

Расчет обезвоживания бумажной массы на гидропланках с учетом использования химикатов

И. В. Ключкин, Н. Н. Кокушин,
П. В. Осипов, П. В. Кауров

Математическим моделированием процесса обезвоживания бумажной массы на сетках бумагоделательных машин занимались как отечественные [1, 2], так и зарубежные ученые [3, 4].

Так, Г. Тейлор [5] разработал математическую модель обезвоживания бумажной массы на гидропланках, основанную на использовании уравнения Бернулли для невязкой жидкости, уравнения неразрывности и уравнения для скорости фильтрации.

Н. Н. Кокушин и П. В. Кауров [6, 7] математическую модель обезвоживания бумажной массы на гидропланках описали следующей системой уравнений:

$$V_{\phi}(x) = V_c \frac{d(h_2(x))}{dx} = K_{\phi} \frac{h_0 - h_2(x) + \frac{-p(x)}{\gamma}}{(1-f_p)\Delta l_1 + h_2(x) \frac{c'_0 - c_m}{c_0 - c'_0}}$$

$$\frac{d^2 p(x)}{dx^2} = \frac{12\mu}{h^3(x)} \left[-V_{\phi}(x) + \frac{V_c dh(x)}{2Dx} - \frac{h^2(x)}{4\mu} \frac{dh(x)}{dx} \frac{dp(x)}{dx} \right]$$

$$h(x) = a + bx + z(x).$$

$$EJ \frac{d^4 z(x)}{dx^4} - T \frac{d^2 z(x)}{dx^2} = -p(x) + \gamma [h_0 + h_c - h_2(x)] + q(x).$$

$$q(x) = -p \cdot V_c^2 (h_0 + h_c) \cdot \frac{d^2 z(x)}{dx^2}$$

$$F = \frac{c'_0 - c_m}{c_0 - c'_0} (1-f_p) \Delta l_1.$$

где $p(x)$ – вакуум в клине гидропланки, V_{ϕ} – скорость фильтрации, $h(x)$ – зазор между сеткой и гидропланкой, $z(x)$ – прогиб сетки, μ – вязкость подсеточной воды, $q(x)$ – нагрузка на сетку от центробежной силы инерции слоя массы, V_c – скорость сетки, γ – удельный вес бумажной массы, K_{ϕ} – коэффициент фильтрации, c'_0 – концентрация обезвоживаемой бумажной массы, c_0 – концентрация осевшего слоя, c_m – концентрация подсеточной воды, EJ – жесткость сетки.

Существует множество моделей, прописывающих ход обезвоживания, но представленная математическая модель состоит из уравнений, в совокупности описывающих процессы, происходящие при отливе бумажной массы на гидропланках: фильтрацию бумажной массы с учетом наличия или отсутствия размыва; течение подсеточной воды в клине гидропланки; прогиб сетки с учетом ее жесткости; инерционность от веса сетки и слоя бумажной массы на сетке; переменность натяжения сетки по длине сеточного стола. Используя эту математическую модель и данные, полученные при испытаниях бумажной массы на приборе ЛПИ [8], можно получить графики [9], которые свидетельствуют о достаточно точной сходимости значений лабораторных и динамических (расчетных) коэффициентов фильтрации (рис. 1).

Однако представленные математические модели не учитывали влияние химикатов, применяемых сейчас на сетках машин для ускорения обезвоживания в сеточных частях БДМ, а данные, полученные лабораторным путем с использованием химикатов, ускоряющих ход обезвоживания показали незначительное влияние химикатов на величину лабораторных коэффициентов фильтрации, что можно объяснить кратковременностью воздействия химикатов на бумажную массу. На действующей бумагоделательной машине химикаты, ускоряющие ход обезвоживания, подаются заблаговременно до подачи бумажной массы на сетку, но время нахождения их в массе до поступления массы на сеточный стол неизмеримо меньше, чем в лабораторных

условиях. Данные, полученные с действующих бумагоделательных машин, показывают увеличение сухости бумажного полотна при использовании ускоряющих обезвоживающих химикатов (рис. 2).

Влияние химикатов, применяемых для ускорения обезвоживания, можно определить, используя уравнение регрессии [10].

$$Y_i = b'_0 - b_1 X_i.$$

Ход решения. Определяются средние значения Y_{cp} и X_{cp} :

$$Y_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{\sum_{i=1}^n P_i}, \quad X_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{\sum_{i=1}^n P_i}.$$

Определяется угловой коэффициент b_1 линии регрессии:

$$b_1 = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i (X_i - X_{cp})}{\sum_{i=1}^n (X_i - X_{cp})^2}.$$

Определяется коэффициент b'_0 :

$$b'_0 = Y_{cp} - \frac{\sum_{i=1}^n Y_i (X_i - X_{cp})}{\sum_{i=1}^n (X_i - X_{cp})^2}.$$

Введя в качестве данных уравнения регрессии значения коэффициентов фильтрации, полученные лабораторным путем, сначала подсчитаем коэффициенты b_1 и b'_0 для данной машины, а затем значения коэффициентов фильтрации с учетом применения ускоряющих обезвоживающих химикатов. Решая уравнения регрессии, получаем следующую зависимость:

$$\lg K_{\text{фильтр}} = A \lg K_{\text{лаб}}.$$

Используя данные результатов расчета, можно построить графики, отражающие ход обезвоживания на сетке бумагоделательной машины (рис. 3).

