системы управления (ЛСУ).

Рабочий цикл ЛП [1, 2] можно представить в виде иерархической нераскрашенной сети Петри [3], позволяющей отразить очередность и взаимную согласованность имеющих место событий и состояний. Сеть Петри, моделирующая работу ЛП, изображена на рис.1 а, ее дерево отношений - на рис.1б. Все позиции (простые и дублиры) обозначены символами p , переходы - символами t . Находящиеся в связке переходы обозначены одинаково. В таблице 1 представлено содержание переходов, в таблице 2 - содержание позиций. Для упрощения модели принято, что режущий инструмент постоянно вращается (что в основном имеет место на существующих реальных объектах).

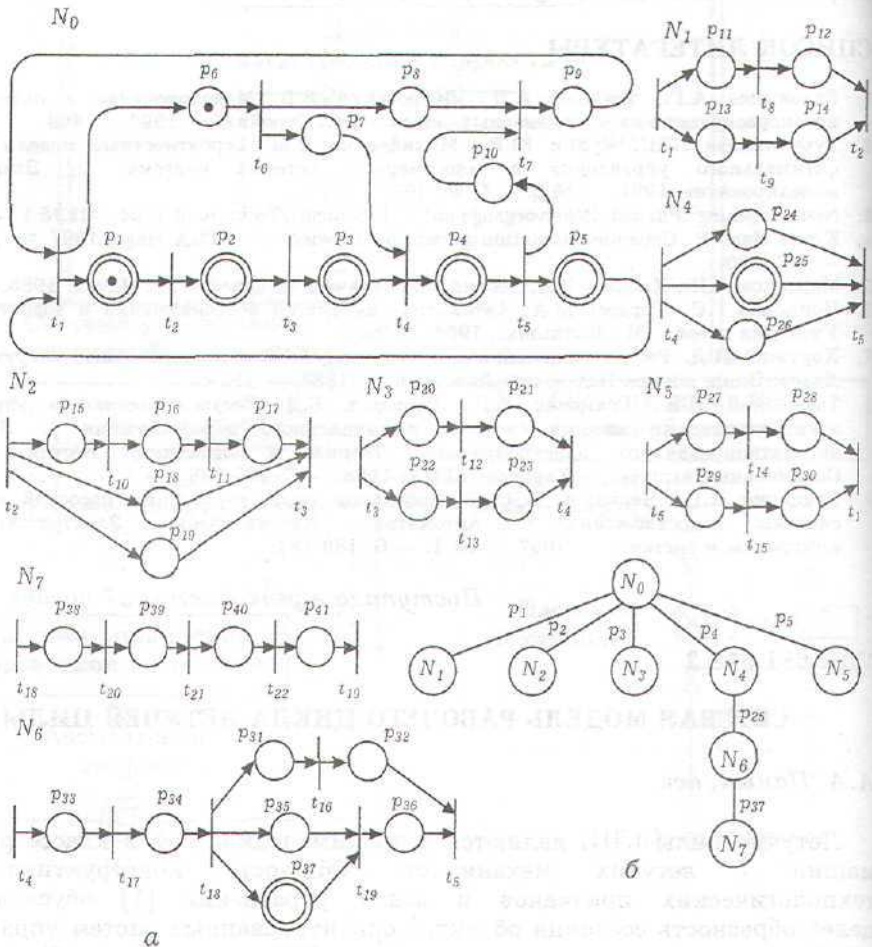


Рисунок 1

В таблицах 1 и 2 приняты следующие обозначения: $V_1(t)$ и $l_1(t)$ - соответственно текущие скорость движения и положение сечения реза на профиле; $V_2(t)$, $l_2(t)$ и $F_2(t)$ - текущие скорость движения, положение НО и сила, действующая на него со стороны привода; $l_0(t)$ - начальное положение НО (в которое он приходит к началу первого этапа); $l_{нзо}$ и $l_{кзо}$ - координаты начала и конца зоны обработки (выполнение операций подачи и возврата режущего инструмента, зажима и разжима профиля разрешено только при нахождении диска в этом месте профилегибочной линии, т.е. когда $l_{нзо} \leq l_2(t) \leq l_{кзо}$; l_{min} и l_{max} - минимальная и максимальная координаты, ограничивающие движение НО; $l_{но max}$ - допустимый предел,

за который не должна выходить точка l_{HO} совмещения плоскостей режущего инструмента и сечения реза, происходящего в результате выполнения операции преследования; $F_{2\delta}$, $F_{2нат}$ - значения силы, обеспечивающие соответственно выборку люфтов в приводе НО без приведения последнего в движение, незначительное натяжение движущегося профиля без его повреждения.

