

УСТАНОВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМЫ ХЛОПКОПРЯДИЛЬНЫХ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ

Кочеткова О.В., Эпов А.А., Ломкова Е.Н.

*Камышинский технологический институт (филиал)
Волгоградского Государственного технического университета, Камышин,
ovk55@bk.ru, epov@kti.ru, E_Lomkova@rambler.ru*

В статье изложены результаты моделирования надежности системы хлопкопрядильных машин и оборудования. Выявлена зависимость коэффициента готовности поточной линии от структуры системы.

Ключевые слова: хлопкопрядильное оборудование, поточная линия, производительность оборудования.

В настоящее время одним из основных инструментальных средств как на стадии исследования, так и на стадии построения сложных технических систем является моделирование и всесторонняя проработка их на ЭВМ с использованием системных методов анализа и синтеза структур проек-

тируемых объектов. Предметом настоящего исследования является система технологических машин и оборудования, представленная в работе в виде поточной линии хлопкопрядения. Цель моделирования — оценка влияния структуры системы на коэффициент готовности поточной линии.

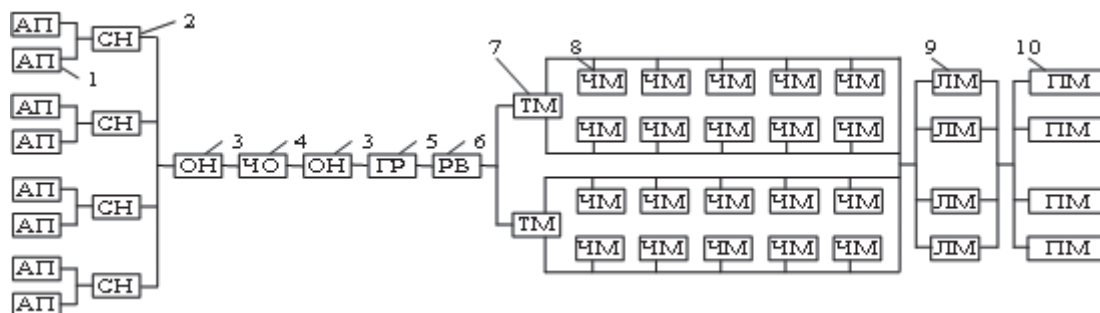


Рис. 1. Базовая структура поточной линии хлопкопрядения: 1 — автоматический питатель (АП); 2 — смеситель (СН); 3 — наклонный очиститель (ОН); 4 — очиститель осевой (ЧО); 5 — рыхлитель (ГР); 6 — распределитель волокна (РВ); 7 — трепальная машина (ТМ); 8 — чесальная машина (ЧМ); 9 — ленточная машина (ЛМ); 10 — прядильная машина (ПМ)

На рис. 1 приведена базовая структура поточной линии хлопкопрядения, состоящая из технологических переходов $T_1 \dots T_5$ (см. табл. 1) обработки хлопка и составляющая основу процесса производства пряжи на ООО «Текстильная компания «Камышинский ХБК». На первом переходе (T_1) в разрыхлительно-очистительном агре-

гате (РОА), включающем набор функциональных машин (АП, СН, ОН, ЧО, ГР, РВ), происходит последовательное разрыхление хлопка, смешивание волокон различных партий, очистка хлопка от сорных примесей, распределение волокнистого материала в бункера трепальных машин. На трепальных машинах (ТМ, переход T_2) завершается

разрыхление и очистка хлопкового волокна и подготовка его к чесанию. Из трепальных машин хлопок выходит в виде холста — уплотненного слоя в виде рулона определенной толщины.

Следующий переход (T_3) осуществляется на чесальных машинах (ЧМ) и заключается в разделении клочков на отдельные волокна, удалении пороков волокна, значительном утонении его слоя, формировании ленты. Однако лента, получаемая с чесальных машин, неравномерна. Равномерную ленту, состоящую из квазипараллельных и распрямленных волокон с автоматическим регулированием толщины продукта, приготавливают на ленточных машинах (ЛП, переход T_4). Последний заключительный переход изготовления пряжи (T_5) происходит на пневмомеханических прядильных машинах (ПМ). Здесь продукт — лента с ленточных машин утоняется до размеров, пригодных для выработки пряжи, вытягивается до ее толщины и скручивается в тонкую и прочную нить. Приведенная выше последовательность переработки хлопка в прядильном производстве называется кардной (обычной), применяемой при выработке пряжи средней линейной плотности [1].

Таким образом, как следует из рис. 1, структура поточной линии хлопкопрядения характеризуется номенклатурно-количественным составом оборудования, взаиморасположением и взаимосвязью машин в системе. Ее формирование на стадии моделирования осуществляется исходя из заданной технической производительности поточной линии путем подбора соответствующей совокупности машин с равной (кратной) технической производительностью по каждому технологическому переходу T_i . В свою очередь кратность достигается с учетом допустимого уровня разбаланса U_{po} (в %) по производительности оборудования между соседними переходами при условии обеспечения заданной нагрузки на поточную линию. При конструировании очередной структуры системы допустимый уровень разбаланса U_{po} сравнивается с фактическими его значениями на тех-

нологических переходах, определяемыми по формуле:

$$U_{pj} = (Q_{mex.i}^n - Q_{mex.i+1}^n) \cdot 100 / Q_{mex.i}^n$$

где $Q_{mex.i}^n$, $Q_{mex.i+1}^n$ — производительности соседних переходов обработки (предыдущего и последующего), кг/ч; U_{pj} — принимает значения ≥ 0 ; $j = 1 \dots N_C$; $i = 1 \dots N_T$; N_T и N_C — количество технологических переходов и сопряжений между ними.