Используя полученные результаты, можно прогнозировать ход обезвоживания на сетке бумагоделательной машины, где еще до применения химикатов, ускоряющих ход обезвоживания.

Список литературы

1. Кокушин Н. Н. Отлив бумажного полотна. Теория и расчет кинетики. [Текст]/СПб. – Изд-во Политехн. ун-та., 2010. – с. 215.
2. Ильинский А. М. Моделирование условий обезвоживания бумажной массы на сеточной части бумагоделательной машины [Текст]/автореферат дисс. канд. техн. наук. – Ленинград. – 1981. – с. 20.
3. Meyer H. Die entwässerung einer geradlinig bewegten faserstoffbahn an einem feststehenden gleitschuh, 1958. – № 18. – р. – 773-777.
4. Zu J. W., Chen J. A. theoretical study of vacuum force on gravity foils and step foils. [Text]/Tappi Journal, 1999. – № 11. – р. 93-98.

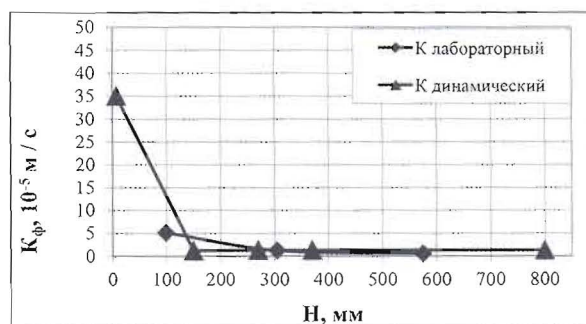


Рис. 1. Зависимость лабораторного и динамического коэффициентов фильтрации от напора.

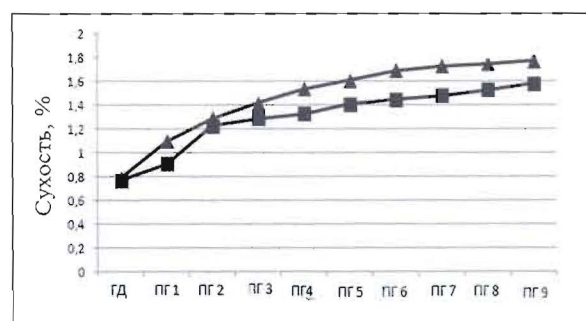


Рис. 2. Обезвоживание на сеточном столе БДМ № 6 (г. Балахна):

ГД – грудная доска; ПГ – пакеты гидропланок.

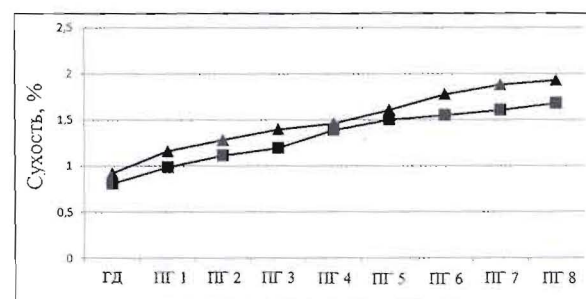


Рис. 3. Ход обезвоживания на сеточном столе, с учетом применения уравнений регрессии:

ГД – грудная доска; ПГ – пакеты гидропланок.

5. Taylor G. I. Drainage at a table roll and a foil. [Text]/Pulp and Paper Magazine of Canada, 1958. – р. 172-176.

6. Кауров П. В. Моделирование обезвоживания бумажной массы на гидропланках для проектирования и совершенствования бумагоделательных машин [Текст]/Дисс. канд. техн. наук. – СПб. – СПбГТУРП, 2010. – с. 142.

7. Кокушин Н. Н. Теория и расчет процессов отлива бумажного полотна. [Текст]/Дисс. докт. техн. наук. – Л., 1987.

8. Кауров П. В., Кокушин Н. Н. Сопоставление экспериментальных и расчетных данных при обезвоживании бумажной массы на гидропланках. [Текст] / Лесной журнал. – 2009. – № 6. – с. 137-140.

9. Ключкин И. В., Кокушин Н. Н., Осипов П. В., Кауров П. В. Совершенствование расчетов обезво-

живания в сеточных частях БДИ и КДМ с целью учета влияния химикатов, применяемых для ускорения обезвоживания [Текст]/Целлюлоза. Бумага. Картон. – 2015. – № 4. – С. 40-44.

