

Научная статья  
УДК 676.054.48

## МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ НАПУСКНОГО УСТРОЙСТВА ЛАБОРАТОРНОЙ БУМАГОДЕЛАТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ «РАМА»

Евгений Владиславович Полуяхтов<sup>1</sup>, Геннадий Романович Старцев<sup>2</sup>,  
Сергей Николаевич Исаков<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Уральский государственный лесотехнический университет,  
Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> polujaxtov@mail.ru

<sup>2</sup> gena.startsev.00@mail.ru

<sup>3</sup> isakovsn@m.usfeu.ru

**Аннотация.** В статье представлены процессы проектирования и моделирования напускного устройства. Получены картины течения бумажной массы, распределения скоростей и давлений в 2D- и в 3D-форматах.

**Ключевые слова:** напускное устройство, бумажная масса, гидродинамический расчет

Original article

## SIMULATION OF THE OPERATION OF THE INLET DEVICE OF THE LABORATORY PAPERMAKING MACHINE “RAMA”

Evgeniy V. Poluyakhtov<sup>1</sup>, Gennady R. Startsev<sup>2</sup>, Sergey N. Isakov<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> polujaxtov@mail.ru

<sup>2</sup> gena.startsev.00@mail.ru

<sup>3</sup> isakovsn@m.usfeu.ru

**Abstract.** The article presents the processes of designing and modeling of the inlet device. Patterns of paper pulp flow, velocity and pressure distributions in 2D and 3D are obtained.

**Keywords:** inlet device, paper pulp, hydrodynamic calculation

При ремонте лабораторной установки «РАМА» потребовалось спроектировать напускное устройство. В качестве прототипа взята классическая конструкция открытого напускного устройства (НУ) (рис. 1) [1].

Бумажная масса подается в коллектор (1) и проходит через перфорированную плиту (2). По мере передвижения бумажной массы внутри

корпуса (4) ее нужно перемешивать перфорированными валами (3). Расход регулируется передней стенкой (5) с механизмом передвижения (6). Для создания турбулентности используется щит (7). На поверхности бумажной массы образуется пена, которая гасится sprысками (8). Толщина бумажного полотна регулируется щелью между верхней (9) и нижней (10) губами.

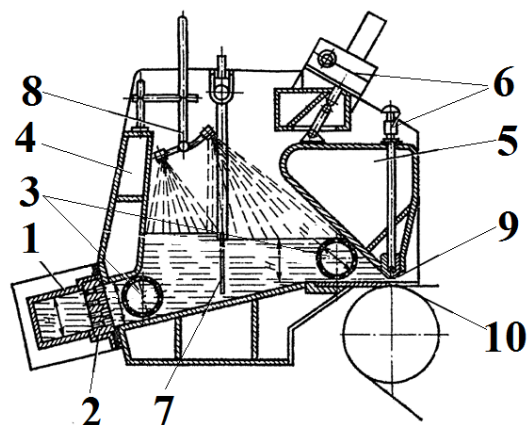


Рис. 1. Напускное устройство открытого типа:

- 1 – коллектор-потокораспределитель; 2 – перфорированная плита;
- 3 – перфорированные валы; 4 – корпус ящика; 5 – передняя стенка;
- 6 – механизм регулирования напускной щели; 7 – щит; 8 – пеногаситель;
- 9 – верхняя губа; 10 – нижняя губа

Модель НУ представлена на рис. 2. Бумажная масса (1) подается во входной патрубке потокораспределителя (2), который имеет перелив (3), через который удаляются излишки буммассы. Далее бумажная масса попадает в корпус, состоящий из стенок (4) и (7). Расход регулируется губой (5), которая установлена на передней стенке (6).

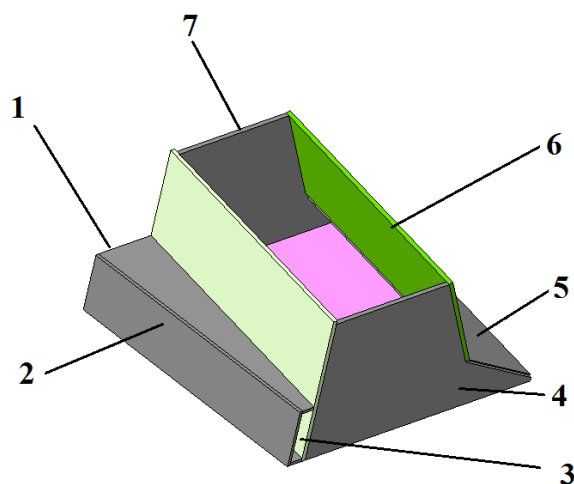


Рис. 2. Модель напускного устройства: 1 – вход бумажной массы; 2 – потокораспределитель; 3 – перелив; 4, 7 – стенки; 5 – губа; 6 – передняя стенка