Одним из факторов, влияющих на обеспечение требуемой нагрузки на поточную линию, является техническая надежность работы парка оборудования. Параметром, который наиболее полно учитывает влияние надежности машин на величину технической производительности поточной линии, является коэффициент готовности, определяемый по формуле:

$$K_r = \frac{\bar{T}_p}{\bar{T}_p + \bar{T}_b},$$

где \bar{T}_p и \bar{T}_b — математические ожидания наработки на отказ и времени восстановления соответствующего оборудования (табл. 1).

Для установления производительности технологических переходов поточной линии с помощью вычислительного эксперимента на имитационных моделях [2] определялись техническая производительность Q_{tex} (кг/ч), а также коэффициент готовности КГ каждой единицы оборудования. Результаты вычислительного эксперимента, а также данные хронометражных наблюдений (наработка на отказ и время восстановления) занесены в табл. 1.

Кроме того, как видно из рис. 1, технологические переходы реализуются различным набором оборудования, которые объединены между собой на основе сложных параллельно-последовательных соединений, влияющих на расчеты технической производительности и коэффициента готовности как отдельных переходов, так и всей системы в целом. Причем, переходы между собой соединяются последовательно, а функциональное оборудование внутри переходов — параллельно. При после-

довательном соединении машин поточной линии суммарный коэффициент готовности определяется по формуле:

$$K_r = K_{r1} \cdot K_{r2} \cdot \dots \cdot K_{rNo} = \prod_{k=1}^{No} K_{rk} ,$$

при параллельном соединении — по формуле:

$$K_r = 1 - (1 - K_{r1}) \cdot (1 - K_{r2}) \cdot \dots \cdot (1 - K_{rNo}) = 1 - \prod_{k=1}^{No} (1 - K_{rk}) ,$$

где $k = 1 \dots No$; No — количество оборудования поточной линии.

Таблица 1

Технические параметры хлопкопрядильных машин и оборудования

Технологические переходы (T_i)	Разрыхление и очистка хлопка (T_1)	Получение холста (T_2)	Формирование ленты (T_3)	Выравнивание ленты (T_4)	Получение пряжи (T_5)
Q_{tex}^n	500 кг/ч	600 кг/ч	600 кг/ч	880 кг/ч	810 кг/ч
Номенклатура машин и оборудования	Агрегат (РОА)	Трепальная машина (ТМ)	Чесальная машина (ЧМ)	Ленточная машина (ЛМ)	Прядильная машина (ПМ)
Q_{tex}	230...800	300	30	220	8,1
\bar{T}_p , ч	82,4...112	52,6	72,44	70,25	65,39
\bar{T}_b , мин	25...38	60	72,97	65,35	33,32
K_r	0,992...0,996	0,981	0,982	0,985	0,992

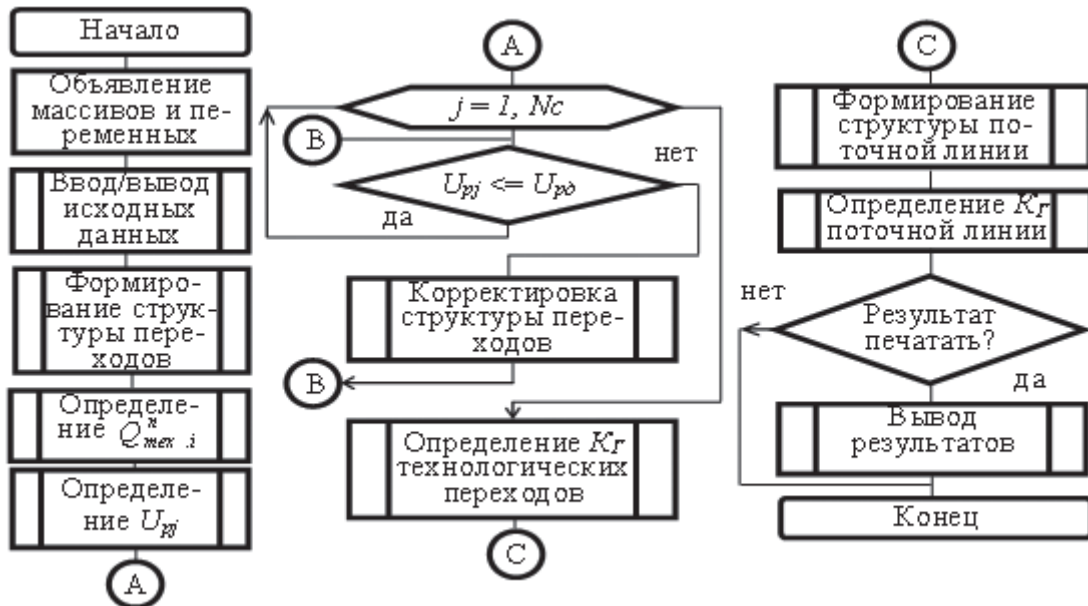


Рис. 2. Принципиальная схема алгоритма формирования структуры поточной линии хлопкопрядения и расчета коэффициента готовности

