

УДК 677.052

**Влияние шероховатости и радиуса при вершине плоских колков
на эффективность разволокнения текстильных отходов**

М.И. Чирков, В.А. Гусев, А.М. Юденков

Костромской Государственный технологический университет

В статье представлены результаты экспериментальных исследований, по оценке влияния качественных параметров плоских колков, а именно: шероховатости рабочей поверхности и радиуса скругления при вершине колка на коэффициент разволокнения K_p .

Процесс переработки вторичных материальных ресурсов (ВМР) состоит из ряда последовательных переходов, основное место среди которых отводится операции разволокнения, осуществляемой на щипальном оборудовании (рис.1.).

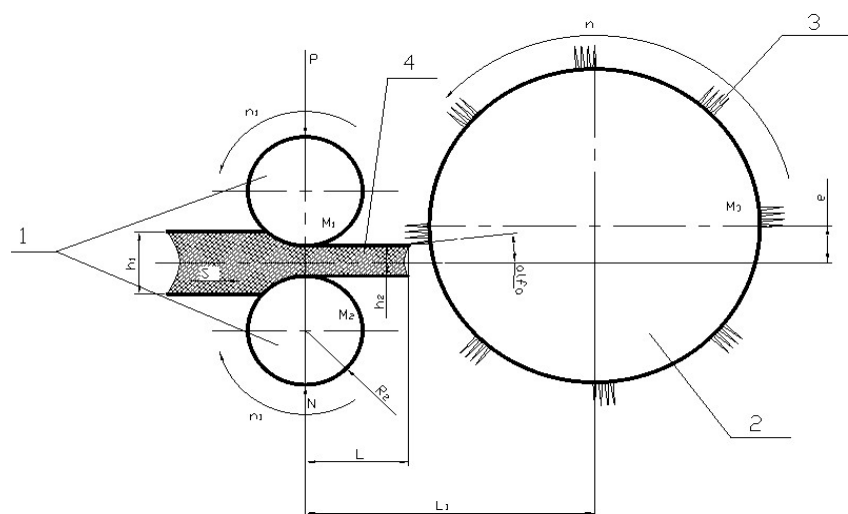


Рис. 1. Технологическая схема разволокняющей машины для переработки ВМР

1-питающие валики; 2-рабочий барабан; 3-колковые планки; 4-текстильный материал

Экспериментальные исследования были проведены на малогабаритном рыхлителе барабанного типа (МРБТ) в лаборатории кафедры ТХОМ и ТС КГТУ [1]. В процессе эксперимента была выполнена модернизация узла питания МРБТ, путем добавления на выходе из питающих валков полки из уголка, что позволило исключить провисание волокнистого материала при разволокнении ВМР (рис.2.).

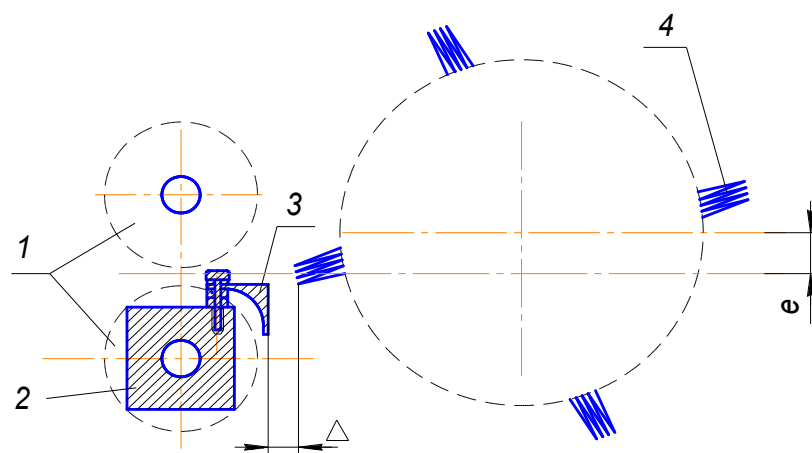
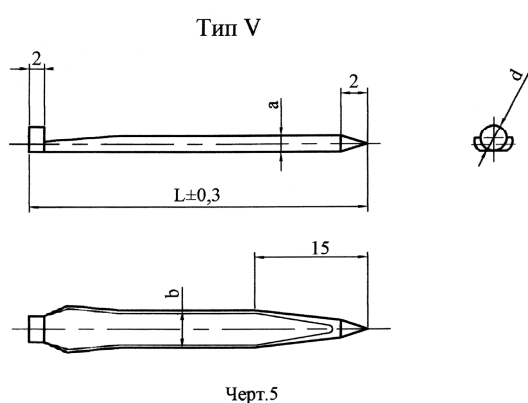


