

**ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОЦЕССА ВЫДЕЛЕНИЯ
ПОРОКОВ И СОРНЫХ ПРИМЕСЕЙ
ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ВОЛОКНИСТОЙ МАССЫ
НА МАШИНАХ РАЗРЫХЛИТЕЛЬНО-ОЧИСТИТЕЛЬНОГО АГРЕГАТА**

**GENERAL REGULARITIES IN THE PROCESS OF REMOVAL
OF FAULTS AND FOREIGN IMPURITIES
IN PROCESSING OF THE FIBROUS STOCK
ON THE OPENING AND CLEANING UNIT**

Б.С. МИХАЙЛОВ, Ю.Н. НЕФЕДОВ
B.S. MIKHAILOV, YU.N. NEFEDOV

(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна)
(Saint-Petersburg State University of Technology and Design)
E-mail: tpmn@yandex.ru; nefury@yahoo.co.uk

Исследуется характер изменения количества пороков и сорных примесей по ходу технологического процесса в перерабатываемой волокнистой массе и в отходах на машинах разрыхлительно-очистительного агрегата.

The character of fibrous faults and impurities amount variations on the stages of the technological process in the treated fibrous mass and in the opening and cleaning unit waste are researched.

Ключевые слова: пороки и сорные примеси, отходы, разрыхление, волокнистая масса, общие закономерности.

Keywords: fibrous faults and impurities, wast, opening, fibrous mass, general regularities.

Одной из важнейших задач процесса прядения, в той или иной степени выполняемых на всех технологических переходах прядильного производства, является очистка волокнистой массы от сорных примесей, пороков волокна и пыли. Количество отходов и, в особенности, доля волокна в их общей массе напрямую влияет на выход пряжи из исходной смеси и, следовательно, на ТЭП производства. Таким образом, очевидна важность того, чтобы иметь возможность качественно прогнозировать и управлять процессами сорыва выделения на технологических переходах и, в первую очередь, на машинах РОА, где выделяется наибольшее количество сора и влияние которых наиболее существенно.

Рассмотрим некоторые общие закономерности процесса сорыва выделения на раз-

рыхлительно-очистительных машинах прядильного производства.

Пусть на вход РОА подается смесь с начальным количеством пороков и сорных примесей δ^0 . Для краткости будем называть это просто «сор». Некоторая часть сора δ^0 , которую мы обозначим δ_1^0 , находится на поверхности клочков и относительно свободна, то есть не имеет с последними крепких связей и готова к выпадению в отходы под воздействием встряхивания, центробежной силы и силы тяжести. Эта часть сора практически сразу начинает преобразовываться в первую часть сора в отходах $\delta_1^{отх}$. Другая часть сора δ_2^0 находится внутри клочков, прочно связана с ними и не может свободно выпадать в отходы без их предварительной разработки. По мере разработки клочков на

машинах РОА эта часть сора постепенно освобождается от связей и получает возможность выпасть в отходы, то есть сор δ_2^0 вначале преобразуется в высвободившийся сор δ_2^{cb} и далее – в сор в отходах $\delta_2^{отх}$.

Таким образом, можно сказать, что общее количество сора в питающей волокнистой массе $\delta^0 = \delta_1^0 + \delta_2^0$, а общее количество сора в отходах после разрыхлительно-очистительных операций $\delta^{отх} = \delta_1^{отх} + \delta_2^{отх}$.

Известно, что при прочих равных условиях с уменьшением содержания сора в перерабатываемой волокнистой массе очистительная способность машин, то есть количество выделяемого ими сора, снижается. Тогда для сора δ_1^0 , можно записать, что

$$\frac{d\delta_1(t)}{dt} = -k_1\delta_1(t), \quad t \geq 0. \quad (1)$$

По аналогии убывание количества сора δ_2^0 по мере его превращения в сор δ_2^{cb} может быть описано следующим образом:

$$\frac{d\delta_2(t)}{dt} = -k_2\delta_2(t), \quad t \geq 0. \quad (2)$$

Имея в виду то, что убывание сора δ_2 численно равно приращению высвобождающегося сора δ_2^{cb} , а также то, что по мере его образования сразу же начинается и процесс его выпадения в отходы, то есть процесс его убывания в волокнистой массе, можно записать, что

$$\frac{d\delta_2^{cb}(t)}{dt} = k_2\delta_2(t) - k_3\delta_2^{cb}(t), \quad t \geq 0, \quad (3)$$

где k_1 – коэффициент пропорциональности, характеризующий особенности процесса выделения в отходы относительно

свободного сора δ_1 , $k_1 > 0$; k_2 – коэффициент пропорциональности, характеризующий особенности процесса преобразования сора δ_2 в δ_2^{cb} по мере разрыхления волокнистой массы на машинах РОА, $k_2 > 0$; k_3 – коэффициент пропорциональности, характеризующий особенности процесса выделения в отходы высвободившегося сора δ_2^{cb} , $k_3 > 0$;

Частные решения уравнений (1), (2) и (3) для заданных начальных условий имеют вид:

$$\delta_1(t) = \delta_1^0 e^{-k_1 t}, \quad (4)$$

$$\delta_2(t) = \delta_2^0 e^{-k_2 t}, \quad (5)$$

$$\delta_2^{cb}(t) = \delta_2^0 \frac{k_2}{k_3 - k_2} (e^{-k_2 t} - e^{-k_3 t}). \quad (6)$$

Теперь рассмотрим процессы изменения количества сора в отходах.