Объем бумажной массы, требуемый для изготовления бумажного полотна на экспериментальной бумагоделательной машине, рассчитывается по формуле:

$$Q = \frac{B \cdot v \cdot q}{C} = \frac{0,29 \cdot 1,5 \cdot 45}{0,008} = 2447 \text{ г/с} = 2,45 \text{ кг/с},$$

где  $B = 0,29$  м – необрезная ширина бумаги на бумагоделательной машине;  $v = 90$  м/мин  $1,5$  м/с – скорость работы;  $q = 45$  г/м<sup>2</sup> – масса 1 м<sup>2</sup> бумаги;  $c = 0,8\% = 0,008$  – концентрация бумажной массы;

С учетом 10 % перелива объем подаваемой бумажной массы в НУ должен быть 2,7 кг/с или 2,68 л/с.

Уровень массы в открытом НУ для обеспечения скорости подачи массы на сетку при скорости 1,5 м/с:

$$h = \frac{v^2}{2 \cdot g} = \frac{1,5^2}{2 \cdot 9,8} = 0,114 \text{ м}.$$

Для расчета режима движения массы, определения скоростей и давлений создана твердотельная модель НУ, которая представлена на рис. 3 и 4.

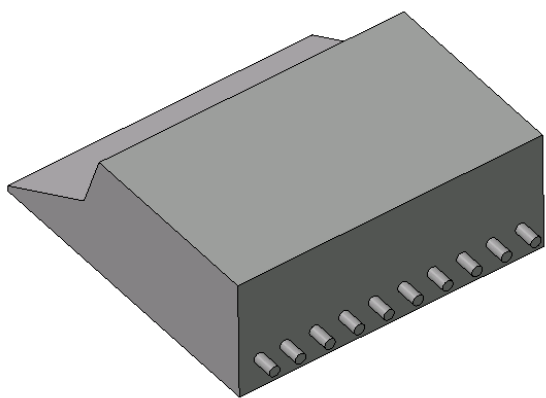


Рис. 3. Модель бумажной массы со стороны потокораспределителя

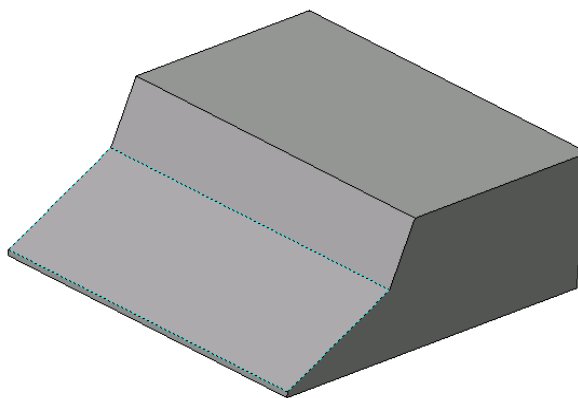


Рис. 4. Модель бумажной массы со стороны напускной щели

Решение гидродинамической задачи производилось в программе инженерных расчетов методом конечных элементов, модель которого представлена на рис. 5.

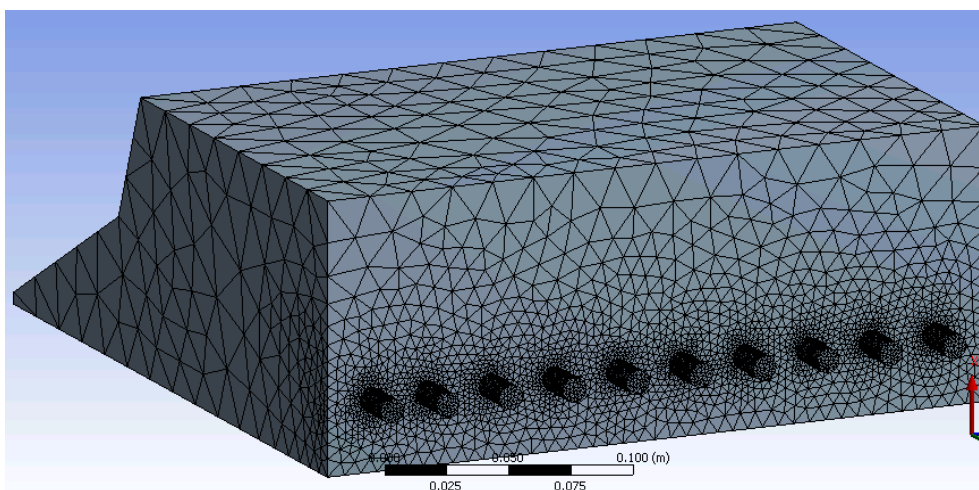


Рис. 5. Конечно-элементная модель бумажной массы в напускном устройстве

После задания граничных условий произведен расчет, результаты которого представлены в виде поля распределения давления бумажной массы внутри напускного устройства (рис. 6), векторной картины распределения скоростей в горизонтальной плоскости (рис. 7), а также в объемном представлении (рис. 8).

