

**ИССЛЕДОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРИ СОВМЕСТНОМ УПРАВЛЕНИИ ОСНОВНЫМИ КООРДИНАТАМИ ПРОКАТКИ**

При аналитическом исследовании процессов реальных динамических систем важным является обоснование математических моделей процессов, протекающих в этих системах. В ходе формирования методов анализа и синтеза эти модели, с одной стороны, должны наиболее адекватно отражать свойства реальных процессов, с другой – допускать исследования этих процессов известными теоретическими методами. Выход, видимо, следует искать на основе компромиссных решений в части выбора наиболее простых и в то же время содержательных моделей при решении интересующих задач [1]. Математическое моделирование – наиболее совершенный и эффективный метод моделирования, при котором применяются современные методы математического анализа, вычислительной математики и программирования, который весьма эффективен на этапе проектирования и исследования сложных электромеханических систем прокатного производства.

На основании математического описания электромеханических процессов прокатки полосы металла были созданы модели (рис. 1), которые имитируют работу наматывающих или разматывающих полосу механизмов, рабочей клетки, а также модель, имитирующую механические процессы в прокатываемой полосе металла (рис. 2). Движение моделями названных приводных агрегатов обеспечивалось при помощи моделей двигателей постоянного тока независимого возбуждения (ДПТ НВ) и систем автоматического управления (САУ), которые работают как при однозонном, так и при двухзонном регулировании [2].

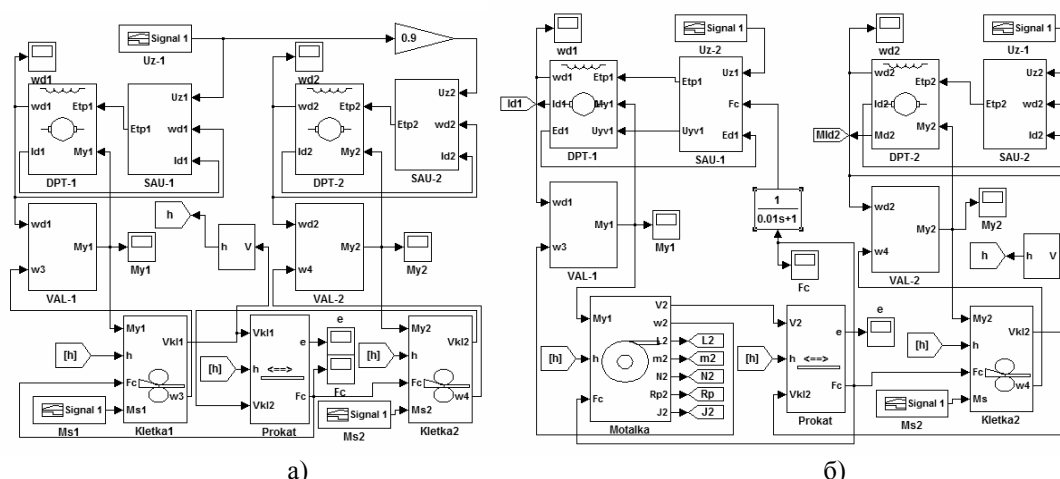


Рис. 1 – Имитационные модели взаимосвязанных ЭП при совместном управлении основными координатами

Для имитации случайных воздействий блоки Motalka, Prokat, Kletka [4] имеют порты входа  $h$ , что позволяет исследовать работу этих механизмов и системы в целом при случайном характере изменения толщины прокатываемого материала. Непостоянство значения  $h$  приводит к изменению жесткости полосы  $C_p$  и влияет на её упругие свойства. Также влияние разнотолщинности полосы учтено в модели моталки (при вычислении текущего значения радиуса, массы, момента инерции и массы рулона) и клетки, где с изменением  $h$  меняется момент сопротивления из-за увеличения усилия прокатки. На рис. 3 приведена модель формирователя толщины полосы случайного характера, сформированный сигнал показан на рис.4. Для моделирования изменения толщины полосы использован источник случайного сигнала с равномерным распределением (uniform random number). Уровень сигнала ограничен сверху и снизу значениями Maximum и Minimum, периодичность изменения сигнала задается параметром Sample time, диапазон варьирования величины  $h$  составляет 0,4 %.

Из выше перечисленных блоков составлены имитационные модели взаимосвязанных ЭП при совместном управлении основными координатами прокатки [3], для примера на рис. 1,а показана ЭМС состоящая

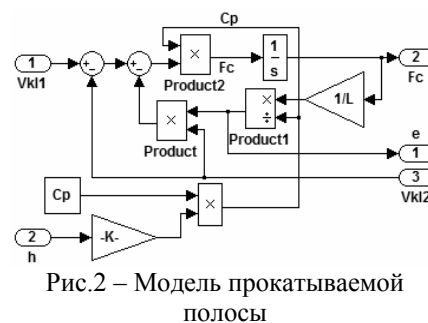


Рис.2 – Модель прокатываемой полосы

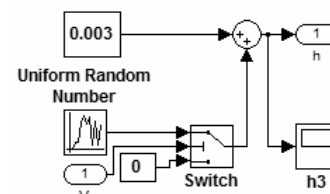


Рис.3 – Модель формирователя толщины полосы

из двух прокатных клетей с индивидуальными ЭП и САУ, механическая связь осуществляется через транспортируемую полосу (блок Prokat). На рис. 1,б приведена ЭМС, состоящая из моталки и рабочей клетки, также с индивидуальными двигателями и САУ. Связь между приводными двигателями и механизмами осуществляется через длинный вал (блоки VAL-1, VAL-2).

