

АНАЛИЗ ЗАКОНОВ ДВИЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА НЕСУЩЕГО ОРГАНА ЛЕТУЧЕЙ ПИЛЫ МЕТОДОМ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Введение. Техничко-экономические показатели непрерывных технологических линий по производству длинномерных материалов в значительной мере определяются техническим уровнем летучих резательных машин [1]. Во многих случаях, например, на профилигибочных станах в качестве резательных машин используются летучие пилы (ЛП). Точность мерного пореза, продуктивность таких линий и энергоемкость продукции в значительной мере определяются энергоэффективностью и траекторной оптимальностью процессов движения привода несущего органа (НО) летучей пилы. Учитывая, что летучие пилы являются типовым технологическим объектом широкого применения, задача повышения технологического уровня привода НО летучей пилы как объектного класса может быть отнесена к числу важных народно-хозяйственных задач для таких отраслей, как прокатное производство, производство строительных материалов и др.. Анализ суперкласса "Летучая пила" с использованием объектно-ориентированного подхода [2-4], основанный на его результатах структурно-алгоритмический базис системы управления летучей пилой [5] и, наконец, предложенная в [6] объектно-ориентированная функциональная схема и рациональные по быстрдействию, точности и энергозатратам законы движения НО летучей пилы [7-9] являются тем базисом, на основе которого возможен переход к практической реализации этих концептуальных решений. Естественным этапом в этом направлении является проведение модельных экспериментов, что является неординарной актуальной задачей. В данной статье представлены результаты решения этой задачи в общей постановке.

Постановка задач исследования. Целью исследования является разработка концептуального решения по построению компьютерной модели объектно-ориентированной системы управления электроприводом несущего органа летучей пилы.

Материалы исследования. Для построения модели системы управления электроприводом НО летучей пилы воспользуемся подсистемой Simulink пакета Matlab. Предлагаемая модель системы управления приведена на рис.1. Она имеет иерархическое построение и состоит из нескольких подсистем (модулей), в соответствии с предложенными ранее объектными моделями [4], структурно-алгоритмическим базисом [5] и функциональной схемой [6] системы управления летучей пилой. В состав модели рис.1 входит несколько моделей-подсистем: модель привода обрабатываемого изделия (ОИ), модель связи НО с ОИ, модель двухрежимного электропривода НО, модель контроллера ЛП.

В модели привода ОИ (1) принята двухконтурная система регулирования скорости с П-регулятором скорости и фильтром Баттерворта 2-го порядка в качестве контура тока. Сигнал задания скорости ОИ подается в момент запуска модели и затем не изменяется.

Порез ОИ производится при сжатом состоянии механизма сцепления [1-3], посредством которого обеспечивается неподвижность НО относительно ОИ. При этом между НО и ОИ образуется упругая связь и возникает соответствующий упругий момент, который приложен к НО и ОИ и зависит от разности их скоростей на момент сцепления. В другие моменты времени, т.е. при отключенном механизме сцепления (все этапы рабочего цикла ЛП, кроме четвертого) указанный упругий момент не воздействует на НО и ОИ. Данное обстоятельство отражено посредством модели (2) и обеспечивается применением интегратора с триггерным портом и переключателя.

Модель двухрежимного электропривода НО (4) содержит контуры скорости и момента, настроенные на модульный оптимум. Ограничение рывка и переключение между режимами регулирования момента и скорости организовано в системе в соответствии с [10].

Модель контроллера ЛП (3) включает в себя подсистему переключения режимов работы электропривода НО, подсистему формирования заданной тахограммы электропривода НО с регламентированными значениями первой и второй производных скорости (ускорения и рывка), контроллер НО летучей пилы в виде Stateflow-диаграммы (рис.2). Контроллер НО организует последовательное выполнение этапов рабочего цикла ЛП с реализацией предложенных в [7-9] законов управления приводом НО. В системе циркулируют логические сигналы, полученные при сигнальном анализе рабочего цикла ЛП [3] и сигналы, принятые при построении функциональной схемы системы управления ЛП [6]. Stateflow-диаграмма рис.2 согласована с сетевой моделью рабочего цикла ЛП [2] и включает в себя три параллельно выполняемых диаграммы. Они определяют последовательности событий, связанных с функционированием расположенных на НО исполнительных механизмов ЛП (механизмов сцепления и подачи), движением точки обработки на ОИ, исполнением электроприводом НО задач, соответствующих каждому из этапов рабочего цикла ЛП. Последняя диаграмма (определяющая задачи электропривода НО) также имеет иерархическое построение и содержит диаграммы, раскрывающие содержание