Рис.2. Усовершенствование установки МРБТ

1 – питающая пара; 2 – опора питающих валков; 3 – полка для схода материала; 4 – главный барабан; Δ – расстояние между колками и полкой

Поскольку на данную установку закреплялись планки с колками разной длины, мы выдерживали постоянным зазор между колками и полкой $\Delta = 2\text{ мм}$ за счет горизонтального смещения механизма питания, чтобы исключить влияние данного фактора на процесс разволокнения ВМР. Расстояние контролировалось щупом.

К числу факторов, влияющих на эффективность процесса, относятся качественные показатели технологической оснастки оборудования. Если детально рассмотреть зону разволокнения, то в ней можно выделить основной технологический элемент – колок, закрепленный на колковой планке, непосредственно оказывающий ударное воздействие на слой перерабатываемого материала (рис.3.).



| d, мм | a, мм | b, мм | L, мм |
|-------|-------|----------|-------|
| 2.5 | 1.4 | 3.5 max | 42 |
| | | | 45 |
| 2.5 | 1.75 | 3.25 max | 42 |
| | | | 45 |
| 2.8 | 1.6 | 4.1 max | 42 |
| | | | 45 |
| 2.8 | 1.8 | 3.8 max | 42 |
| | | | 45 |
| 3.0 | 1.8 | 4.35 max | 42 |
| | | | 43 |
| | | | 45 |
| 3.5 | 2.2 | 4.9 max | 38 |
| | | | 42 |
| | | | 45 |

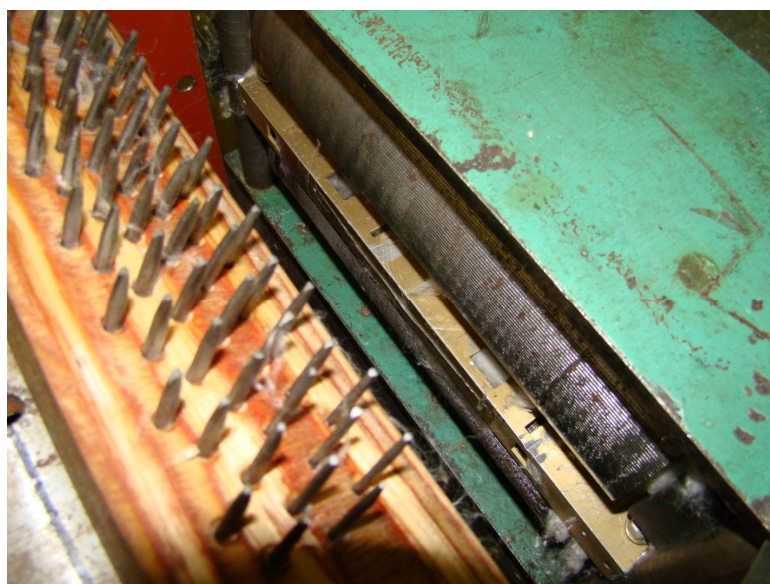


Рис.3. Плоские колки и колковые планки для разволокнения ВМР

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 при одинаковой плотности колков, является качество колковых планок, которое комплексно можно оценить по следующим критериям:

1. шероховатость (Ra) рабочей поверхности колка;
2. радиус кривизны при вершине;

Предварительно были изготовлены образцы колков с различной шероховатостью поверхности – Ra 0,8...5,6 и радиусом при вершине – $r = 0,1...1,5$ мм (рис. 4,5). Радиус при вершине колка получали механической обработкой с помощью абразивных кругов. Процесс закругления состоял в своеобразном «затачивании» колков путем касания вершиной колка вращающегося абразивного круга, и описывания ею небольшой дуги окружности в горизонтальной плоскости. Шероховатость колков достигалась обработкой абразивными кругами с различной зернистостью.

