

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАЗВОЛОКНЕНИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ ОТХОДОВ НА БАЗЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ МАЛОГАБАРИТНОЙ УСТАНОВКИ С РЕГУЛИРУЕМЫМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПАРАМЕТРАМИ

В.А. ГУСЕВ, М.И. ЧИРКОВ, А.И. ЧИРКОВ

(Костромской государственной технологической университет)

Технологические отходы текстильной промышленности и вторичные материальные ресурсы (ВМР) составляют около 25% всего перерабатываемого в мире текстильного сырья. В соответствии с нормативными требованиями Еврокомиссии мероприятия в области утилизации и рециклинга текстильных отходов должны к 2010 году довести эту долю до 55%. Это огром-

ные резервы, которые можно использовать для производства текстильных изделий. В высокоразвитых странах в настоящее время темпы роста потребления вторичного текстильного сырья выше темпов роста потребления первичного текстильного сырья [1] (рис. 1 – методы рециклинга и полученные продукты).

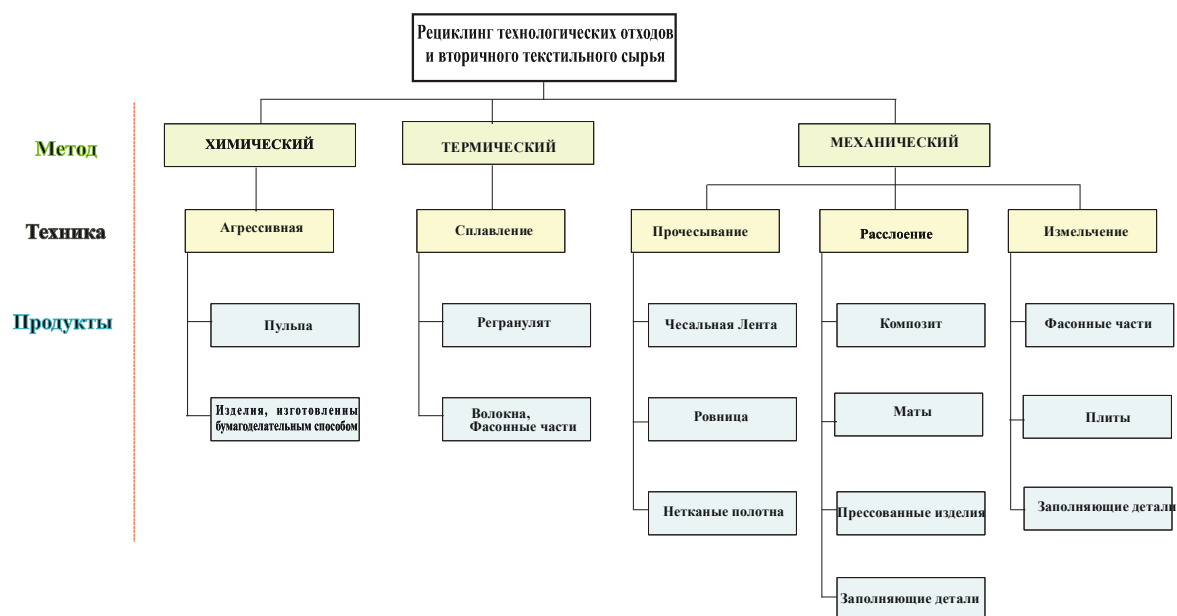


Рис. 1

Одно из ключевых мест в подготовительных этапах переработки текстильных отходов занимает операция расщипывания (разволокнения) текстильных отходов, которая осуществляется на специализированном технологическом оборудовании. Результатом осуществления данной технологической операции является расщипанный лоскут, который используется при производстве нетканых волокон. Основным критерием, характеризующим качество продукта и эффективность процесса в целом, является показатель разволокнения

материала, или так называемый коэффициент разволокнения, который рассчитывается по формуле:

$$K_p = 1 - \frac{m_k}{m}, \quad (1)$$

где K_p – коэффициент разволокнения; m_k – масса неразволокненных комплексов волокон в пробе, г; m – общая масса волокон в пробе, г.

Степень разволокнения текстильных отходов зависит от множества факторов: количества и вида перерабатываемого сырья, технических характеристик оборудования, технологических режимов переработки. Однако немаловажным фактором, влияющим на результат процесса разволокнения, является качество изготовления рабочих элементов оборудования – колковых планок, которое комплексно можно оценить по следующим критериям.

