

**КОМПЬЮТЕРНЫЙ АНАЛИЗ ЯЧЕЕЧНОЙ МОДЕЛИ
ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОГО ОБЕЗВОЖИВАНИЯ
ВОЛОКНИСТОГО МАТЕРИАЛА В ВАЛКОВОЙ ПАРЕ**

**COMPUTER ANALYSIS OF THE CELL MODEL
OF THE PROCESS OF MECHANICAL DEHYDRATION
OF FIBROUS MATERIAL IN A ROLLER PAIR**

С.В. ЕРШОВ, Е.Н. КАЛИНИН
S.V. ERSHOV, E.N. KALININ

(Ивановская государственная текстильная академия)
(Ivanovo State Textile Academy)
E-mail: enkalini@gmail.com

Проведен компьютерный анализ ячеечной модели процесса механического обезвоживания волокнистого материала в валковой паре. Установлены основные зависимости технологических параметров процесса, образующие основу методологии синтеза принципиально новых систем для механической обработки волокнистых материалов с широким спектром конструктивных и технологических характеристик.

The computer analysis of the cell model of mechanical dehydration of fibrous material in a roller pair has been carried out. The basic dependences of technological parameters of the process forming the basis of synthesis methodology of fundamentally new systems for mechanical treatment of fibrous materials with a wide range of structural and technological characteristics have been established.

Ключевые слова: механическое обезвоживание, массообмен, капиллярно-пористая структура, валковое устройство, ячеечная модель.

Keywords: mechanical dehydration, mass exchange, a capillary-porous structure, a roller unit, a cell model.

Проектирование рациональных отжимных устройств и оптимизация режимов их эксплуатации должны основываться на научно обоснованном анализе процессов, протекающих при обезвоживании определенного вида обрабатываемого волокнистого материала. Практический и научный интерес представляют закономерности, характеризующие взаимосвязь геометрических, кинематических, гидравлических и динамических параметров, изменяющихся по ширине зоны контакта валов с обрабатываемым волокнистым материалом.

Разработанная нами ячеечная модель массообмена в процессе механической обработки текстильного материала распре-

ленным давлением [1] позволяет исследовать процесс фильтрации (движения жидкости) через капиллярно-пористую структуру ткани при ее механическом обезвоживании в жале валов. При этом актуальны количественная и качественная оценки взаимосвязей между технологическими и конструктивными параметрами системы, влияющими на эффективность процесса отжима при различных режимах эксплуатации отжимного устройства

Зона контакта валковой пары с обрабатываемым полотном текстильного материала представлена на рис.1 (1, 2 – валы отжимного устройства; 3 – обрабатываемый текстильный материал; 4 – твердый

скелет ткани; 5 – свободная влага), где в соответствии с ячеечной моделью [1] сечение a-a характеризуется входными параметрами полотна ткани, поступающего в зону контакта; проекция сечения с-с совпадает с осью, соединяющей центры поперечных сечений отжимных валов; сечение e-e характеризуется выходными параметрами полотна ткани, исходящего из зоны контакта валов.

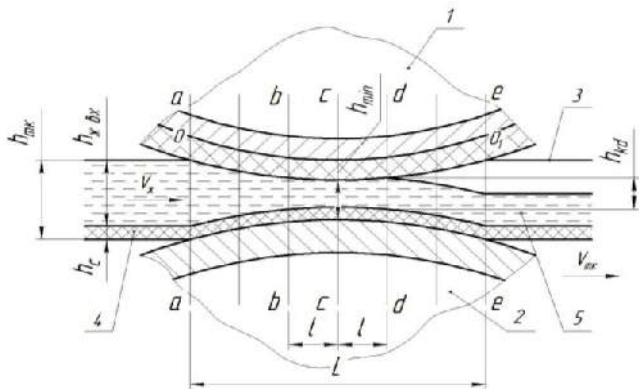


Рис. 1

Сечение d-d смещено относительно оси, соединяющей центры поперечных сечений валов, на величину l и характеризует зону контакта, где происходит разрыв потока жидкости, а скорость ее движения становится равной нулю. Сечение b-b расположено симметрично сечению d-d относительно диаметральной плоскости валов.

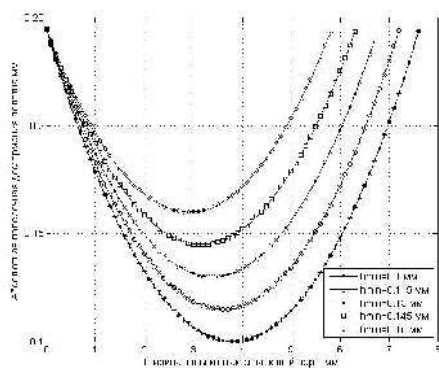


Рис. 2

На рис. 2 и 3 представлены результаты исследования абсолютной поперечной деформации полотна ткани в жале валов в зависимости от h_{\min} и D_i соответственно, анализируя которые можно сказать, что на

Нами принято, что величина поперечной деформации слоя ткани в сечениях b-b и d-d одинакова.

