

УДК 677.022:519.8:62.50

**СТАТИСТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ  
РЫХЛЕНИЯ КЛОЧКОВ ХЛОПКА**

**STATISTIC ASPECTS OF DESIGNING BREAKING-CLEANING PROCESS  
FOR COTTON**

*Т.А. САМОЙЛОВА, П.А. СЕВОСТЬЯНОВ, Д.А. ЗАБРОДИН, С.Г. САВЕЛЬЕВ*  
*T.A. SAMOYLOVA, P.A. SEVOSTYANOV, D.A. ZABRODIN, S.G. SAVELYEV*

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)  
(Moscow State Textile University “A.N. Kosygin”)  
E-mail: samoilovat@mail.ru; spa46@pochta.ru

*С помощью имитационной компьютерной статистической модели и метода Монте-Карло исследована устойчивость распределения массы клочков хлопка в процессе рыхления и очистки.*

*Stability of distribution of cotton flocks mass in the process of breaking and cleaning has been researched with the help of an imitation computer statistic model and Monte-Carlo method.*

**Ключевые слова:** рыхление, очистка, имитация, компьютерная модель.

**Keywords:** breaking, cleaning, imitation, a computer model.

Процессы рыхления и очистки клочков хлопка являются важнейшими на приготовительных этапах прядильного производства. В случае неправильного выбора заправочных режимов разрыхлительного оборудования снижается выделение сорных примесей, повышается повреждаемость волокон, выделение прядомых волокон в отходы и происходит частичное зажатывание клочков, приводящее к их уплотнению и переплетению волокон. Одним из путей ослабления отрицательных последствий процесса рыхления является уменьшение воздействия на клочки на каждом переходе с одновременным увеличением числа переходов, что, однако, приводит к повышению затрат на производство.

Для оптимизации процесса рыхления они изучались многими исследователями. Последними по времени являются работы [1]. Поскольку натурные эксперименты весьма ограничены по диапазону и разнообразию, был разработан ряд аналитических и компьютерных моделей процесса, в том числе и учитывающих вероятностную природу взаимодействия клочков с рабочими органами машин. Преимуществом этого класса моделей является возможность получения не только усредненных показателей, но и оценки влияния параметров на рассеяние значений показателей. Величины такого рассеяния, например, по массе клочков, их плотности и содержанию сорных примесей зачастую более важны для последующих технологических переходов, чем средние значения. Особенностью процесса рыхления является скудость информации о распределениях указанных характеристик клочков. Поэтому для использования результатов моделирования оказывается актуальной задача проверки робастности результатов моделирования при вариациях исходных условий. Ниже приведены результаты вычислительных статистических экспериментов анализа устойчивости формы закона распределения массы клочков в зависимости от числа этапов разрыхления и формы исходного распределения.

Для анализа использована модель, описанная в [2]. Обозначим через  $m$  – массу

клочка;  $g$  – массу сорных примесей в клочке;  $\rho$  – плотность клочка;  $P_1, P_2, P_3$  – вероятности рыхления, измельчения и зажатывания соответственно при одном взаимодействии клочка с рабочим органом машины (колками и колосниками);  $N$  – начальное количество моделируемых клочков. При моделировании начальную массу каждого клочка принимаем равной 100 мг, начальную плотность клочков принимаем равной  $1 \text{ г/см}^3$ , массу сорных примесей составляющей 5% от массы клочка. Также примем, что  $P_1=P_2=P_3 = 1/3$ .

Алгоритм моделирования.

1. Задание исходных данных:  $N$ ;  $m$ ;  $g$ ;  $\rho$ ;  $P_1, P_2, P_3$ .

2. Генерация случайного события с очередным клочком – разрыхления (A1), измельчения (A2) или разделения (A3)

3. Если произошло A1, то выполняется уменьшение  $g$  и  $\rho$ .

4. Если произошло A2, то имитируются случайным образом: разделение клочка на два клочка с массами  $m_1$  и  $m_2$ ; разделение  $g$  на три части:  $g_1, g_2$  – массы сорных примесей в двух образовавшихся в результате измельчения клочках и  $g_3$  – массу сорных примесей, выделившихся в отходы; уменьшение  $\rho$ .

5. Если произошло A3, то выполняется увеличение  $g$ .

6. Накопление данных по клочку в массивах.

