

наявність прямого барвника на матеріалі. Це можна визначити наступним чином: ватним тампоном, який змочений плямовивідним препаратом, потерти виріб у непомітному місці (виворотна сторона); при наявності прямого барвника на матеріалі тампон забарвлюється. В такому випадку для видалення плям слід використовувати вищевказані препарати (таблиця 5).

3. Найважче танінові забруднення видаляються із бавовняних матеріалів, пофарбованих активним барвником, який містить гідроксильні групи. Останні можуть взаємодіяти з природними забарвлюючими речовинами таніновмісних забруднень міцно утримуючи плями на волокні, погіршуючи якість їх видалення.

### Література

1. Тебляшкіна Л.І., Брюхова І.Г., Ткаченко І. О. Дослідження процесу видалення водорозчинних забруднень з текстильних матеріалів (повідомлення 1). Вісник ХНУ. – 2010. – № 1. – С. 255-258.
2. Тебляшкіна Л.І., Брюхова І.Г., Ткаченко І. О. Дослідження процесу видалення водорозчинних забруднень з текстильних матеріалів (повідомлення 2). Вісник ХНУ. – 2010. – № 4 – С. 212-217.
3. Тебляшкіна Л.І., Брюхова І.Г., Ткаченко І. О. Дослідження процесу видалення водорозчинних забруднень з текстильних матеріалів (повідомлення 3). Вісник ХНУ. – 2010. – № 5 – С. 74 – 78.
4. Баланова Т.Е. Искусство пятновыводки/Современная химчистка и прачечная. – 2005. – № 4. – С.16-20.

Надійшла 5.4.2011 р.

УДК 677.051.174

Е.А. БОГОМОЛОВ

Херсонский национальный технический университет

## ВЕРОЯТНОСТЬ УДАЛЕНИЯ ПОРОКА НА КАРДОЧЕСАЛЬНОЙ МАШИНЕ С УСТРОЙСТВОМ ДЛЯ РЕГЕНЕРИРОВАНИЯ ВОЛОКОН ШЛЯПОЧНОГО ОЧЕСА

*У статті проаналізований процес очищення волокнистого матеріалу на однобарабанній шляпній кардочесальній машині з пристроєм для регенування волокон шляпного пачосу в процесі кардочесання. У результаті цього аналізу отримано рівняння для обчислення ймовірності видалення пороку з волокнистого матеріалу в головній зоні прочісування волокон на цих машинах, яка розташована у просторі між чешущими гарнітурами головних барабанів і шляпок цих кардочесальних машин.*

*In article there is the analysed process of cleaning of fibre material on hat card machine with one main drum and with the equipment for the regenerating of fibre waste in process of combing of fibre material. As a result of this analysis the equalization is got for the calculation of probability of deleting of litter admixture from fibre material in the main area of combing of fibres on these machines, which located in space between combing covers of main drums and hats of these card machines.*

Ключові слова: кардочесальні машини, процес очистки, волокнистий матеріал.

### Введение

Одним из важнейших видов технологического оборудования современных хлопкопрядильных производств являются шляпочные кардочесальные машины [1]. Главная зона прочесывания волокон на этих машинах расположена в пространстве между чешущими гарнитурами (покрытиями) их главных барабанов и шляпок. В данной рабочей зоне шляпочных кардочесальных машин осуществляются максимально интенсивное прочесывание и максимально эффективная очистка волокнистого материала от засоряющих его наиболее мелких, цепких и вредных посторонних примесей (пороков).

### Анализ предыдущих исследований и публикаций.

Для определения условий наиболее эффективной очистки волокнистого материала в процессе кардочесания и в частности, для анализа процесса очистки волокнистого материала в вышеуказанной главной прочесывающей зоне наиболее распространенных однобарабанных шляпочных кардочесальных машин, в работе [2] предложен количественный критерий, – "вероятность удаления порока из волокнистого материала в зоне между шляпками и главным барабаном". Однако, данный критерий не может быть использован для анализа процесса очистки волокнистого материала на шляпочных кардочесальных машинах, с устройствами для регенерирования волокон шляпочного очеса в процессе кардочесания [3]. Потому что расчетные схемы и модели движения порока в процессе кардочесания, которые использовались в работе [2], чтобы получить уравнение для вычисления значений вышеназванного количественного критерия, были выстроены применительно к тому типу кардочесальных машин, на которых отсутствуют устройства для регенерирования волокон шляпочного очеса.