Численный анализ [2] ячеечной модели выполнен нами применительно к хлопчатобумажной ткани миткаль арт. 15 при толщине ткани $h_{\text{тк}}=0,245$ мм и толщине скелета ткани $h_c=0,087$ мм [3], который состоит из твердых частиц и химически связанной с ними влаги. Входными параметрами ячеечной модели процесса механического обезвоживания текстильного материала распределенным давлением являются значения скорости $V_{\text{тк}}$ транспортировки ткани, диаметры D_i валов и минимальная толщина h_{\min} деформированного слоя ткани в зоне контакта валов. Закон изменения давления сжатия $P=P(x)$ по ширине зоны контакта валов определяется изменением толщины полотна $h=h(x)$, которое при заданных радиусах отжимных валов характеризуется минимальной толщиной h_{\min} деформированного слоя ткани в зоне контакта валов. Условиям численного эксперимента соответствуют три значения скорости ткани $V_{\text{тк}}$: 2,5; 3,3 и 4,2 м/с; пять значений диаметров D_i валов, изменяемых в пределах от 200 до 260 мм через каждые 15 мм, и изменяемая минимальная толщина h_{\min} деформированного слоя ткани от 0,1 до 0,16 мм через каждые 0,015 мм.

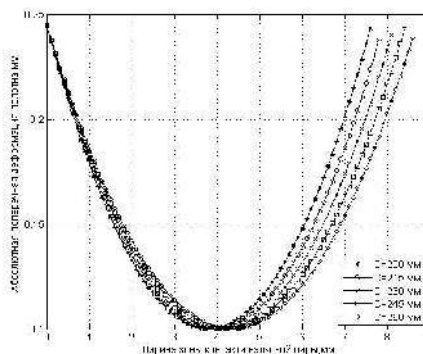


Рис. 3

геометрические параметры процесса наиболее существенное влияние оказывает нагрузка в жале валов, в меньшей степени – диаметры отжимных валов. Полученные данные используются в модели для опре-

деления скорости фильтрации жидкости через капиллярно-пористую структуру волокнистого материала, гидравлического давления в зоне контакта валов и остаточной влажности ткани.

Результаты модельного эксперимента по определению зависимостей скорости фильтрации жидкости от V_{TK} , D_i и h_{min} приведены на рис. 4, 5 и 6. В итоге следует отметить, что на входе ткани в зону контакта (сечение a-a) [1] скорость потока резко снижается, так как $h_a = \max$ и $V_{жа} = \min$. Скорость фильтрации равна нулю в сечениях b-b и d-d, в направлении, противоположном направлению движения полотна, от сечения b-b скорость фильтрации отрицательна, так как скорость жидкости на этом участке зоны контакта значительно меньше скорости полотна ткани,

а в направлении, совпадающем с вектором скорости полотна – положительна, так как скорость жидкости максимальна. Так, с увеличением h_{min} , то есть при увеличении нагрузки в жале валов, наблюдается значительный рост максимального значения скорости фильтрации в сечении с-с, но и вместе с этим снижается ее минимум на входе ткани в зону контакта (сечение a-a). С увеличением диаметра валов D_i от 200 до 260 мм максимальная скорость фильтрации увеличивается более чем в 2 раза. При изменении скорости ткани V_{TK} от 2,5 до 4,2 м/с максимальная скорость фильтрации увеличивается пропорционально – в 2 раза, минимальное значение увеличивается – в 1,5 раза. Тем самым определены условия для более эффективного обезвоживания обрабатываемого материала.