Таблица 1

Переход	Содержание перехода
t_1	Начало этапа 1
t_2	Начало этапа 2
t_3	Начало этапа 3
t_4	Начало этапа 4
t_5	Начало этапа 5
t_6	Сечение реза вошло в допустимые пределы для начала обработки:
	$l_1 = l_{HO}$
t_7	"Появление" нового (следующего) сечения реза:
	$l_1 = l_1 - L_m$
t_8	Окончание выборки люфтов:
	$F_2 = F_{2\delta}$
t_9	НО остановился:
	$V_2 = 0$
t_{10}	Закон движения рассчитан, время запуска определено
t_{11}	Параметры закона движения выданы в ЛСУ привода НО
t_{12}	Равенство скоростей достигнуто:
	$V_2 = V_1$
t_{13}	Равенство положений достигнуто:
	$l_2 = l_1$
t_{14}	НО пришел в начальное положение:
	$l_2 = l_0$
t_{15}	НО остановился (в начальном положении):
	$V_2 = 0$
t_{16}	Перевод привода НО в режим регулирования силы:
	$F_2 = F_{2нат}$
t_{17}	Зажим профиля
t_{18}	Переход к следующим операциям по обработке профиля
t_{19}	Освобождение профиля
t_{20}	Начало подачи режущего инструмента на рез
t_{21}	Режущий инструмент достиг крайнего положения и начал возвращаться
t_{22}	Режущий инструмент достиг исходного положения и остановился

Позиции p_{18} и p_{19} , p_{24} и p_{26} , p_{35} , имея сходное содержание с аналогичными позициями p_{12} и p_{14} , p_{21} и p_{23} , p_{34} , служат для отображения состояния НО при выполнении соответствующих операций, хотя формально они являются условиями срабатывания переходов. Аналогичное назначение имеет позиция p_{32} . В отображении состояния других исполнительных механизмов в течение всего рабочего цикла нет необходимости, т.к. МВ всегда включен, а МС и МП приводятся в действие только на 4-м этапе рабочего цикла, находясь в остальное время в исходных состояниях.

Связь переходов и позиций сети Петри с логическими переменными x_1, \dots, x_{19} , необходимыми СУО для контроля за ситуациями на ЛП поясняется в таблицах 3 и 4. Здесь срабатыванию перехода и нахождению маркера в позиции соответствует единичное значение переменной, т.е. признак. Представленные переменные сохраняют единичные значения в течение некоторого времени, однако для таблицы существенным является момент изменения их значений с 0 на 1. Указанное обстоятельство также отвечает допущению для сетей Петри о мгновенном срабатывании переходов. Отмеченное в таблице 4 косвенное соответствие признака x_{16} ($l_{нзо} \leq l_2(t) \leq l_{номax}$) позиции p_7 ($l_{нзо} \leq l_1(t) \leq l_{номax}$) правомерно в связи с условиями срабатывания перехода t_2 , т.к. при этом соблюдается равенство $l_2(t) = l_1(t)$ (позиция p_{23}). Переменная x_{17} постоянно имеет единичное значение, что является признаком вращения режущего инструмента, т.к. при составлении сети было принято, что МЭ всегда включен.

Таблица 2

Позиция	Содержание позиции
p_1	Составная операция, этап 1 - исходное состояние ЛП, подготовка к запуску НО
p_2	Составная операция, этап 2 - формирование целеуказания, ожидание команды на запуск НО
p_3	Составная операция, этап 3 - запуск НО, отработка приводом НО целеуказания на преследование и синхронизацию НО с сечением реза на профиле
p_4	Составная операция, этап 4 - продолжение движения НО в направлении перемещения сечения реза, выполнение реза
p_5	Составная операция, этап 5 - установка НО в начальное положение, переход ЛП в новое исходное состояние
p_6	Сечение реза подходит к началу зоны обработки: $l_1(t) < l_{нзо}$
p_7	Сечение реза движется в допустимых пределах для начала обработки: $l_{нзо} \leq l_1(t) \leq l_{номax}$
p_8	Дальнейшее движение сечения реза ($l_1(t) = V_1 \cdot t$)
p_9	Движение следующего сечения реза ($l_1(t) = V_1 \cdot t$)
p_{10}	Произведено отрезание части профиля длиной L_m
p_{11}	Процесс выборки люфтов: $F_2(t) < F_{2\delta}$
p_{12}	Люфты выбраны: $F_2(t) = F_{2\delta}$
p_{13}	Скорость НО близка к нулю: $V_2(t) \neq 0$
p_{14}	НО неподвижен: $V_2(t) = 0$
p_{15}	Расчет закона движения, определение времени запуска
p_{16}	Выдача параметров закона движения в ЛСУ привода НО
p_{17}	Ожидание момента времени наступления 3-го этапа цикла
p_{18}	Люфты выбраны: $F_2(t) = F_{2\delta}$
p_{19}	НО неподвижен: $V_2(t) = 0$

