



М.С. Ревунов, Д.С. Ревунов

## КОМБИНИРОВАННАЯ СИСТЕМА ЭКСТРЕМАЛЬНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПЛОТНОСТИ БУМАЖНОГО ПОЛОТНА

(Пензенский государственный университет)

Мировая целлюлозно-бумажная промышленность динамично развивается. Ежегодный прирост производства ожидается на уровне 2,5%, и к 2020 году общий объем выпуска бумаги и картона составит около 500 млн. тонн (рисунок 1).

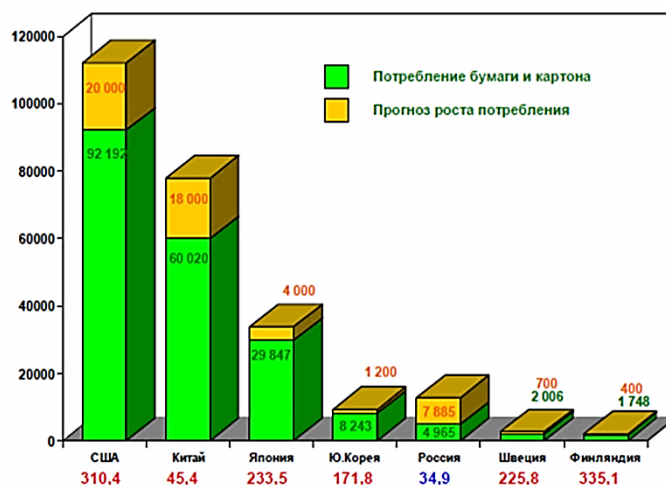


Рис. 1. Прогноз роста потребления бумаги и картона в мире

Современное состояние отечественной целлюлозно-бумажной промышленности характеризуется большим количеством предприятий небольшой мощности, оснащенных устаревшим оборудованием. На многих предприятиях используются энергоемкие и экологически устаревшие технологии с высоким потреблением сырья, энергоресурсов, химикатов и воды. В связи с ситуацией в отрасли важное значение для предприятий ЦБК имеет модернизация существующего оборудования и повышение качества продукции.

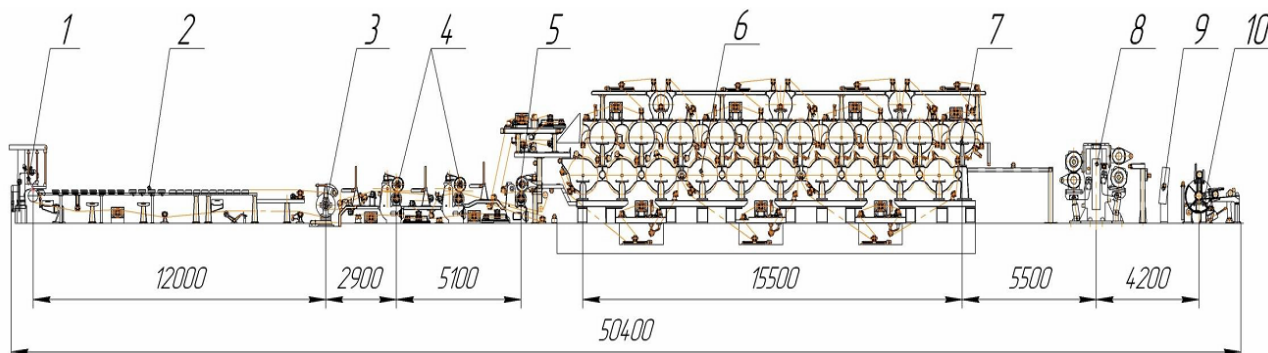
Бумагоделательная машина (БДМ) состоит из отдельных частей, каждая из которых является функциональной подсистемой, выполняющей определенные функции (рисунок 2).

Вес квадратного метра бумаги является самым значимым свойством, от которого зависит ее применение. Чем меньше изменение веса, тем лучше считается бумага, поэтому необходимо точно регулировать вес бумажного полотна на бумагоделательной машине. Для производства качественной бумаги необходимо обеспечить одинаковую линейную плотность бумажного полотна, как в продольном, так и в поперечном направлениях [1].