Контрольные замеры радиусов колков производились на инструментальном микроскопе с применением радиусной головки.

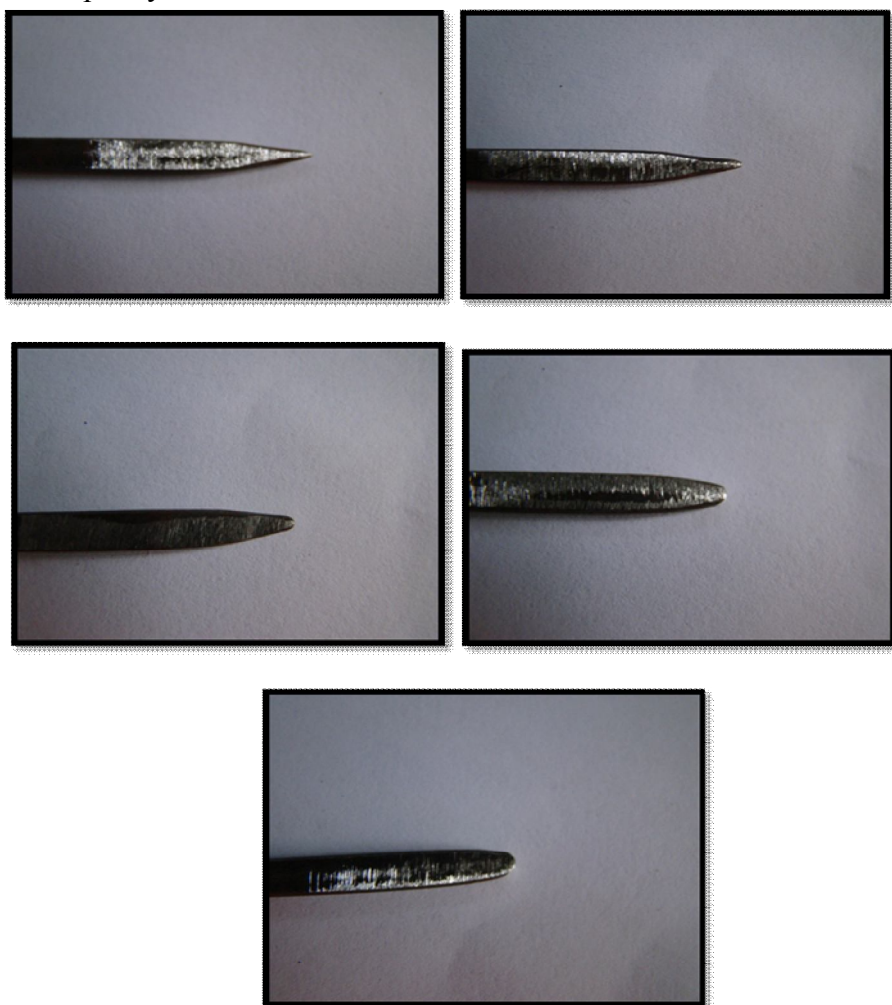


Рис. 4. Экспериментальные образцы колков с различными радиусами $r=0,1...1,15$ мм



Рис.5. Образцы колков с различной шероховатостью Ra 0.8...5.6 мкм

Шероховатость колков определяли с помощью прибора для определения шероховатости изделий различных типов **MarSurf PS1** с встроенным микропроцессором и оригинальным программным обеспечением (рис.6.).