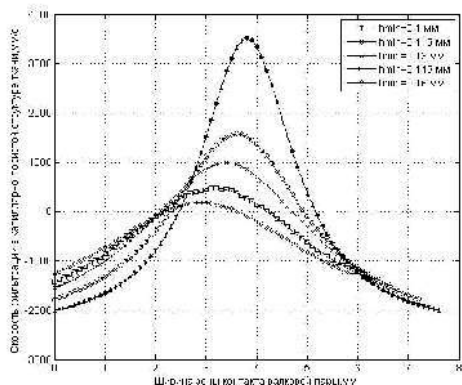


Рис. 4

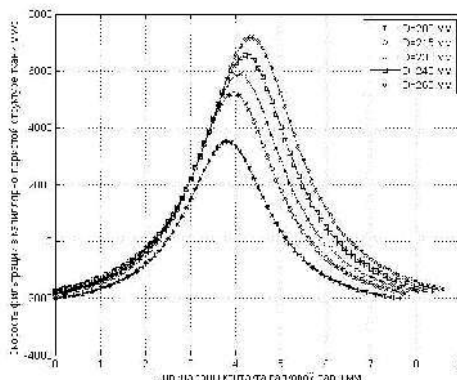


Рис. 5

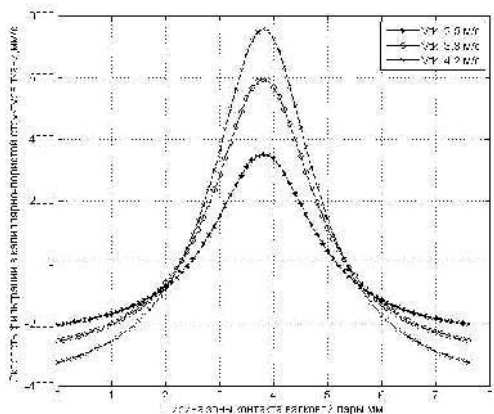


Рис. 6

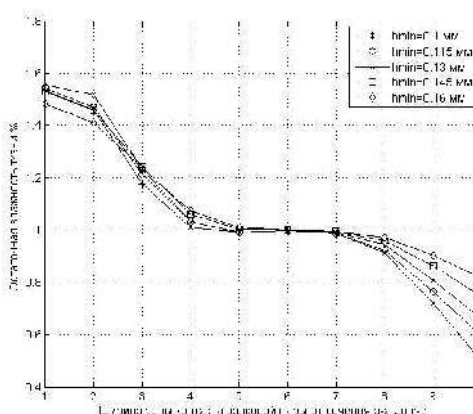


Рис. 7

На рис. 7, 8, 9 представлены графики зависимости одного из основных критериев оценки эффективности процесса механического обезвоживания текстильного материала – остаточной влажности W ткани в функции от нагрузки в жале валов,

нического обезвоживания текстильного материала – остаточной влажности W ткани в функции от нагрузки в жале валов,

характеризующейся h_{\min} (при $D=200$ мм, $V_{\text{ТК}}=2,5$ м/с); от диаметров валов D_i ($h_{\min}=0,1$ мм, $V_{\text{ТК}}=2,5$ м/с) и скорости транспортировки полотна ткани $V_{\text{ТК}}$ ($h_{\min}=0,1$ мм, $D=200$ мм). Из анализа полученных результатов следует, что наибольшее влияние на эффективность отжима оказывает нагрузка в жале валов. Так, при увеличении нагрузки, а следовательно,

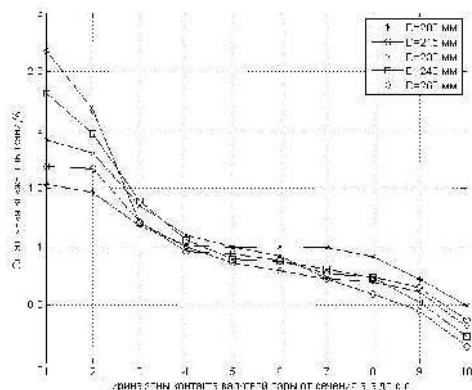


Рис. 8

Поскольку процессы фильтрации жидкости через капиллярно-пористую структуру различных текстильных материалов аналогичны, разработанная нами модель механического обезвоживания в валковом устройстве может служить инструментом компьютерного анализа применительно к широкому спектру капиллярно-пористых материалов различного происхождения.

ВЫВОДЫ

В результате компьютерного анализа ячеечной модели массообмена в процессе механического обезвоживания волокнистого материала в валковой паре установлены основные зависимости технологических характеристик, дающие возможность определить взаимосвязи между входными и выходными параметрами, образующими основу методологии синтеза принципно

уменьшении h_{\min} от 0,16 до 0,1 мм, остаточная влажность в материале становится меньше на 19%. При изменении диаметра валов D_i от 200 до 260 мм остаточная влажность уменьшается на 6%, а при изменении скорости ткани $V_{\text{ТК}}$ от 2,5 до 4,2 м/с эффективность обезвоживания увеличивается на 3,5%.

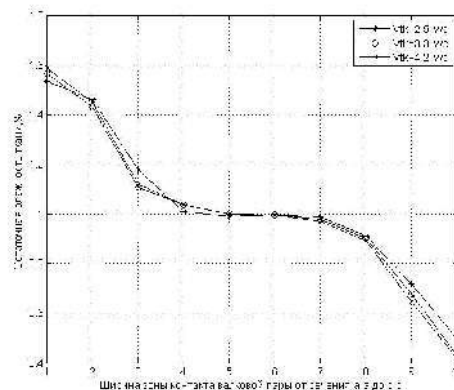


Рис. 9

ально новых систем для механической обработки волокнистых материалов с широким спектром конструктивных и технологических характеристик.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ершов С.В., Калинин Е.Н.* Синтез ячеечной модели массообмена в процессе обезвоживания волокнистого материала распределенным давлением // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №6.
2. *Мартынов Н.Н., Иванов П.П.* Matlab 5.x. Вычисления, визуализация, программирование. – М.: КУДИЦ-ОБРАЗ, 2000.
3. *Кузнецов В.А., Петров Н.А., Картовенко В.М.* Физическая модель процесса отжима ткани // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1987, №2. С. 90...93.

Рекомендована кафедрой системного анализа.
Поступила 30.11.11.