каждого этапа. Переходы между этапами рабочего цикла ЛП осуществляются посредством логических переменных перехода x_6-x_{10} , формируемых по соответствующим признакам [3].

Применение в модели рис.1 Stateflow-диаграмм как инструмента моделирования сложных событийно-управляемых систем позволяет исследовать серию рабочих циклов ЛП с заданными мерными длинами, скоростями движения ОИ, тахограммами движения НО. При этом благодаря модульному построению, имеется возможность несложной замены (и отдельной отладки) основных блоков модели – моделей привода НО и привода ОИ, модели связи между НО и ОИ, модели контроллера ЛП. Таким образом, имеется возможность комплексного исследования поведения всей системы, приводов и управляющего алгоритма в течение последовательности всех этапов рабочего цикла или серии рабочих циклов. Анимированное поведение Stateflow-диаграмм во время симуляции дает возможность наглядного наблюдения последовательной смены этапов рабочего цикла и ключевых блоков управляющего алгоритма, что, кроме всего, также облегчает отладку модели и алгоритмов. Последнее, в связи с большой сложностью модели, имеет немаловажное значение. Все необходимые параметры модели задаются в отдельном m-файле, который загружается при ее запуске. В связи со сложностью модели вычисления производятся с фиксированным шагом методом Рунге-Кутты 4-го порядка точности.