Продолжение таблицы 2

p_{20}	НО преследует сечение реза: $V_2(t) < V_1(t)$
p_{21}	Сохранение равенства скоростей: $V_2(t) = V_1(t)$
p_{22}	НО преследует сечение реза: $l_2(t) \neq l_1(t)$
p_{23}	Сохранение равенства положений: $l_2(t) = l_1(t)$
p_{24}	Сохранение равенства скоростей: $V_2(t) = V_1(t)$
p_{25}	<i>Составная операция</i> , обработка профиля (порез)
p_{26}	Сохранение равенства положений: $l_2(t) = l_1(t)$
p_{27}	Движение НО в начальное положение: $l_2(t) \neq l_0$
p_{28}	НО находится в начальном положении: $l_2(t) = l_0(t)$
p_{29}	Движение НО в начальное положение: $V_2(t) \neq 0$
p_{30}	НО неподвижен (в начальном положении): $V_2(t) = 0$
p_{31}	Разрешен перевод привода НО в режим регулирования силы F_2
p_{32}	Привод НО в режиме регулирования силы: $F_2(t) = F_{2\text{нам}}$
p_{33}	Обработка профиля разрешена
p_{34}	Профиль зажат
p_{35}	Профиль зажат
p_{36}	Обработка завершена (профиль освобожден)
p_{37}	<i>Составная операция</i> , разрезание профиля
p_{38}	Разрешение подачи режущего инструмента на рез
p_{39}	Движение режущего инструмента на рез
p_{40}	Возврат режущего инструмента
p_{41}	Режущий инструмент находится в исходном положении

Сетевая модель дает возможность отчетливо проследить смену ситуаций в течение рабочего цикла ЛПП и соответствующую ей смену значений логических переменных. Так, мы можем видеть, что переменные наблюдения $x_1 - x_5$ имеют единичные значения только в течение соответствующих этапов (позиции $p_1 - p_5$). Переменные перехода $x_6 - x_{10}$ согласно модели изменяют свои значения в зависимости от значений переменных ситуационного анализа $x_{11} - x_{19}$ в соответствии с уравнениями:

$$x_6 = (x_{11} \& x_{12}) \& x_{20}, \quad (1)$$

$$x_7 = (x_{13}) \& x_{21}, \quad (2)$$

$$x_8 = (x_{14} \& x_{15} \& x_{16} \& x_{17}) \& x_{22}, \quad (3)$$

$$x_9 = (x_{18}) \& x_{23}, \quad (4)$$

$$x_{10} = (x_{19} \& x_{12}) \& x_{24}. \quad (5)$$

Данное обстоятельство наглядно отражено в модели (с учетом табл.3 и 4). В модели не представлены дополнительные переменные x_{20} - x_{24} , введенные в уравнения для учета возможных дополнительных условий формирования переменных перехода, которые могут появиться на последующих этапах разработки СУО, а также для адаптации СУО ЛП к конкретным приложениям. На данном этапе разработки СУО ЛП мы не можем оговорить законы их формирования, и поэтому все дополнительные переменные из набора x_{20} - x_{24} приняты логическими константами со значением 1.

Таблица 3

Признак	Переход
x_{10}	t_1
x_6	t_2
x_7, x_{13}	t_3
x_8	t_4
x_9	t_5

Таблица 4

Признак	Позиция
x_1	p_1
x_2	p_2
x_3	p_3
x_4	p_4
x_5	p_5
x_{11}	p_{12}, p_{18}
x_{12}	p_{14}, p_{19}, p_{30}
x_{14}	p_{21}, p_{24}
x_{15}	p_{23}, p_{26}
x_{16}	p_7 (косвенно)
x_{17}	нет (МВ всегда вкл.)
x_{18}	p_{36}
x_{19}	p_{28}

Представленная модель, благодаря присущей ей наглядности и средствам аппарата сетей Петри, позволяет графически отобразить и исследовать рабочий цикл ЛП, а также может служить основой для построения алгоритма управления [4] как летучими пилами, так и другими летучими механизмами.

SUMMARY

The Petri net as the working cycle mathematical model for the shaping mill flying saw, as the class-formed flying mechanism, was considered. The correlation between the control system logic variables and the net model was showed. The net model can be the basis for the development of the object-oriented control system of the flying saws, those are the wide flying mechanisms subclass.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Костенко С.Н., Червяков В.Д., Паньч А.А. О задачах управления электроприводом несущего органа летучей пилы // Проблемы автоматизированного электропривода. Теория и практика: Вестник ХГПУ. Специальный выпуск. - Харьков: ХГПУ, 1998. - С.266-267.
2. Паньч А.А., Червяков В.Д. Ситуационный анализ рабочего цикла летучей пилы // Праці П'ятої української конференції з автоматичного управління "Автоматика-98" - Ч.ІІІ - Київ: Видавництво НТУУ КПІ, 1998. - С.226-230.
3. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем / Пер. с англ. - М.: Мир, 1984. - 264 с.
4. Ямпольский Л.С., Бавашак В. Автоматизация проектирования и управления в гибком производстве. - К.: Техника; Варшава: Научн.-техн. изд-во, 1989. - 214 с.

Поступила в редколлегию 21 декабря 1998 г.

УДК 517.17:518.25

АНАЛІЗ РЕНТГЕНІВСЬКИХ СПЕКТРІВ ПРИ ЕНЕРГОДИСПЕРСІЙНІЙ СПЕКТРОГРАФІЇ

А.В.Черниш, асп.

ВСТУП

Одним з актуальних напрямків автоматизації електронно-зондового мікроаналізу є застосування сучасних інтелектуальних комп'ютерних