### Объект и методы исследования

В качестве объекта исследования был определен технологический процесс очистки волокнистого материала в зоне между чешущими гарнитурами (покрытиями) главных барабанов и шляпок на наиболее распространенном, однобарабанном типе шляпочных кардочесальных машин, с устройством для регенерирования и одновременного использования волокон шляпочного очеса в процессе кардочесания. Для

исследования данного технологического процесса использовался математический аппарат теории цепей Маркова [4].

### Цель и задача работы

Целью работы было изыскание средства для теоретических исследований процесса очистки волокнистого материала на шляпочных кардочесальных машинах. Для достижения этой цели была поставлена задача получения уравнения для вычисления вероятности удаления порока в зоне "главный барабан-шляпка" на наиболее распространенном, однобарабанном типе шляпочных кардочесальных машин с устройством для регенерирования волокон шляпочного очеса в процессе кардочесания. Успешное решение данной задачи необходимо для проведения исследований и прогнозирования особенностей процесса очистки волокнистого материала на однобарабанных шляпочных кардочесальных машинах, при их эксплуатации в режиме регенерирования и одновременного использования волокон шляпочного очеса в процессе кардочесания.

### Основная часть

Принимая во внимание изложенные в работе [2] принципы анализа особенностей движения порока в основных зонах обработки волокон на однобарабанной шляпочной кардочесальной машине, будем рассматривать шляпочное полотно этой кардочесальной машины как единую зону поглощения порока. Расчетная схема такой кардочесальной машины, которая условно содержит одну шляпку, один главный и один съемный барабаны, а также орган для возврата регенерированных волокон шляпочного очеса со шляпочного полотна на главный барабан и средство для регенерирования (очистки) волокон шляпочного очеса, возвращаемых на главный барабан, представлена на рис 1. Соответствующая вероятностная модель движения порока в зонах главный барабан-шляпка и главный барабан-съемный барабан, изображена на рис 2.

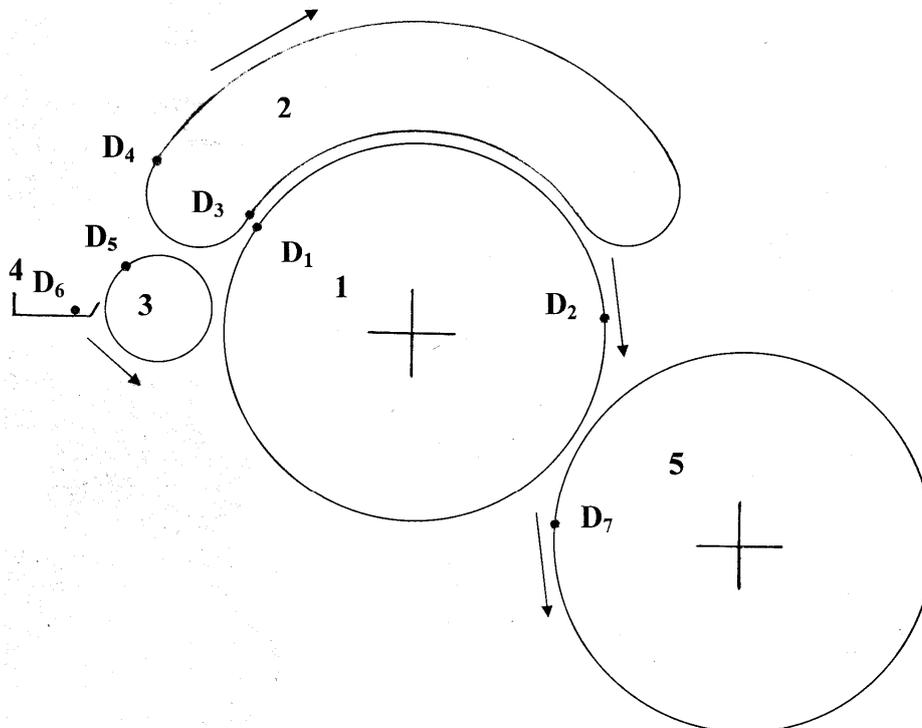


Рис. 1. Расчетная схема движения порока в зонах: "главный барабан-шляпка" и "главный барабан-съемный барабан" на однобарабанной шляпочной кардочесальной машине с устройством для регенерирования и одновременного использования волокон шляпочного очеса в процессе кардочесания