7. Повтор пунктов 2...6 для  $N$  клочков.

8. Построение оценок распределения массы, плотности и содержания сорных примесей.

9. Пункты 2...8 повторяются  $K$  раз для полученных на предыдущих этапах клочков, то есть имитируется  $K$ -кратное повторение рыхления клочков, причем на каждом этапе в качестве обрабатываемых используются клочки и их характеристики, полученные на предыдущем этапе.

Поскольку полученные распределения характеристик клочков асимметричны, в качестве числовых характеристик распределений, помимо оценок среднего ( $mSr$ ) и среднеквадратического отклонения ( $Sm$ ), использовались оценки моды ( $Mo$ ), медианы ( $Me$ ) и интердецильного размаха ( $Wd$ ).

В [3] было доказано, что при многостадийном и однородном дроблении частиц устанавливается предельное робастное распределение их масс, соответствующее логарифмически нормальному закону. Поэтому было исследовано, после какого ко-

личества этапов  $K$  распределение массы клочков можно считать логарифмически нормальным. Результаты эксперимента приведены в табл. 1 (приближение распределения массы к логарифмически нормальному распределению).

Таблица 1

$K$	Логарифм правдоподобия, $L$	$m_{Sr}$	$S_m$	$M_0$	$M_e$	$W_d$
1	-1061,27	0,881	0,327	1	0,954	0,898
2	-1111,14	0,784	0,358	1	0,556	0,969
3	-855,67	0,815	0,348	1	0,337	0,990
4	30,89	0,636	0,309	1	0,189	0,996
5	1833,77	0,529	0,278	1	0,118	0,900
6	5193,74	0,430	0,234	1	0,068	0,068

На рис. 1 представлена оценка распределения массы клочков после 6 этапов

рыхления и его аппроксимация логарифмически нормальным распределением.

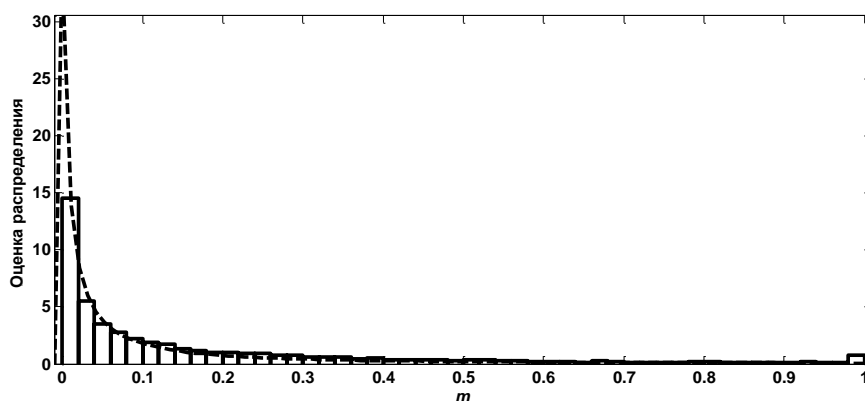


Рис. 1

На рис. 2 показано изменение значений логарифма правдоподобия  $L$  аппроксимации выборочных данных логарифмически нормальным распределением в зависимости от числа этапов рыхления  $K$ . Из приве-

денных данных следует, что предельное логарифмически нормальное распределение массы клочка достигается уже на пятом этапе рыхления.

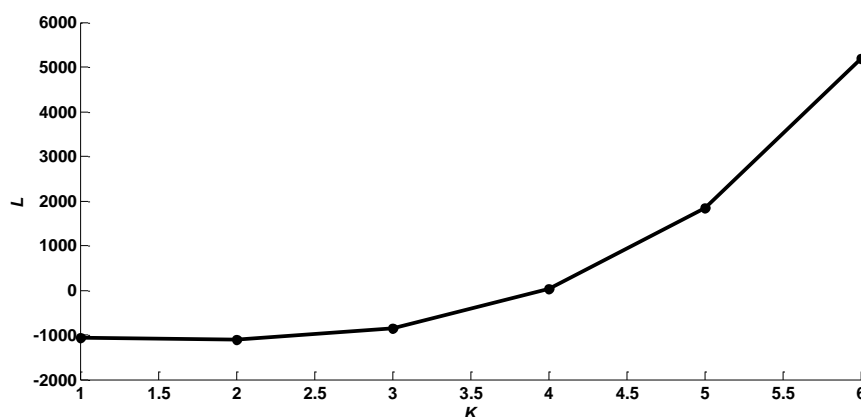


Рис. 2

Во втором эксперименте исследовалось изменение  $L$  при  $P_1=0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8$ . При этом  $P_2 = P_3 = (1 - P_1)/2$ . В табл. 2 приведены результаты эксперимента (зависимость  $L$  от  $P$  и числа этапов рыхления  $K$ ).