Стабилизация веса в поперечном направлении осуществляется с помощью изменения геометрии выпускной щели напорного ящика. Для этого к верхней планке щели из тонкой стали прикреплены штыри с червячными ре-



дукторами. Их количество определяет число зон регулирования веса бумажного полотна в поперечном направлении.



- 1 – Напорный ящик;
- 2 – Сеточный стол;
- 3 – Гауч-вал;
- 4 – Прямой пресс;
- 5 – Обратный пресс;
- 6 – Сушильная часть;
- 7 – Холодильный цилиндр;
- 8 – Машинный каландр;
- 9 – Сканер;
- 10 – Накат.

Рис. 2. Бумагоделательная машина

Равномерное распределение плотности бумажного полотна в продольном направлении зависит, главным образом, от однородности бумажной массы, поступающей в напорный ящик.

Помимо этого, равномерное распределение плотности бумажного полотна в продольном направлении зависит от объема бумажной массы, поступающей в напорный ящик. Характер зависимости определяется типом напорного ящика.

Для регулирования объема бумажной массы на соединительные трубы ставятся массные задвижки (граммовые вентили), управление которыми может осуществляться как вручную, так и с помощью специальных регуляторов.

Еще одним фактором, влияющим на плотность бумажного полотна в продольном направлении, является соотношение скоростей движения сеточного стола и напуска бумажной массы на сетку.

Соотношение между скоростью напуска бумажной массы и скоростью сеточного стола выражается формулой:

$$k_m = v_m / v_c ,$$

где  $v_m$  — скорость массы, поступающей на сетку, м/мин;  $v_c$  — скорость сетки, м/мин.

При заметном превышении скорости массы по отношению к скорости сетки могут образовываться наплывы массы на сетку, что приводит к ухудшению макроструктуры бумаги и снижению показателей прочности. При обратном соотношении увеличивается анизотропия бумажного листа. И в том и в



другом случае затрудняется регулирование массы  $1 \text{ м}^2$  бумаги по длине полотна и возможность управления степенью ориентации волокон [1].

Практика показывает, что при выработке большинства видов бумаг  $v_m$  приблизительно равна или, что чаще, несколько меньше  $v_c$ .

Также установлено, что зависимость неравномерности просвета бумаги или дисперсии ее веса носит экстремальный характер от коэффициента  $k_m$ , достигая минимальных значений при  $k_m = 1$ .

Таким образом, для регулирования плотности бумажного полотна в продольном направлении предлагается (рисунок 3):

- измерять скорость напуска бумажной массы, идущей из напорного ящика, с помощью кросскорреляционного метода измерения скорости [2]. Целью измерения является поддержание необходимого соотношения скоростей движения бумажной массы из напорного ящика и сеточной части бумагоделательной машины, что обеспечит равномерный напуск на сетку.
- использовать каскадное соединение регуляторов с предиктором для управления массовой задвижкой. Целью использования каскадного соединения регуляторов является борьба с огромным запаздыванием системы, которое возникает при управлении массовой задвижкой.

Для регулирования плотности бумажного полотна в поперечном направлении предлагается:

- использовать промышленных роботов-манипуляторов для изменения геометрии выпускной щели напорного ящика. Использование робота-манипулятора вместо системы оснащения каждого из механизмов регулировки индивидуальным приводом позволяет решить задачи регулирования параметров бумажного полотна при меньших затратах и с большей надежностью.