10. Спирин А. П. Экспериментальный анализ методов расчета обезвоживания на регистровой части бумагоделательных машин. [Текст]/Дисс. кандидат техн. наук. – Л. – ЛТИЦБП, 1975. – 150 с.

Жизнь в едином ритме

Международная компания **Mondi**, производитель упаковочных и бумажных материалов, заявляет о ребрендинге торговой марки офисной бумаги **MAESTRO®**. Продукт в упаковке нового дизайна появится в продаже в октябре 2015 года. На ребрендинг продуктовой линейки **MAESTRO®** вдохновило мастерство дирижера оркестра управлять действиями музыкантов. Подобным образом компания **Mondi** с помощью широкого ассортимента продукции под брендом **MAESTRO®** стремится соответствовать вкусам самых разных клиентов.

В знак признания международной популярности и успеха торговой марки, **Mondi** оживляет бренд кампанией, включающей новый дизайн упаковки, видео и музыкальные композиции в разном стиле. Чтобы подчеркнуть уникальные характеристики упаковок офисной бумаги, компания посвятила каждому подбренду **MAESTRO®** определенный музыкальный стиль.

«Подобно музыкантам, подбирающим песню под настроение публики, мы предлагаем широкий ассортимент офисной бумаги **MAESTRO®** для удовлетворения любых потребностей наших клиентов. Если в ваших планах произвести яркое впечатление, вы можете рассчитывать на **MAESTRO®**», – говорит **Йоханнес Клумп**, директор по маркетингу и продажам **Mondi Uncoated Fine Paper**.

Широкое применение и надежное качество

Компания **Mondi** стремится понять и превзойти ожидания клиентов, а также каждый день удовлетворять их потребности в офисной бумаге. Для того, чтобы оперативно реагировать на требования покупателей, **MAESTRO®** представляет адекватные композиционные решения в линейке офисной бумаги. Среди продуктов **MAESTRO®** найдется подходящий вариант для выражения элегантности, многофункциональности, прочности, интеллекта или городского стиля. «Если вы нуждаетесь в динамичном контрасте при печати текстов и яркой графике с бумагой **MAESTRO® extra**, **MAESTRO® supreme**, **MAESTRO® ultra** или цветной бумаге **MAESTRO® color**, предлагающей 30 различных привлекательных оттенков на выбор, или в производительной черно-белой печати с продуктами **MAESTRO® standard** и **MAESTRO® special** линейка **MAESTRO®** не даст вам сфальшивить», – объясняет **Й. Клумп**.

Бумага **MAESTRO®** оптимально подходит для разнообразных офисных нужд. В ассортимент входят как бумага с высокой степенью белизны, так и цветная бумага с высоким уровнем непрозрачности и минимальным пылеобразованием, что приводит к меньшему износу техники и экономии на содержании и обслуживании. Зарекомендовавшая себя технология **ColorLok®** в бумаге **MAESTRO® supreme** и **MAESTRO® extra** дает отличные результаты при использовании струйных принтеров и обеспечивает более сочные оттенки темных и ярких цветов, а также быстрое высыхание.

Устойчивость. Каждый день

С точки зрения устойчивого развития бренд **MAESTRO®** решительно демонстрирует свою экологичность. Все виды бумаги линейки **MAESTRO®** имеют сертификаты **FSC™** или **PEFC™** и входят в «Зеленую Линейку» (**Green Range**) продуктов **Mondi**. Компания **Mondi** каждый день работает над непрерывным улучшением экологических показателей своей продукции и технологических процессов. Экологическая устойчивость – это основа и неотъемлемая составляющая корпоративной стратегии **Mondi**. «Зеленая Линейка» экологичной бумаги **Mondi** была впервые представлена в 2006 году, Сегодня это признанный символ экологической эффективности устойчивого бумажного производства, а все виды бумаги «Зеленой Линейки» имеют сертификацию **FSC™** или **PEFC™**, на 100 % изготовлены из вторичного сырья или отбелены без использования хлора. Эту инициативу подкрепляет тесное сотрудничество с общественными и неправительственными природоохранными организациями. В результате компания **Mondi** является обладателем многочисленных сертификатов таких общепризнанных систем сертификации, как: **FSC™**, **PEFC™**, **EU Ecolabel**, **Blue Angel**, **Austrian Ecolabel**, а также награды **PPI Awards** за экологическую стратегию **Mondi** и ее долгосрочное партнерство с **Всемирным фондом дикой природы (WWF)**.

Для получения более полной информации приглашаем посетить наш сайт: www.mondigroup.com/maestro или канал **Mondi** на сайте **YouTube**: www.youtube.com/MondiCom