Т а б л и ц а 2

K	$P_1$				
	0	0,2	0,4	0,6	0,8
1	-1006,97	-1013,72	-988,21	-994,04	-550,53
2	-834,54	-997,18	-1141,48	-1185,63	-957,14
3	247,09	-449,58	-927,03	-893,99	-1149,28
4	2880,90	1414,05	-253,67	-1010,52	-1185,44
5	8870,06	3883,91	947,04	-611,29	-1298,41
6	20404,20	8614,37	2984,17	-41,27	-1203,60

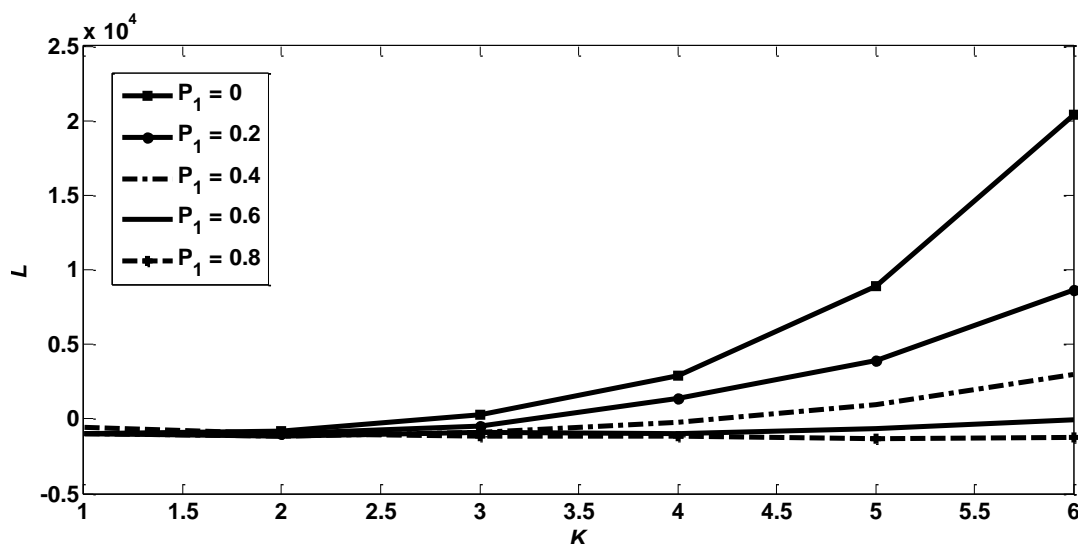


Рис. 3

## ВЫВОДЫ

Установлено, что скорость перехода распределения массы клочков к предельному логарифмически нормальному распределению зависит от соотношения вероятностей рыхления и разделения клочков. В дальнейшем тип распределения сохраняется, и изменяются лишь его параметры. При изменении вероятностных характеристик процесса по мере роста степени разрыхленности клочков переход к предельному закону распределения массы может либо замедлиться, либо привести к другим предельным законам распределения. Поэтому целесообразно располагать гибкой автоматизированной моделью процесса для исследования различных режимов работы машин.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Хосровян А.Г. Совершенствование процессов разрыхления, очистки, транспортировки полуфабриката и формирования пневмомеханической пряжи с целью повышения ее качества: Дис...канд.техн. наук. – ИГТА: Иваново, 2007.
2. Севостьянов П.А. Компьютерное моделирование технологических систем и продуктов пряже-ния. – М.: Знание-Информ, 2006.
3. Колмогоров А.Н. О логарифмически-нормальном законе распределения размеров частиц при дроблении // Докл. АН СССР. – 1941, т.31, №2. С. 99...101.

Рекомендована кафедрой информационных технологий и систем автоматизированного проектирования. Поступила 10.12.12.