Очевидно, что приращение $\delta_1^{отх}$ численно равно убыванию δ_1 , то есть правой части уравнения (1), взятой с обратным знаком:

$$\frac{d\delta_1^{отх}(t)}{dt} = k_1\delta_1(t), \quad t \geq 0. \quad (7)$$

Приращение $\delta_2^{отх}$ прямо пропорционально δ_2^{cb} :

$$\frac{d\delta_2^{отх}(t)}{dt} = k_3\delta_2^{cb}(t), \quad t \geq 0. \quad (8)$$

Подставляя в уравнение (7) выражение (4), а в (8) – (6) решаем эту систему относительно $\delta^{отх} = \delta_1^{отх} + \delta_2^{отх}$.

В результате, получаем выражение, характеризующее изменения во времени общего количества сора в отходах по ходу технологического процесса на РОА:

$$\delta^{отх}(t) = \delta_1^0 (1 - e^{-k_1 t}) + \delta_2^0 \frac{k_2 k_3}{k_3 - k_2} \left[\frac{1}{k_3} (e^{-k_3 t} - 1) - \frac{1}{k_2} (e^{-k_2 t} - 1) \right]. \quad (9)$$

Отсюда эффект очистки на РОА, как функция времени, выражается в следующем виде:

$$\Xi(t) = 100 \frac{d(t)}{d^0}, (\%), \quad (10)$$

где $\delta(t) = \delta^{\text{отх}}(t)$ из выражения (9), а $\delta^0 = \delta_1^0 + \delta_2^0$.

Функция (10) возрастает на интервале значений t $[0, \infty]$ и не имеет экстремумов. При $t=0$ $\delta^{\text{отх}}(t)=0$ и $\Xi(t)=0$; при $t \rightarrow \infty$ $\lim_{t \rightarrow \infty} \delta^{\text{отх}}(t) = \delta_1^0 + \delta_2^0 = \delta^0$, то есть $\delta^{\text{отх}}(t) \rightarrow \delta^0$, и соответственно $\Xi(t) \rightarrow 100\%$, что соответствует полному выпадению всего сора в отходы (рис. 1 – характер из-

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \delta}{\Delta t} = \frac{d\delta^{\text{отх}}(t)}{dt} = k_1 \delta_1^0 e^{-k_1 t} + \delta_2^0 \frac{k_2 k_3}{k_3 - k_2} (e^{-k_2 t} - e^{-k_3 t}). \quad (11)$$

Очевидно, что приращение выражения (10) $\frac{d\Xi(t)}{dt}$ имеет такой же вид (рис. 1)

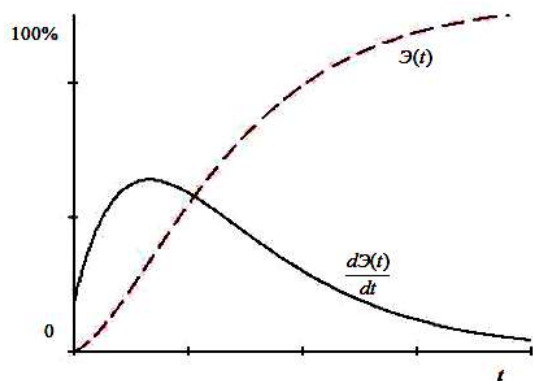


Рис. 1

Зависимости, представленные на рис. 1, характеризуют процесс соровыделения, как непрерывный на некотором отрезке времени. В действительности, этот процесс происходит дискретно на отдельных машинах, входящих в состав РОА, на каждой из которых волокнистая масса перерабатывается некоторый конечный отрезок времени Δt . Разбив ось t на условные отрезки, соответствующие времени нахож-

менения эффекта очистки на машинах РОА). Этот характер изменения суммарного эффекта очистки вполне соответствует экспериментальным данным и справедлив для любого состава РОА [1].

Выясним теперь, как меняется во времени приращение функции (10), которое характеризует изменение эффективности очистки в каждый момент времени.

Пусть в момент времени t_1 имеется некоторое количество сора в отходах $\delta^{\text{отх}}(t) = \delta^{\text{отх}}(t_1)$. Тогда в момент времени $t = t_1 + \Delta t$ получим $\delta^{\text{отх}}(t) = \delta^{\text{отх}}(t_1) + \Delta \delta$, то есть за промежуток времени Δt в некоторой зоне очистки выделится количество сора $\Delta \delta$. В пределе, при $\Delta t \rightarrow 0$ получим следующее выражение:

дения перерабатываемой волокнистой массы на каждой машине и проинтегрировав по ним уравнение (11), получим диаграмму, характеризующую изменение количества сора, выпадающего на каждой машине (рис. 2).