1. Качество поверхности рабочих элементов планки – колков характеризуется шероховатостью (R_a) поверхности колка.

2. Острота вершины колков, которая характеризуется радиусом кривизны при вершине.

3. Надежность закрепления колков в планке.

Качественно изготовленные колковые планки позволяют увеличить производительность оборудования и повысить качество процесса переработки, что, в свою очередь, оказывает существенное влияние на конечный продукт.

Колковые планки, применяемые в научной работе, были спроектированы в

CAD системе Pro|Engineer и изготовлены на ОАО "Красная Маевка". Твёрдотельная модель колковой планки представлена на рис.2.

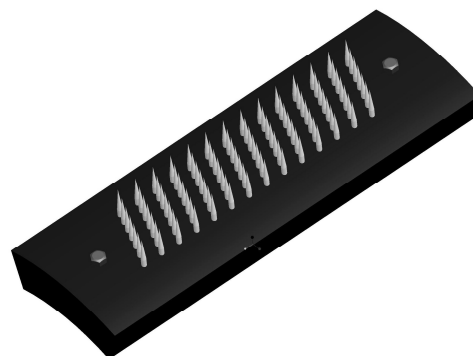


Рис. 2

Для оценки влияния технологических параметров на процесс разволокнения была разработана экспериментальная малогабаритная установка для разволокнения текстильных отходов. На рис.3 (1 – питающая пара; 2 – главный барабан; 3 – колковая планка; 4 – текстильное вторичное сырье) представлена технологическая схема установки.

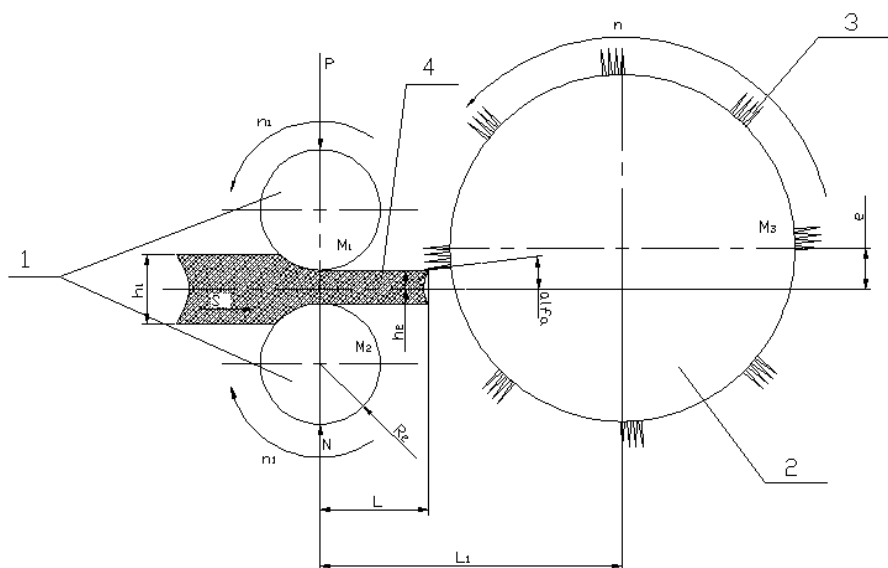


Рис. 3

На следующем этапе в CAD системе Pro|Engineer была разработана твердотельная параметрическая модель будущей установки (рис.4). Использование САПР по-

зволило уже на этапе проектирования заложить в модель все механико-технологические параметры установки.

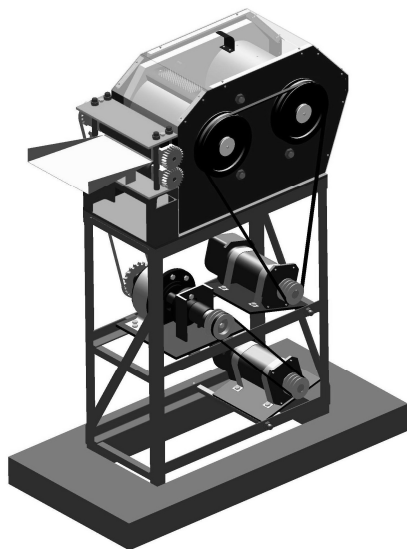


Рис. 4

Расчетная производительность установки составляет до 2 кг/ч, при переработке нетканого материала, используемого в качестве образцов сырья, что является достаточным для проведения экспериментальных исследований.