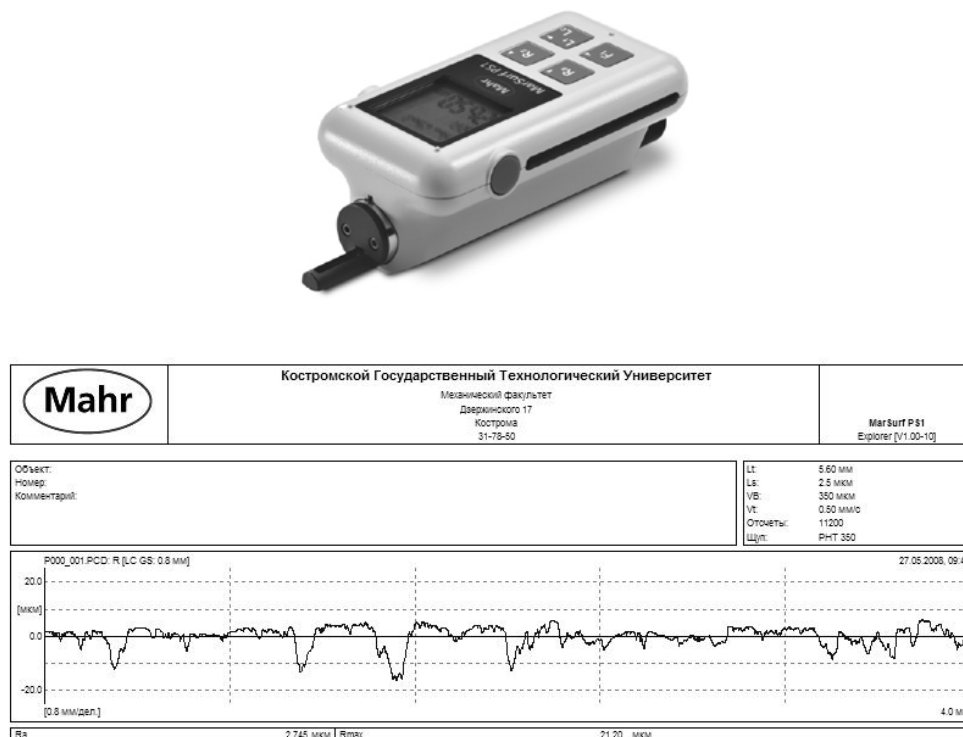


Рис.6. Измерение шероховатости плоских колков Ra.

| Факторы | Уровни варьирования | | | | | Ii |
|---------|---------------------|-----|-----|-----|-------|-----|
| | -1,414 | -1 | 0 | 1 | 1,414 | |
| X1 = r | 0,1 | 0,4 | 0,8 | 1,2 | 1,5 | 0,4 |
| X2 = Ra | 0,8 | 1,8 | 3,2 | 4,6 | 5,6 | 1,4 |

| U | X1 | X2 | X1 ² | X1*X2 | X2 ² | Yu | Yru | (Yu-Yru) ² |
|----|--------|--------|-----------------|-------|-----------------|-------|--------------|-----------------------|
| 1 | - | - | + | + | + | 0,715 | 0,794 | 0,0624 |
| 2 | + | - | + | - | + | 0,773 | 0,638 | 0,018 |
| 3 | - | + | + | - | + | 0,854 | 0,842 | 0,000064 |
| 4 | + | + | + | + | + | 0,737 | 0,686 | 0,0026 |
| 5 | -1,414 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0,657 | 1,15 | 0,2098 |
| 6 | 1,414 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0,629 | 0,247 | 0,146 |
| 7 | 0 | -1,414 | 0 | 0 | 2 | 0,71 | 0,738 | 0,00078 |
| 8 | 0 | 1,414 | 0 | 0 | 2 | 0,773 | 0,805 | 0,001 |
| 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,703 | 0,694 | 0,000081 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,71 | 0,694 | 0,000256 |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,715 | 0,694 | 0,00044 |
| 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,71 | 0,694 | 0,000256 |
| 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,703 | 0,694 | 0,000081 |

Рис.7. Планирование РЦКЭ

Подготовленные колки запрессовали в ранее изготовленные заводом ОАО «Красная Маевка» экспериментальные колковые планки и устанавливали их на МРБТ. Опытные образцы

нетканого материала, размером 200x200 мм взвешивали на высокоточных весах и подвергали разволокнению при режимах, обеспечивающих наибольшую эффективность процесса [1]: $n_{об/мин} = 500$; $S_{м/мин} = 0.3$. Коэффициент разволокнения определялся по массе неразволокненной части материала.