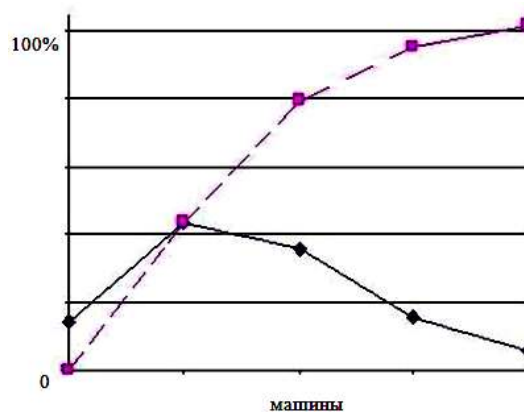


Рис. 2

Теперь рассмотрим экспериментальные данные, представленные разными авторами в разное время и на разных составах РОА, и сравним их с полученным выше результатом.

В работе [2] на стр. 99 приводятся данные, полученные в 2010 - 2011 гг. на наиболее распространенном в настоящее время составе РОА – ОН-6-3, ЧО, ОН-6-4, ГР-8. В работе [3] на стр. 82 приводятся данные, полученные в 1993 - 1994 гг. на несколько ином РОА – ОН-6-3, ЧО, ОН-6-2, ОН-6-1. В работе [4] на стр. 48 приводятся данные, полученные в 1990 г. на более коротком экспериментальном РОА – ОН-6-3, ДО, ГР-8. Пример диаграммы, построенной по данным, взятым из работы [2], приведен на рис. 3.

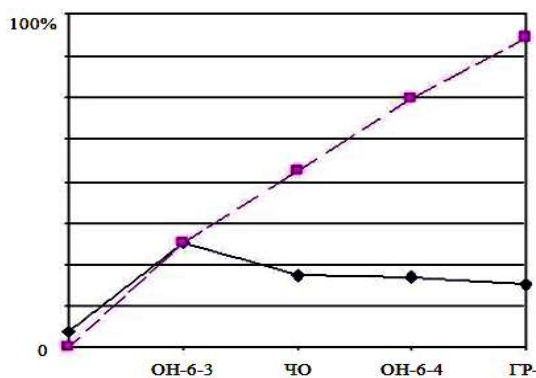


Рис. 3

При сравнении рис. 2 и рис. 3 становится очевидным, что экспериментальные данные демонстрируют тот же характер изменения эффекта очистки по ходу технологического процесса, что и полученные теоретические зависимости.

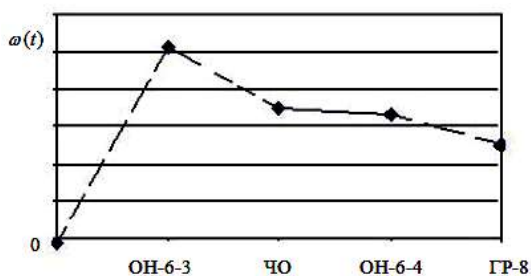


Рис. 4

Как известно, в процессе выделения сорных примесей и пороков в отходы выпадают и связанные с ними прядомые волокна, то есть общее количество отходов $Q(t) = \delta(t) + \omega(t)$, где $\omega(t)$ – количество выпавшего в отходы волокна. Проследив

характер изменения количества волокна в отходах на машинах РОА по данным из работ [2], [3] и [4], можно и здесь отметить схожую с вышеописанной тенденцию (рис. 4 – диаграмма изменения количества волокна в отходах на машинах РОА по данным из работы [2]).

Таким образом, можно сказать, что полученная закономерность выделения пороков и сорных примесей на разрыхлительно-очистительных машинах является общей для всей массы выделяемых на разрыхлительно-очистительных машинах отходов и с незначительными отклонениями сохраняется для любого состава РОА.

ВЫВОДЫ

1. Предложена математическая модель процесса выделения отходов производства на машинах разрыхлительно-очистительного агрегата. Правильность предложенной модели подтверждена экспериментальными данными из ряда научных работ.

2. На основе исследования предложенной модели получена общая закономерность выделения пороков, сорных примесей и сопутствующих им волокон по ходу технологического процесса на машинах РОА.

ЛИТЕРАТУРА

1. Широков В.П., Владимиров Б.М., Полякова Д.А. и др. Справочник по хлопкопрядению. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1985.
2. Павлов К.Ю. Разработка технологии очистки и формирования полуфабрикатов и пряжи в пневмопрядении: Дис....докт. техн. наук. – Иваново: ИГТА, 2011.
3. Плеханов А.Ф. Разработка способов очистки волокнистых материалов и создание безотходной технологии в хлопкопрядении: Дис....докт. техн. наук. – М.: МГТА им. А.Н. Косыгина, 1994.
4. Гончаров В.Г. Сокращенные системы прядения хлопка: Производственное издание. – М.: Легпромбытиздат, 1991.

Рекомендована кафедрой технологии и проектирования текстильных изделий. Поступила 15.12.13.