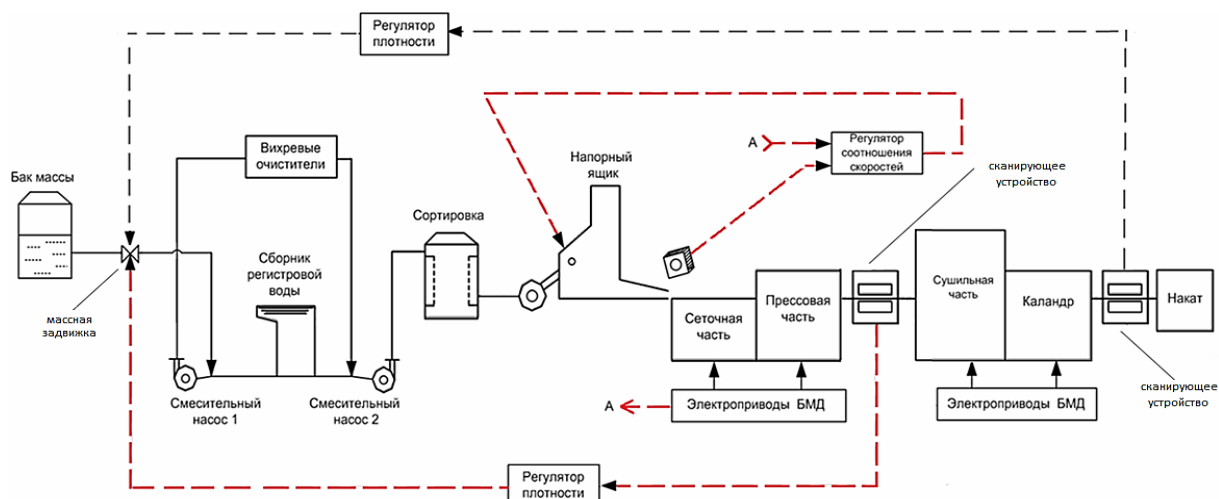


Рис. 3. Функциональная схема комбинированной системы экстремального регулирования плотности бумажного полотна в продольном направлении



### Литература

1. Комаров В.И. Технология целлюлозно-бумажного производства [Текст] / В.И. Комаров. – СПб: ВНИИБ, 2005.
2. Токарев М.П. Адаптивные алгоритмы обработки изображений [Текст] / М.П. Токарев. – Новосибирск: ИТ СО РАН, 2007.

Д.Н. Франтасов

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ПОГРЕШНОСТИ ДАТЧИКА ТОКА С КОРРЕКЦИЕЙ

(Самарский государственный университет путей сообщения)

Взаимоотношения между продавцом и покупателем строятся в первую очередь на количественной, качественной и стоимостной оценке товара. Электрическая энергия, поставляемая энергоснабжающими организациями, выступает в качестве товара, характеризующегося совпадением во времени процессов производства, транспортирования и потребления. Вместе с тем к электроэнергии, как к товару любого вида, применимы понятия "количество" и "качество". И возрастающие требования к точности учёта количества электрической энергии при требуемом качестве базируются на экономической основе.

Одним из направлений решения данной задачи является точный контроль и учет электроэнергии. В настоящее время при измерениях электроэнергии на большинстве энергообъектов не учитывают реальные погрешности компонентов системы.

Универсальный структурный метод коррекции погрешности, позволяющий в значительной степени уменьшить токовую, угловую и другие составляющие погрешности исследован в опубликованных ранее материалах [1]. Выводы по результатам исследований свидетельствуют, что уменьшение погрешности типового датчика тока на основе измерительных трансформаторов в несколько раз может быть обеспечено введением дополнительного корректирующего канала. Также модернизация существенно расширит диапазон рабочих токов и позволит снизить влияние внешних факторов на точность измерений. Однако исследования проводились для синусоидального сигнала.

В системах электроснабжения с мощными нелинейными нагрузками возникают режимы, отрицательно влияющие на работу средств учёта электрической энергии: занижение уровня, колебания и не симметрия питающего напряжения, искажения синусоидальности кривых напряжения и потребляемого тока. Это поднимает проблему электромагнитной совместимости средств учёта с влияющими факторами на точность учёта.

Если бы все электроприёмники обладали линейной вольтамперной характеристикой, то условия работы измерительных преобразователей соответствовали конструкции и требованиям нормативных документов. Однако большинство потребителей являются нелинейными, и при включении такого электро-