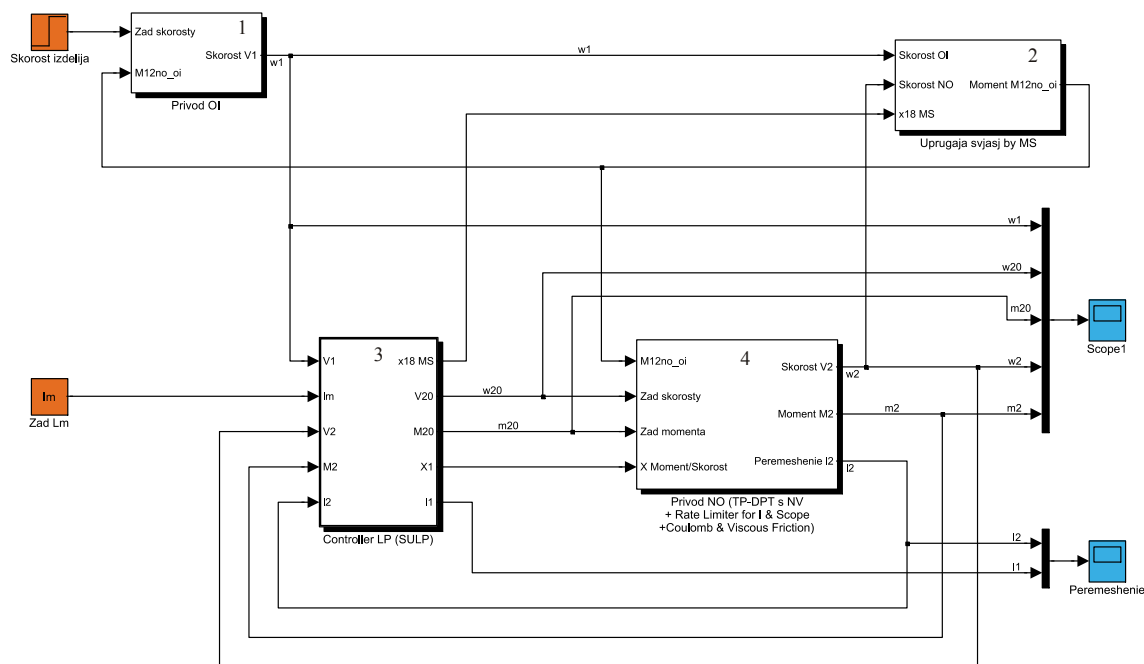


Рис.1. Модель системы управления электроприводом НО летучей пилы

На рис.3 приведены результаты моделирования одной из серий рабочих циклов с заданными мерной длиной, скоростью движения ОИ, параметрами движения НО. Они показывают работоспособность предложенных ранее [2-10] алгоритмов и способов управления ЛП, которые заложены в модели контроллера ЛП и двухрежимного электропривода НО: при работе ЛП обеспечивается приемлемая точность реза ОИ, нет подпора ОИ, НО возвращается в исходное положение. Для более точного отражения процессов в приводах НО и ОИ при исследовании системы управления электроприводом НО летучей пилы в дальнейшем следует использовать соответствующие модели с двухмассовыми механически-

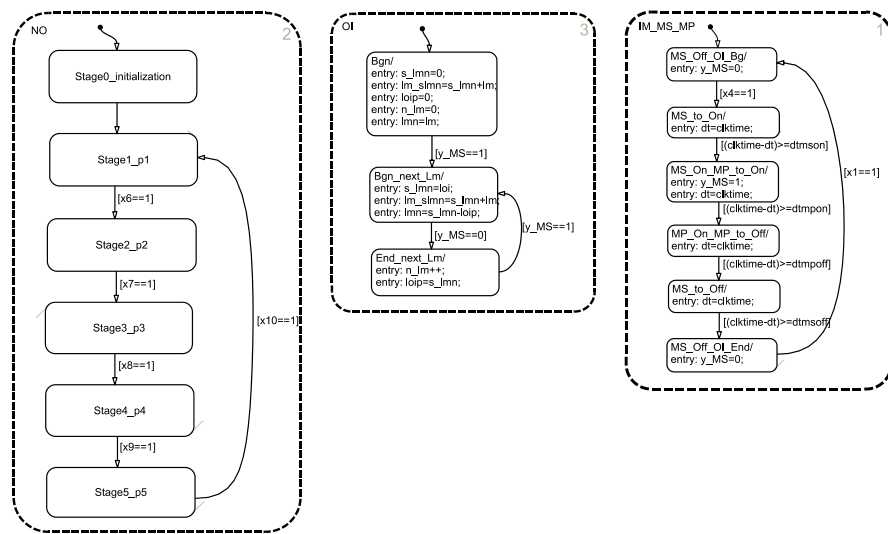


Рис.2. Stateflow-диаграмма

связью. Для более точного отражения процессов в приводах НО и ОИ при исследовании системы управления электроприводом НО летучей пилы в дальнейшем следует использовать соответствующие модели с двухмассовыми механически-

ми частями с зазорами. Кроме того, в модели контроллера ЛП можно реализовать другие режимы работы ЛП, организовать реакцию системы на различные внештатные ситуации.

Выводы. Разработанная модель системы управления электроприводом НО летучей пилы может служить инструментом для анализа качества процессов управления, успешно использоваться в практике проектирования и исследований. Модульное построение модели обеспечивает возможности свободного исследования различных законов управления и применения различных моделей механической части НО и ОИ и их приводов. Структура предложенной модели может служить базой при построении моделей для исследования систем управления других механизмов со сложными алгоритмами работы и их приводов. Моделирование с помощью данной модели серии рабочих циклов ЛП показывает работоспособность предложенных ранее законов управления ЛП.

