

- 2)  $\mu(z_n)$  – вес вершины  $z_n$  (узловой точки);  
 3)  $\omega_M(z_n)$  – средняя задержка требования  
выбранных направлений.

Рассмотрим узловую точку (УТ), в которой происходит пересечение конфликтных потоков. Одна часть потоков (назовем их главными) проходит через УТ беспрепятственно. Требования второй части потоков (второстепенных) ожидают возникновения достаточных интервалов по времени между требованиями главных потоков для пересечения УТ. Назовем такую УТ узловой точкой I типа.

Для узловой точки I типа:

$$1) \bar{\mu}(z_n) = \sum_{i \in M} \frac{\lambda i}{3600} W_{Hi},$$

где  $M$  – множество выбранных направлений;

$$2) \mu(z_n) = \sum_{i \in \Omega} \frac{\lambda i}{3600} W_{Hi},$$

где  $\Omega$  – множество всех направлений;

$$3) \omega_M(z_n) = \frac{\sum_{i \in M} \left( \frac{\lambda i}{k_i} \cdot W_{Hi} \right)}{\sum_{i \in M} \lambda i},$$

где  $M$  – множество выбранных направлений.

Здесь принято обозначение:  $W_{Hi}$  – средняя задержка (в секундах) в УТ одного требования второстепенного направления в потоке с параметрами распределения  $\lambda$  и  $k_i$ .

Рассмотрим теперь узловую точку (УТ) другого вида, в которой также происходит пересечение конфликтных потоков. Для возможности пересечения УТ поочередно перекрывается движение для одной из групп неконфликтных потоков на фиксированное время  $T_i$ . Назовем такую УТ узловой точкой второго типа. Для узловой точки II типа:

$$1) \bar{\mu}(z_n) = \frac{\sum_{i \in M} W(T_a, \lambda_i)}{T},$$

где  $M$  – множество выбранных направлений,  $a \in \{1; 2\}$ ;

$$2) \mu(z_n) = \frac{\sum_i W(T_1, \lambda_i) + \sum_j W(T_2, \lambda_j)}{T};$$

$$3) \omega_M(z_n) = \frac{\sum_{i \in M} W(T_a, \lambda_i)}{\sum_{i \in M} H(T_a, \lambda_i)},$$

где  $M$  – множество выбранных направлений,  $a \in \{1; 2\}$ .

Здесь приняты обозначения:

$$W(T_i, \lambda) = \int_0^{T_i} H_\lambda(t) dt \text{ (треб.с.)} – \text{суммарная}$$

задержка всех требований данного потока за один цикл регулирования  $T = T_1 + T_2$ ;  $H(t)$  – число требований, прибывающих к данной точке дороги за интервал времени  $(0; t)$ .

Оптимальное распределение потоков в узловой точке является решением задачи (в зависимости от преследуемой цели):

$$1) \bar{\mu}(z_n)_{opt} = \min_{\Psi} \{ \bar{\mu}(z_n) \};$$

$$2) \mu(z_n)_{opt} = \min_{\Psi} \{ \mu(z_n) \};$$

$$3) \omega_M(z_n)_{opt} = \min_{\Psi} \{ \omega_M(z_n) \}$$

Вся необходимая для решения задачи информация о входящих потоках содержится в матрицах  $A_{STREETS}$  и  $B_{INTERSECTION}$ .

### Лемма 1.

Пусть задана вершина  $z_n = Str1 \cap Str2 \overline{AB}$  (с точностью до порядка  $Str1$  и  $Str2$ ). Параметры распределения Эрланга входящих в вершину  $z_n = Str1 \cap Str2$  потоков заданы:

1) в матрице  $A_{STREETS}$  в строке

$$(A_{STREETS})_i = (Str1 \ Str2 \ Str1 \ X \ ...)$$

– направление B;

2) в матрице  $B_{INTERSECTION}$  в строке

$$(B_{INTERSECTION})_i \text{ в направлениях } C \text{ и } D;$$

3) в матрице  $A_{STREETS}$  в строке

$$(A_{STREETS})_j = (Str1 \ Y \ Str1 \ Str2 \ ...)$$

– в направлении A.

Вышеизложенное представление распределения потоков по сети и, в частности, в узловых точках, может быть использовано для определения оптимальной схемы организации движения автомобильных средств по улично-дорожной сети.

## РАСЧЕТ ПОГРЕШНОСТЕЙ ПРИ КОНТРОЛЕ НАРУЖНОГО ДИАМЕТРА КОЛЬЦА ПОДШИПНИКОВ ПОСЛЕ ОПЕРАЦИИ ШЛИФОВАНИЯ

Ребро И.В., Мустафина Д.А.