Таким образом, используя условные обозначения рисунков 1 и 2, можно отметить следующее. Порок, находящийся на главном барабане -1 (это положение  $D_1$ ), может остаться на нем, перейдя с вероятностью  $q_1$  в положение  $D_2$ , либо с вероятностью  $P_1$  перейти на шляпочное полотно -2 (в положение  $D_3$ ). Перейдя на шляпочное полотно, порок не окажется в зоне поглощения, так как вместе с верхним слоем шляпочного очеса этот порок с некоторой вероятностью  $P_3$  может быть захвачен рабочим органом -3, который возвращает

регенерированные волокна шляпочного очеса на главный барабан -1. При этом, порок может оказаться в положении  $D_5$ . Но порок может и с некоторой вероятностью  $F_3$  остаться на шляпочном полотне -2. В этом случае шляпочное полотно окажется для порока зоной поглощения и тогда, следовательно, в числе других отходов порок будет выведен из кардочесальной машины (положение  $D_4$ ).

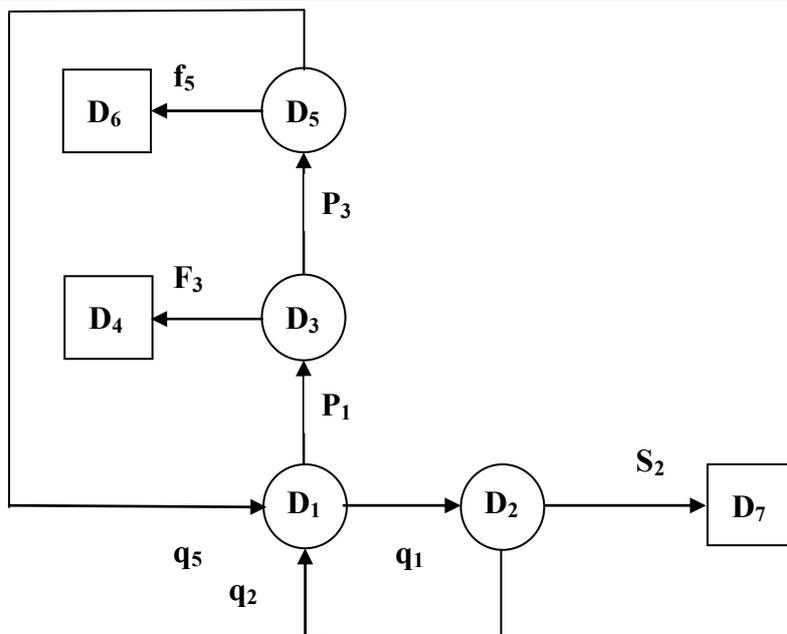


Рис. 2. Вероятностная модель движения порока в зонах "главный барабан-шляпки" и "главный барабан-съёмный барабан" на однобарабанной шляпочной кардочесальной машине с устройством для регенерирования и одновременного использования волокон шляпочного очеса в процессе кардочесания

Если порок все-таки окажется на рабочем органе -3, который осуществляет возврат регенерированных волокон шляпочного очеса на главный барабан, то тогда он либо с вероятностью  $f_5$  будет выделен в отходы средством -4 для очистки волокон шляпочного очеса (положение  $D_6$ ), либо с вероятностью  $q_5 = 1 - f_5$  перейдет опять на главный барабан -1 (положение  $D_1$ ). После чего, в принципе, описанный характер движения порока может повториться.

Из положения  $D_2$  порок либо с вероятностью  $S_2$  может перейти на съёмный барабан -5 (положение  $D_7$ ), либо с вероятностью  $q_2 = 1 - S_2$  может вернуться в свое исходное положение  $D_1$ . При этом, если учесть, что:

$D_1$  и  $D_2$  – это местоположения порока в зоне главного барабана -1;

$D_3$  – местоположение порока в зоне шляпочного полотна -2;

$D_5$  – местоположение порока в зоне рабочего органа -3, который служит для возврата регенерированных волокон шляпочного очеса на главный барабан -1;

$D_4$  и  $D_6$  – это зоны поглощения порока в зоне шляпочного полотна -1 и в зоне рабочего органа -3 для возврата регенерированных волокон шляпочного очеса на главный барабан -1;