Цель эксперимента состояла в определении оптимальных режимов переработки текстильных отходов. Во многих случаях достаточно рассмотреть всего несколько уровней факторов, влияющих на процесс. Варьируемыми факторами были приняты: S – скорость подачи материала, м/мин; n – частота вращения главного барабана, об/мин, которые регулировались бесступенчато с помощью двигателей постоянного тока и лабораторных автотрансформаторов (рис.4.) Наиболее очевидный подход в данном случае состоит в полном переборе комбинаций уровней интересующих факторов. В качестве плана эксперимента использовался полный факторный эксперимент типа 3^2 [2]. За функцию отклика выбран относительный коэффициент разволокнения. Значения натуральных уровней факторов и кодовых представлены в табл. 1 (матрица планирования эксперимента).

Т а б л и ц а 1

Уровни факторов и интервалы варьирования	Кодовые значения		Натуральные значения	
	X_1	X_2	S , м/мин	n , об/мин
Основной уровень	0	0	0,6	400
Интервал варьирования	1	1	0,3	100
Верхний уровень	+1	+1	0,9	500
Нижний уровень	-1	-1	0,3	300

Согласно принятому плану полного факторного эксперимента всего было проведено 9 опытов, каждый из которых повторялся трижды в случайном порядке для исключения систематических ошибок. Результаты эксперимента обрабатывались в пакете Excel. Относительный коэффициент

разволокнения рассчитывался по следующей формуле:

$$K_{\delta} = \frac{m_1 - m_2}{m_1}, \quad (2)$$

где m_1 – масса исходного образца; m_2 – масса неразволокненного материала.

Т а б л и ц а 2

№ опыта	Матрица плана		Результаты опытов (относительный коэффициент разволокнения)			Среднее значение
	X_1	X_2	K_{p11}	K_{p21}	K_{p31}	
1	-1	-1	0,652	0,511	0,530	0,564
2	+1	-1	0,294	0,322	0,266	0,294
3	-1	+1	0,729	0,754	0,662	0,715
4	+1	+1	0,491	0,451	0,621	0,521
5	-1	0	0,641	0,698	0,692	0,677
6	0	-1	0,357	0,368	0,207	0,311
7	+1	0	0,475	0,389	0,537	0,467
8	0	+1	0,600	0,686	0,620	0,635
9	0	0	0,409	0,456	0,598	0,488

Как видно из табл. 2, где представлены результаты эксперимента, максимальный коэффициент разволокнения обеспечивается на режиме $S_{\min} - n_{\max}$ и составляет 0,715 (опыт № 4). С дальнейшим увеличением подачи производительность установки растет, однако при этом наблюдается постепенное снижение величины разволокнения, что не может не сказываться на общей эффективности процесса.

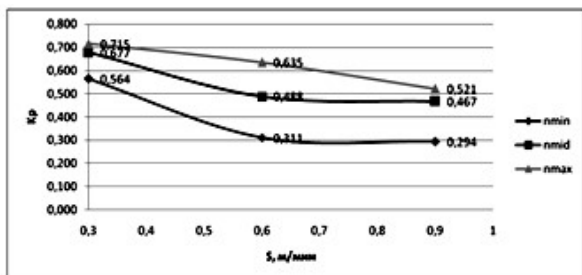


Рис. 5

Как видно из графиков зависимостей коэффициента разволокнения от величины

подачи материала и числа оборотов главного барабана, представленных на рис. 5, на средних режимах переработки обеспечивается удовлетворительная эффективность. Самая низкая эффективность процесса наблюдается на режиме $S_{\max} - n_{\min}$.

В ходе проведения исследований было установлено значительное влияние технологических параметров на процесс разволокнения, а также выявлены наиболее эффективные режимы процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. EC Directive on End of Live Vehicles. No 2000/53/WE.
2. Евдокимов Ю.А., Колесников В.И., Тетерин А.И. Планирование и анализ экспериментов при решении задач трения и износа. – М.: Наука, 1980.

Рекомендована кафедрой технологии художественной обработки материалов и технического сервиса. Поступила 05.06.09.