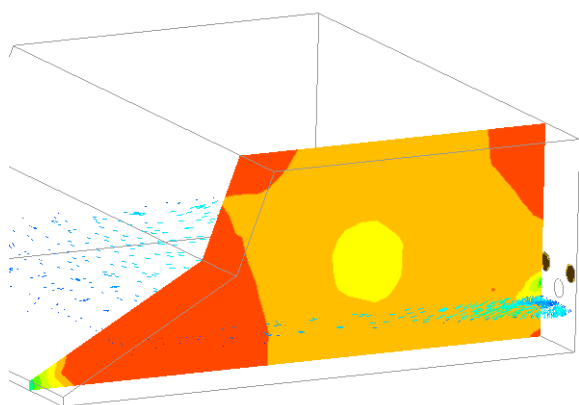


Рис. 6. Поле распределения давления бумажной массы

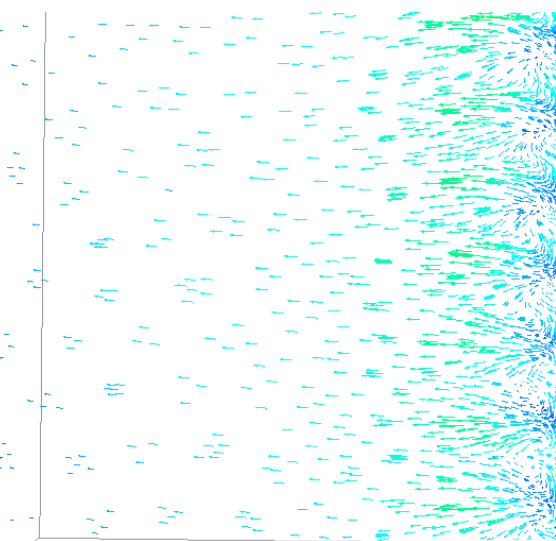


Рис. 7. Плоская векторная картина скоростей бумажной массы

Для представления траекторий движения бумажной массы на рис. 9 представлены линии тока.

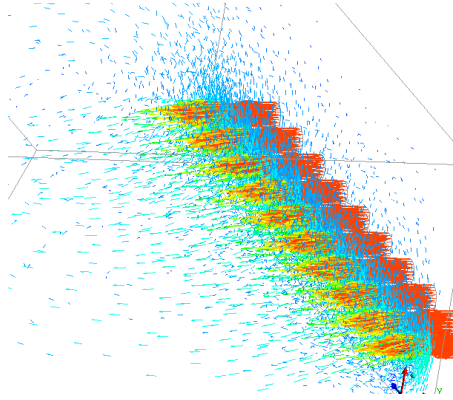


Рис. 8. Объемная векторная картина скоростей бумажной массы

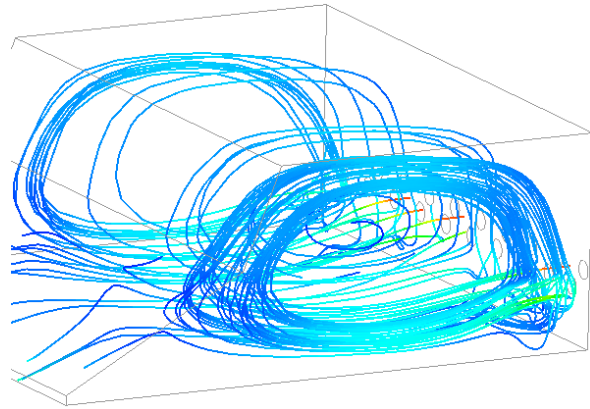


Рис. 9. Линии тока

Результаты расчета показали необходимость в установке потокоуспокоительных элементов: перфорированных плит, перфорированных валиков и дополнительных перегородок.

### *Список источников*

1. Ревунов М. С., Салмов Е. Н. Моделирование поверхности потока бумажной массы на сетке бумагоделательной машины // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. 2020. № 1 (31). С. 43–47. URL: <https://clck.ru/39Fwhq> (дата обращения: 20.11.2023).