В первом случае управление осуществляется с учетом соотношения скоростей работы смежных клетей, тем самым регулируется межклетевое натяжение, во втором случае система выполнена по принципу «ведущий-ведомый», где привод клетки являлся ведущим, а привод моталки – ведомым. Созданные имитационные модели позволяют исследовать динамику ЭМС регулирования межклетевого натяжения в прокатном производстве.

На рис. 5 приведены переходные процессы основных координат взаимосвязанных ЭМС прокатного производства при совместном регулировании по соотношению скоростей (рис. 5,а) и с системой прямого регулирования по натяжению «ведущий-ведомый» (рис. 5,б), полученные с помощью имитационных моделей. Представленные графики приведены к базовым значениям. К обоим системам было приложено трапецидальное возмущение в виде наброса нагрузки в рабочей клетке, характер переходных процессов подтвердил астатизм контуров регулирования скорости клетки и правильность настройки САУ натяжения, позволяющая поддерживать постоянство натяжения. Случайный характер изменения толщины металла больше проявился во второй системе, что проявилось больше на графике угловой скорости моталки, так как толщина металла существенно влияет на радиус и момент инерции рулона.

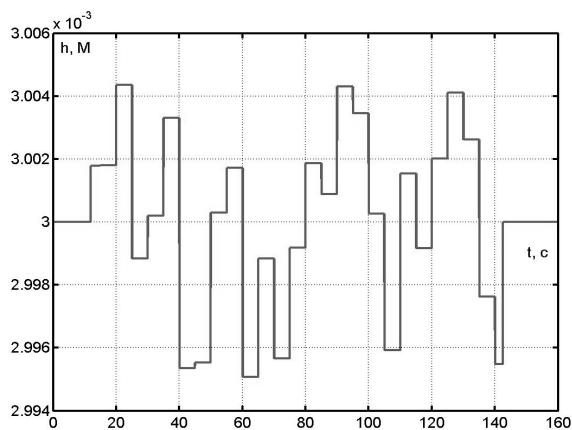


Рис.4 – Сигнал формирователя толщины случайного характера

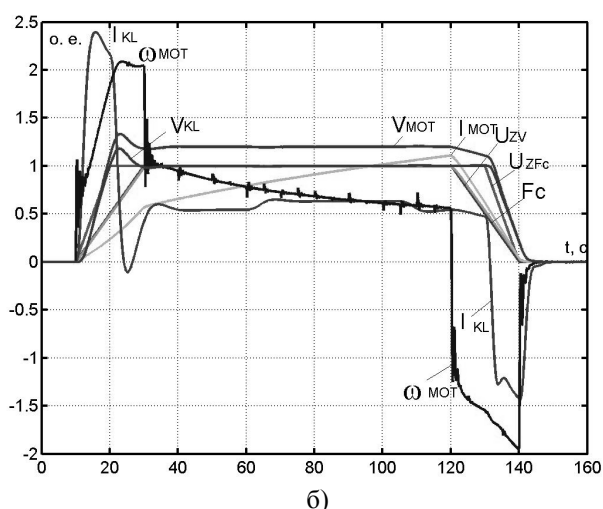
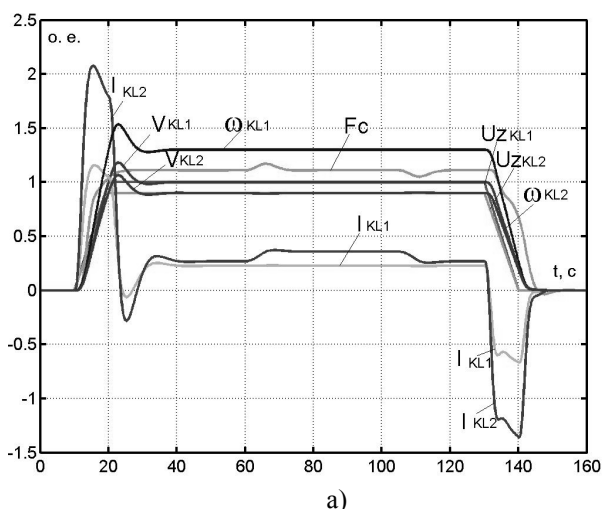


Рис. 5 – Электромеханические процессы имитационных моделей взаимосвязанных ЭП при совместном управлении основными координатами

Результаты проведенных исследований могут быть использованы при проектировании нового и реконструкции существующего технологического оборудования прокатного производства. Проведенные аналитические экспериментальные исследования подтвердили адекватность и достоверность рассмотренных ЭМС.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Городецкий А.Я. Информационные системы. Вероятностные модели и статистические решения. Учеб. Пособие – СПб., 2003. – 326 с.
2. Пивняк Г.Г., Бешта О.С., Фількін М.П. Автоматизований електропривод у прокатному виробництві – Дніпропетровськ, 2008. – 226 с.
3. Назарова Е.С. Вісник КДПУ. - Кременчук: КДПУ, 2010 - Випуск 3/2010 (62). Частина 1. - С. 22-25.
4. Пирожок А.В., Супрун Ю.А., Назарова Е.С. Имитационная модель механического движения металла для реверсивного одноклетевого стана холодной прокатки // Електротехніка та електроенергетика. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2007. – №1. – С.9-15.