$q_1, q_2, q_5$  – это вероятности, с которыми порок остается на главном барабане -1, после его взаимодействия со шляпочным полотном -2 ( $q_1$ ), со шляпочным полотном -2 и съёмным барабаном -5 ( $q_2$ ) и со шляпочным полотном -2 и рабочим органом -3 для возврата регенерированных волокон шляпочного очеса на главный барабан -1;

$P_1$  и  $P_2$  – вероятности перехода порока на шляпочное полотно ( $P_1$ ) и на рабочий орган ( $P_3$ ) для возврата регенерированных волокон шляпочного очеса на главный барабан -1;

$F_3$  – вероятность сохранения порока на шляпочном полотне -2;

$f_5$  – вероятность выделения порока на рабочий орган -4 для очистки волокон шляпочного очеса;

$S_2$  – вероятность перехода порока на съёмный барабан -5,

и что все это, – вероятности перехода системы (порока) за один шаг, то тогда все варианты вероятностного поведения порока, при его движении в рассматриваемых зонах прочесывания волокон можно представить при помощи стохастической матрицы P-перехода за один шаг, которая будет иметь вид, который представлен на рис. 3.

	4	6	7	1	2	3	5
4	1						
6		1					
7			1				
1					$q_1$	$P_1$	
2			$S_2$	$q_2$			
3	$F_3$						
5		$f_5$					

Рис. 3. Стохастическая матрица P-перехода за один шаг

и что все это, – вероятности перехода системы (порока) за один шаг, то тогда все варианты вероятностного поведения порока, при его движении в рассматриваемых зонах прочесывания волокон можно представить при помощи стохастической матрицы P-перехода за один шаг, которая будет иметь вид, который представлен на рис. 3.

Расчет матрицы В вероятностей поглощения порока выполняется в соответствии с принципами, которые изложены в работах [4, 5]:

$$I - Q = \begin{bmatrix} \mathbf{1} & -q_1 & -P_1 & \\ -q_2 & \mathbf{1} & & \\ & & \mathbf{1} & -P_3 \\ -q_5 & & & \mathbf{1} \end{bmatrix}$$

Определитель  $d$  матрицы  $I - Q$  будет равен:

$$d = (-1)^{4+4} \cdot \begin{bmatrix} \mathbf{1} & -q_1 & -P_1 \\ -q_2 & \mathbf{1} & \\ & & \mathbf{1} \end{bmatrix} + (-1)^{3+4} \cdot (-P_3) \cdot \begin{bmatrix} \mathbf{1} & -q_1 & -P_1 \\ -q_2 & \mathbf{1} & \\ -q_5 & & \end{bmatrix} = 1 - q_1 \cdot q_2 - P_1 \cdot P_3 \cdot q_5$$

Во время работы кардочесальной машины, непрочесанные волокна на главный барабан поступают только с приемного барабана (положение  $D_2$ ). Поэтому, нам необходимо количественно определить только элемент первой строки матрицы В. Для этого необходимо рассчитать алгебраические дополнения  $D_{11}$ ,  $D_{21}$ ,  $D_{31}$ ,  $D_{41}$ , которые будут равны:

$$D_{11} = (-1)^{1+1} \cdot \begin{bmatrix} \mathbf{1} & & \\ & \mathbf{1} & -P_3 \\ & & \mathbf{1} \end{bmatrix} = 1; \quad D_{21} = (-1)^{2+1} \cdot \begin{bmatrix} -q_1 & -P_1 & \\ & \mathbf{1} & -P_3 \\ & & \mathbf{1} \end{bmatrix} = q_1;$$

$$D_{31} = (-1)^{3+1} \cdot \begin{bmatrix} -q_1 & -P_1 & \\ \mathbf{1} & & \\ & & \mathbf{1} \end{bmatrix} = P_1; \quad D_{41} = (-1)^{4+1} \cdot \begin{bmatrix} -q_1 & -P_1 & \\ & & \\ & & -P_3 \end{bmatrix} = P_1 \cdot P_3;$$

Соответственно, первая строка фундаментальной матрицы будет равна:

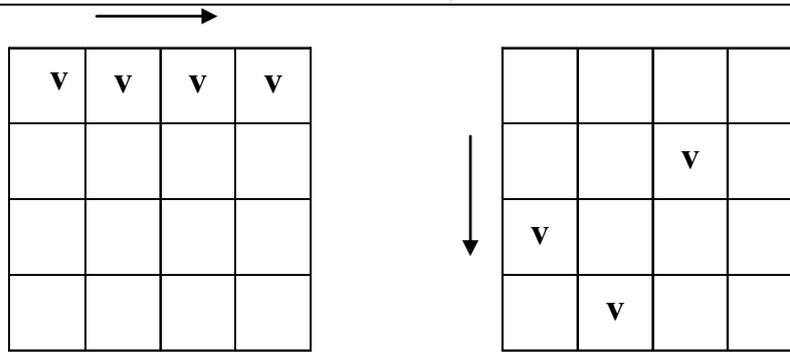
$$\frac{1}{1 - q_1 q_2 - P_1 P_3 q_5} \quad \frac{q_1}{1 - q_1 q_2 - P_1 P_3 q_5} \quad \frac{P_1}{1 - q_1 q_2 - P_1 P_3 q_5} \quad \frac{P_3 P_1}{1 - q_1 q_2 - P_1 P_3 q_5}$$

$$n_{11} = \frac{1}{1 - q_1 q_2 - P_1 P_3 q_5}; \quad n_{12} = \frac{q_1}{1 - q_1 q_2 - P_1 P_3 q_5}; \quad n_{13} = \frac{P_1}{1 - q_1 q_2 - P_1 P_3 q_5}; \quad n_{14} = \frac{P_3 P_1}{1 - q_1 q_2 - P_1 P_3 q_5};$$

Вероятность поглощения системы (порока) определенным поглощающим состоянием определяется матрицей  $B = N \cdot R$ , первая строка которой имеет вид:

$$B = 1 \left| \begin{array}{ccc} \frac{P_1 \cdot F_3}{1 - q_1 q_2 - P_1 P_3 q_5} & \frac{P_1 \cdot P_3 \cdot f_5}{1 - q_1 q_2 - P_1 P_3 q_5} & \frac{q_1 \cdot S_2}{1 - q_1 q_2 - P_1 P_3 q_5} & 0 \end{array} \right.$$

А именно:  $B = N \cdot R =$



Следовательно, вероятность того, что порок из волокнистого слоя на главном барабане будет в процессе кардочесания удален и благодаря этому не попадет в чесальную ленту или прочес, равна сумме первых двух элементов матрицы  $B$ , которая представляет собой следующее выражение:

$$b'_n = \frac{P_1 \cdot F_3}{1 - q_1 \cdot q_2 - P_1 \cdot P_3 \cdot q_5} + \frac{P_1 \cdot P_3 \cdot f_5}{1 - q_1 \cdot q_2 - P_1 \cdot P_3 \cdot q_5}$$

### Выводы

Таким образом, для оценки очищающего действия однобарабанных шляпочных кардочесальных машин с устройством для регенерирования и одновременного использования волокон шляпочного очеса в процессе кардочесания, предложен количественный критерий: вероятность удаления порока из волокнистого материала в основной рабочей зоне этих машин, которая находится между шляпками и главным барабаном данных кардочесальных машин. При этом, для определения указанной вероятности, был использован математический аппарат теории цепей Маркова. И на основе анализа технологического процесса очистки волокнистого материала на вышеуказанной шляпочной кардочесальной машине, получено уравнение для вычисления вероятности удаления порока из волокнистого материала в основной рабочей зоне этой машины.

### Литература

1. Прядение хлопка и химических волокон (проектирование смесей, приготовление холстов, чесальной и гре-бенной ленты): Учебник для вузов /Борзунов И.Г., Бадалов К.И., Гончаров В.Г. и др. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 376 с.
2. Богомоллов Е.А. Определение вероятности удаления порока в основной рабочей зоне шляпочной кардочесальной машины / Е.А. Богомоллов // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2010. – № 4. – С. 15– 18.
3. Пат. 61558 Україна, МПК (2003), D01G15/12. Пристрій безперервної регенерації і переробки волокон пачосів на шляпній чесальній машині / Богомоллов Є.О., Якімчук Р.П., Байраченко В.В., Белов В.В., Злобін П.С.; заявник та патентовласник Херсонський національний технічний університет. – № u2003031870; заявл. 03.03.2003; опубл. 17.11.2003, Бюл. № 11.
4. Воеводин В.В., Кузнецов Ю.А. Матрицы и вычисления. – М.: Наука, 1984. – 320 с.
5. Кемени Дж., Снелл Дж. Конечные цепи Маркова. – М.: Наука, 1970. – 201 с.

Надійшла 25.4.2011 р.