

Б.М. МАМИКОНЯН, Э.Р. МАНУСАДЖЯН, В.В. ШАХБАЗЯН

**ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ
РАЗРЫХЛЕНИЯ И ОЧИСТКИ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Рассмотрены особенности автоматизации управления технологическим процессом разрыхления и очистки волокнистых материалов. Предложены и исследованы новые конструкции разрыхлительно-очистительных машин, предназначенных для использования в автоматизированной системе.

Ключевые слова: технологический процесс, хлопок, волокно, очистка, разрыхление, автоматизация.

Объектом исследования является технологический процесс разрыхления и очистки (ТПРО) волокнистого материала, в том числе и хлопка машинного сбора. Цель работы - улучшение технико-экономических показателей данного ТП путем автоматизации и оптимизации управления процессом.

Применяющиеся в настоящее время на хлопкопрядильных фабриках разрыхлительно-трепальные агрегаты (РТА) могут обеспечивать очистку хлопкового волокна (ХВ) на уровне 45-58% в зависимости от его засоренности. Однако для хлопка машинного сбора, засоренность которого в 2-3 раза выше засоренности хлопка ручного сбора, необходимо создание РТА, способного эффективно очищать ХВ засоренностью 5% и выше. Существуют два способа повышения эффективности очистки ХВ на РТА:

- увеличение числа разрыхлительно-очистительных машин (РОМ) в составе РТА;
- повышение очистительной способности РОМ, входящих в состав РТА, и осуществление оптимального управления процессом очистки с помощью АСУ.

Настоящее исследование посвящено второму способу.

Как и любой объект управления, ТПРО ХВ характеризуется входными, режимными и выходными параметрами.

К входным параметрам относятся характеристики исходного ХВ: сортность, содержание и характер примесей, длина и толщина волокон. Эти параметры известны для каждой партии ХВ и приведены в документах поставки. При необходимости должна быть создана возможность для их контрольной проверки.

Режимные параметры определяют состояние процесса. К ним относятся скорость подачи (загрузки) ХВ, сила и кратность воздействия рабочего органа по клочку, разводка между колосниками (угол наклона колосников).

Выходные параметры представляют собой количественные и качественные характеристики переработанного волокна и отходов, по которым можно судить о технико-экономических показателях ТПРО ХВ: остаточная засоренность, степень

разрыхленности, степень загущенности, длина волокон, количество отходов и содержание в них прядомых волокон.

При исследовании ТПРО ХВ определен характер изменения перечисленных параметров, выделены детерминированные параметры, определены законы распределения случайных параметров. Анализ показывает, что все случайные параметры можно аппроксимировать нормальным распределением с соответствующими средними значениями и среднеквадратическими отклонениями. Предварительные исследования выявили, что для осуществления оптимального управления ТПРО ХВ с помощью АСУ необходимо решить следующие основные задачи:

1. Построить достаточно гибкую, адекватную и оптимальной сложности математическую модель ТПРО ХВ.

2. Разработать сопряженный с управляющим компьютером комплекс измерительной аппаратуры с требуемыми метрологическими характеристиками для измерения параметров ТП, а также исполнительные органы для управления режимными параметрами.

3. Выбрать наиболее приемлемый для данного ТП технико-экономический показатель и осуществить его оптимизацию.

4. Построить имитационную модель ТПРО ХВ.

Исследования ТПРО ХВ и существующих конструкций РОМ привели к выводу, что первым шагом на пути автоматизации управления ТПРО ХВ должно быть создание новой конструкции РОМ, обладающей многопараметрууправляемостью. Для обоснования этого вывода рассмотрим вкратце сущность процесса очистки ХВ.

Очистка хлопка состоит из двух последовательных процессов: разрушения связи между волокнами и примесями и отделение примесей от волокон. На РОМ связи между волокнами разрушаются в результате скользящего удара, наносимого непосредственно по хлопку (клочку или бородке) ударным органом (трепалом, ножами или колками барабана), скользящего удара хлопка по острой грани колосников или при комбинации обоих указанных способов. Процесс отделения примесей от волокон заключается в том, что эти усилия прилагаются к клочку, продвигающемуся над колосниковой решеткой, которая удерживает волокна на своей поверхности, в то время, как примеси отделяются от волокон и выпадают между колосниками решетки в расположенную под ними камеру для отходов.

Мерой воздействия ударного органа на клочок или бородку волокнистого материала служит импульс силы, возникающей при ударе. Промышленность использует в основном однобарабанные РОМ (условно названы здесь РОМ1). В этих машинах ударный орган совершает вращательное движение с постоянной скоростью [1]. При этом изменение скорости вращения ударного органа влечет за собой изменение как степени трепания (т.е. числа ударов, приходящихся на единицу массы обрабатываемого материала), так и импульса силы, возникающей при ударе. Такая взаимосвязь степени трепания и импульса силы делает невозможным раздельное управление указанными двумя параметрами процесса, что является главным недостатком РОМ1 с точки зрения автоматизированного управления ТПРО ХВ.

В [2, 3] разработана многобарабанная РОМ (условно названа РОМ2), в которой ударный орган совершает планетарное движение. Она (рис. 1) состоит из главного вала 1 с неподвижно закрепленными на нем торцевыми стенками 2; четырех колковых барабанов 3, установленных равномерно по окружности в торцевых стенках 2; колосниковой решетки 4; камеры для отходов 5; планетарного механизма, состоящего из неподвижного зубчатого колеса 6 и шестерен 7, закрепленных на валах колковых барабанов.