В качестве плана эксперимента использовался рототабельный центральный композиционный эксперимент (РЦКЭ) который проводили на пяти кодированных уровнях (-a, -1, 0, +1, +a) (рис.7.). В качестве функции отклика принимали относительный коэффициент разволокнения K_p :

$$K_p = \frac{m_1 - m_2}{m_1}, \quad (1)$$

где m_1 – масса исходного образца;

m_2 – масса неразволокненного материала.

Было проведено 13 опытов, каждый из которых повторялся пять раз в случайном порядке для исключения систематических ошибок. Результаты эксперимента обрабатывались в пакете **Excel**, **MathCAD**. Было получено уравнение регрессии второго порядка (2) и построена поверхность отклика (рис.8.):

$$f(x, y) := 0.694 - 0.326x + 0.024y + 0.0074x^2 + 0.039y^2 + 0.248x \cdot y \quad (2)$$

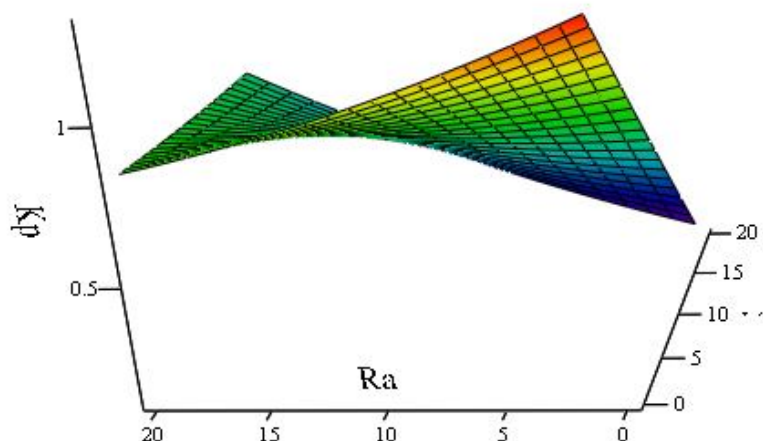


Рис.2 Зависимость коэффициента разволокнения K_p от шероховатости поверхности Ra и радиуса при вершине колка r

По результатам проведенных экспериментов, а также по наглядному изображению поверхности отклика (рис. 2) можно сделать следующие выводы:

1. Шероховатость рабочей поверхности плоских колков R_a и радиус при вершине колка r оказывают существенное влияние на процесс разволокнения ВМР;
2. в граничных точках факторного пространства (опыт №5, №6 рис.7.) расчетное значение коэффициента разволокнения значительно отличается от экспериментального и превышает 1, что в принципе не возможно. Т.о. полином второго порядка (2) является адекватным для достаточно узкой области значений переменных факторов.
3. установлено, что максимальный коэффициент разволокнения $K_p=0,854$ достигнут при следующих значениях параметров: $R = 0,4$ мм, R_a 4.6 мкм.
4. Учитывая значимость исследуемых параметров плоских колков, целесообразно внести их в качестве регламентируемых параметров в ТУ при изготовлении колков в условиях ОАО «Красная Маевка», г. Кострома.

Литература:

1. Гусев В.А., Чирков М.И., Чирков А.И. Исследование процесса разволокнения текстильных отходов на базе экспериментальной малогабаритной установки с регулируемыми технологическими параметрами, №4С ТЕХНОЛОГИЯ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ 2009