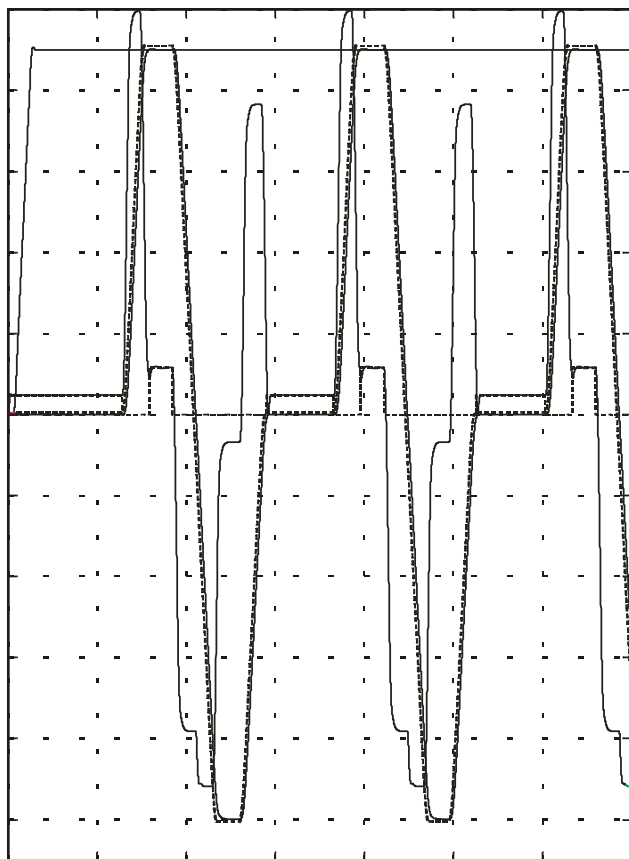


Рис.3. Графики изменения сигналов скорости ОИ, скорости и момента двигателя НО и их заданий (пунктиром) для серии рабочих циклов ЛП

Литература.

1. Червяков В.Д., Паньч А.А. Летучие механизмы как класс рабочих машин в аспекте задач управления// Электротехнические системы и комплексы: Межвузовский сборник научных трудов. – Магнитогорск: МГТУ, 1998. Вып.3. – С.176-182.
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. Червяков В.Д., Паньч А.А. Сигнальный анализ в объектно-ориентированной системе управления летучей пилой// Автоматика. Автоматизация. Электротехнические комплексы и системы. – Херсон: ХГТУ. – 1999. – №1(4). – С.119-124.
4. Червяков В.Д., Паньч А.А. К построению объектной модели системы управления электроприводом несущего органа летучей пилы// Проблемы создания новых машин и технологий. Научные труды КГПИ. Вып. 1. – Кременчуг: КГПИ. – 2000. – С.281-286.
5. Паньч А.А., Червяков В.Д. Структурно-алгоритмический базис объектно-ориентированной системы управления летучими пилами// Контроль і управління в складних системах (КУСС-99). Книга за матеріалами п'ятої міжнародної науково-технічної конференції. м. Вінниця, 3-5 лютого 1999 року. У 3-х томах. Том 2. – Вінниця: "УНІВЕРСУМ-Вінниця". – 1999. – С.66-72.
6. Червяков В.Д., Паньч А.А. Функциональная схема объектно-ориентированной системы управления летучими пилами// Проблемы создания новых машин и технологий. Научные труды КГПИ. Вып. 1. – Кременчуг: КГПИ. – 1999. – С.60-64.
7. Червяков В.Д., Паньч А.А. Задачи ресурсосберегающего управления электроприводом несущего органа летучей пилы// Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут". Збірка наукових праць. Тематичний випуск 10. – Харків, НТУ ХПІ, 2001. – С.370-371.
8. Паньч А.А. Энергетический аспект ресурсосбережения в процессах управления приводом несущего органа летучей пилы// Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету: Наукові праці КДПУ. – Кременчук: КДПУ, 2002. – Вип. 1(12). – С.200-204.
9. Паньч А.А., Червяков В.Д. Повышение управляемости и точности прогнозирования процесса движения несущего органа летучей пилы// Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету: Наукові праці КДПУ. – Кременчук: КДПУ, 2004. – Вип. 2/2004(25). – С.62-67.
10. Панич А.О., Петренко М.О. Обмеження ривка в двоережимній системі управління електропривода несучого органа летучої пили// Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КДПУ, 2007. – Вип. 3/2007 (44). – С.35-39.