На рис. 2 представлена принципиальная схема алгоритма формирования структуры системы машин хлопкопрядения и расчета коэффициента ее готовности. При этом исходными данными являются: 1) номенклатурно-количественный состав парка машин на прядильной фабрике; 2) значения технических параметров каждой единицы оборудования поточной линии (производительность, коэффициент готовности, наработка на отказ и время восстановления оборудования); 3) техническая производительность поточной линии; 4) допустимый уровень разбаланса (для базовой структуры $U_{pd} = 30\%$, задается только положительное значение); 5) коэффициент пропускной способности технологических переходов (условно принят, равным единице).

Алгоритм на схеме (рис. 2) начинает работу с управляющей программы, которая последовательно обращается к модулям предварительного формирования структуры и определения технической производительности пе-

реходов поточной линии, а также фактических значений уровня разбаланса U_{pj} между соседними переходами. Следующим этапом работы алгоритма является организация цикла просмотра всех сопряжений между переходами T_i-T_{i+1} и сравнения фактических значений U_{pj} с допустимым уровнем разбаланса U_{pd} между соседними переходами. Если условие $U_{pj} \leq U_{pd}$ выполняется, то происходит проверка следующего сопряжения. Если нет, то осуществляется корректировка структуры и возврат на блок сравнения. После анализа всех технологических переходов и сравнения их фактических и допустимых значений уровня разбаланса осуществляется реализация модулей формирования структуры поточной линии и определения коэффициента готовности системы полученной структуры. Результаты вычислительного эксперимента согласно алгоритму (рис. 2) и его программной реализации в системе программирования Borland Delphi представлены в табл. 2.

Таблица 2

Коэффициент готовности системы хлопкопрядильных машин и оборудования различной структуры

Структура системы	Количественный состав машин и оборудования на соответствующих технологических переходах при заданной структуре														K_T
	T_1						T_1-T_2	T_2	T_2-T_3	T_3	T_3-T_4	T_4	T_4-T_5	T_5	
	АП	СН	ОН	ЧО	ГР	РВ	$U_p, \%$	ТМ	$U_p, \%$	ЧМ	$U_p, \%$	ЛМ	$U_p, \%$	ПМ	
1	8	4	1	1	1	1	1%	2	0%	20	0%	3	0%	74	0,951
2	10	5	1	1	1	1	1%	2	10%	18	26%	2	2%	48	0,948
3	10	5	1	1	1	1	1%	2	20%	16	16%	2	8%	45	0,948
4	6	3	1	1	1	1	1%	2	30%	14	5%	2	2%	48	0,955
5	4	2	1	1	1	1	1%	2	30%	14	5%	2	18%	40	0,959
6	8	4	2	2	2	2	1%	4	5%	38	12%	5	2%	120	0,974
7	10	5	2	2	2	2	1%	4	10%	36	26%	4	0%	98	0,971
8	10	5	2	2	2	2	1%	4	15%	34	21%	4	2%	96	0,971
9	6	3	2	2	2	2	1%	4	15%	34	21%	4	4%	94	0,978
10	4	2	2	2	2	2	4%	3	7%	28	5%	4	6%	92	0,982
11	12	6	3	3	3	3	1%	6	0%	60	11%	8	2%	192	0,967
12	12	4	3	3	3	3	1%	6	3%	58	8%	8	3%	190	0,975
13	14	7	4	4	4	4	1%	8	0%	80	0%	12	0%	294	0,964
14	15	5	4	4	4	4	1%	8	2%	78	6%	11	4%	260	0,971

Список литературы

1. Севостьянов А.Г., Осьмин Н.А., Щербачев В.П. и др. Механическая технология текстильных материалов. — М.: Легпромбытиздат, 1989. — 512 с.
2. Кочеткова О.В., Эпов А.А., Ломкова Е.Н., Казначеева А.А. Имитационная модель хлопкопрядения // Современные проблемы науки и образования. — 2009. — №5. — С. 80.

**MOUNTING OF COTTON-SPINNING MACHINES
AND EQUIPMENT TECHNICAL RELIABILITY SYSTEM****Kochetkova O.V., Epov A.A., Lomkova E.N.**

*Kamyshin Technological Institute (branch)
of Volgograd State Technical University, Kamyshin,
ovk55@bk.ru, epov@kti.ru, E_Lomkova@rambler.ru*

In this article are given the results of system reliability modeling of cotton-spinning machines and equipment. It is also revealed dependence of production line readiness coefficient on system structure.

Keywords: cotton spinning machinery, production line, productivity of equipment.