*Волжский политехнический институт, филиал Волгоградского государственного технического университета, Волжский, e-mail: astra@volpi.r*

Необходимость производства в точности измерений требуют правильного подхода к его оценке на современном уровне теории погрешностей. Наиболее точно определить величину абсолютной и относительной погрешности, с определенной надежностью, позволяет распределение Стьюдента. Например: «После проверки двух партий колец подвергшиеся шлифованию получены следующие результаты фактического отклонения действительного размера диаметра кольца от номинального:

$$x_i \text{ (мкм): } 3,9; 4,1; 4,2; 4,4; 4,5; 4,7; 5,0; 5,1; \\ y_i \text{ (мкм): } 2,4; 2,8; 4,1; 4,4; 5,6; 6,8; 7,2; 8,9.$$

#### Вычисления для партии 1

Среднеквадратичную погрешность результата измерений:

$$\Delta S_x = \frac{s}{\sqrt{n}} = 0,15052, \text{ где } s = 0,425735$$

Значение коэффициента Стьюдента  $t_\alpha$  для надежности  $\alpha = 0,95$ :  $t_\alpha = 2,36$ .

Абсолютная погрешность:

$$\Delta x = t_\alpha \cdot \Delta S_x = 2,36 \cdot 0,15052 = 0,355227$$

Относительная погрешность:

$$\epsilon = \pm \frac{\Delta x}{x} = \pm \frac{0,355227}{4,4875} = 0,079159 \Rightarrow$$

погрешность измерений составляет  $\approx 8\%$

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что вторая партия колец подшипников подвергшиеся шлифованию на 36% состоит из брака. Следовательно, необходимо выявить и устранить причины возникновения погрешностей.

### ОТБЕЛКА СУЛЬФАТНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ПО ЕСФ-ТЕХНОЛОГИИ

Хакимова Ф.Х., Синяев К.А., Ковтун Т.Н.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь,  
e-mail: tcbp@pstu.ru

Отбелка целлюлозы широко используется предприятиями, вырабатывающими волокнистые полуфабрикаты для изготовления белых видов бумаги и картона. Ужесточение законодательства в области охраны окружающей среды заставляет совершенствовать технологию отбелки целлюлозы с целью снижения техногенной нагрузки на природу при одновременном повышении качества продукции и снижении расходов на производство.

Данная работа направлена на решение этих задач в технологии отбелки целлюлозы.

Предлагаемый способ совершенствования технологии отбелки целлюлозы включает:

- использование на начальных стадиях процесса катализируемой делигнификации целлюлозы пероксидом водорода в кислой среде (Пк) с последующей щелочной обработкой (Щ) взамен современной, но технологически более сложной ступени делигнификации молекулярным кислородом под давлением (КЩО);

- замена на отбелывающих ступенях взрывоопасного и дорогостоящего диоксида хлора безопасным более технологичным и экономичным хлоритом натрия ( $X_T$ ).

Делигнифицирующая обработка пероксидом водорода в кислой среде дает лучшие результаты, чем КЩО, при значительно меньшей деструкции целлюлозы. Условия данной обра-

ботки достаточно приемлемы для производства, а экологическая безопасность такой делигнификации даже несколько выше, чем при КЩО.

#### Вычисления для партии 2

$$\Delta S_y = \frac{s}{\sqrt{m}} = 0,799721, \text{ где } s = 2,261952$$

Значение коэффициента Стьюдента  $t_\alpha$  для надежности  $\alpha = 0,95$ :  $t_\alpha = 2,36$ .

$$\Delta y = t_\alpha \cdot \Delta S_y = 2,36 \cdot 0,799721 = 1,887341$$

$$\epsilon = \pm \frac{\Delta y}{y} = \pm \frac{1,887341}{5,275} = 0,35779 \Rightarrow$$

погрешность измерений составляет  $\approx 36\%$

ботки достаточно приемлемы для производства, а экологическая безопасность такой делигнификации даже несколько выше, чем при КЩО.

Хлорит натрия по окислительному потенциальному и избирательности близок к диоксиду хлора, обладает устойчивостью, достаточной для транспортировки в порошкообразном состоянии, а его растворы весьма стабильны даже на свету. Использование хлорита натрия вместо диоксида хлора позволит избежать необходимости в строительстве специального цеха для производства диоксида хлора либо увеличить производство беленой целлюлозы на предприятиях, где диоксид хлора уже используется. С целью повышения эффективности щелочной обработки между ступенями отбелки хлоритом натрия принято окислительное щелочение (ЩП).

Таким образом, разработанная схема отбелки целлюлозы по ЕСФ-технологии имеет вид:

$$\text{Пк} - \text{Щ} - X_{T_1} - \text{ЩП} - X_{T_2},$$

т.е. отбелку целлюлозы предлагается проводить путем пероксидно-щелочной делигнификации с последующей двухступенчатой отбелкой хлоритом натрия с промежуточным окислительным щелочением.

По предлагаемой схеме исследована отбелка сульфатной хвойной и лиственной целлюлозы. Экспериментально изучено влияние основных факторов новых ступеней отбелки (Пк,  $X_{T_1}$ ,  $X_{T_2}$ ) на результаты процесса, получены математические модели в виде регрессионных уравнений, вычислены оптимальные условия, подтвержденная близость прогнозируемых и экспериментальных величин выходных параметров.

Определены подробные характеристики образцов целлюлозы, полученных по предлагаемой технологии.

Выявлены основные закономерности делигнификации и отбелки целлюлозы по разработанной технологии; установлены динамика изменений физико-химических, структурных и морфологических свойств волокон целлюло-