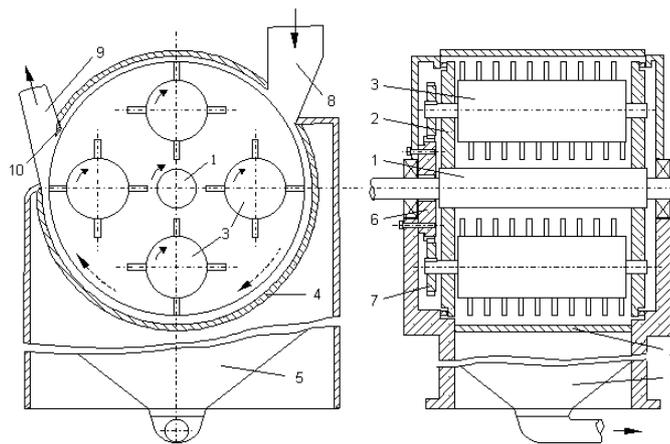


Рис. 1. Упрощенная схема РОМ2

Главный вал 1, вращаясь по часовой стрелке, приводит во вращение торцевые стенки 2 с установленными в них колковыми барабанами 3. При этом шестерни 7, закрепленные на валах колковых барабанов, обкатывая зубчатое колесо 6, приводят во вращение барабаны. В результате колковые барабаны перемещаются относительно колосниковой решетки 4, одновременно вращаясь вокруг своей оси.

Технологический процесс осуществляется следующим образом.

Клочки волокнистого материала в свободном состоянии поступают в приемный патрубок 8, захватываются колками рабочих барабанов 3 и сбрасываются на колосниковую решетку 4. По мере вращения главного вала рабочие барабаны 3 перемещаются над колосниковой решеткой из зоны питания в рабочую зону, где встряхивание и очистка клочков повторяется в течение всего времени продвижения колкового барабана над колосниковой решеткой. Сорные примеси, выделившиеся через колосниковую решетку, попадают в камеру 5 для отходов. Разрыхленный и очищенный хлопок выводится из очистительной камеры через патрубок 9, соединенный пневмопроводом с конденсором, установленным на последующей машине; при этом отбойный нож 10, установленный над выводной щелью, содействует его выводу, препятствуя продвижению клочков в зону питания.

Проведено теоретическое исследование узла очистки РОМ2, получено выражение скорости вершины колка [4]. Благодаря такой конструкции машины в узле очистки колки совершают равнопеременные движения по эпициклоиде; при этом скорость вершины колка синусоидально возрастает до достижения крайнего

положения, при котором вершина колка максимально приближается к колосниковой решетке, после чего начинает убывать.

Проведено экспериментальное исследование очистительной способности опытной стендовой установки РОМ2 в лабораторных условиях. Анализ полученных теоретических и экспериментальных результатов показывает, что конструкция РОМ2 позволяет повысить очистительный эффект хлопка тонковолокнистых сортов машинного сбора в среднем на 12% при средневзвешенной засоренности 3,6% исходного волокна без значительного повышения степени зажученности перерабатываемых клочков. Одновременно снижается выход прядомых волокон в отходы: 2,46% вместо 3,09% в случае РОМ1. При этом очистительный эффект не снижается: в отходах, выделенных на РОМ2, содержится до 60% всего количества кожицы с волокном, содержащейся в исходном волокне, и до 80% незрелых и битых семян, в то время, как в случае РОМ1 эти показатели составляют соответственно 30% и 60%.

Ниже перечислены основные технологические преимущества РОМ2 по сравнению с РОМ1, которыми обусловлено улучшение показателей очистительного процесса.

1. Увеличение числа воздействий на клочок за время одного цикла (один оборот системы).

2. Увеличение эффективности очистки за счет увеличения угла падения клочка на колосниковую решетку (за счет увеличения угла направления удара относительно колосниковой решетки).

3. Уменьшение вероятности послеударного захвата клочка ударным органом (до удара скорость выше, а после удара – ниже, чем у прототипа).

4. В РОМ1 имеет место постоянство зазора (разводок) δ_0 между ударным органом и колосниковой решеткой. В РОМ2 этот зазор меняется от $\delta_{\min} = \delta_0$ до $\delta_{\max} = l + \delta_0$, где l – длина ударного органа. В результате возникает возможность транспортного запаздывания клочков (увеличение времени пребывания клочка в зоне воздействия, т.е. длительности процесса воздействия, без уменьшения силы удара).

С точки зрения поставленной в работе цели – автоматизации управления ТПРО, наряду с вышеуказанными преимуществами, РОМ2 также имеет недостаток: наличие жесткой кинематической связи между временем воздействия и силой ударного воздействия, т.е. невозможность их отдельного (независимого) регулирования.

С целью устранения этого недостатка разработана усовершенствованная конструкция РОМ (условно названа РОМ3), в которой разделены приводы несущих стенок 2 и колковых барабанов 3 (рис. 2). Это позволяет сохранить в РОМ3 все преимущества РОМ2 и получить дополнительную возможность отдельного регулирования длительности воздействия и силы ударного воздействия в широких пределах путем изменения скоростей вращения главного несущего вала 1 (n_1) и шкива 11 привода колковых барабанов (n_3).

Количественная зависимость скорости вращения n_2 колкового барабана от скоростей n_1 и n_3 определяется выражением

$$n_2 = k(n_1 \pm n_3), \quad (1)$$

где $k = n_3/n_1$ – передаточное отношение между зубчатым колесом 6 и шестерней 7, а знаки перед n_3 соответствуют согласному и встречному направлениям вращения n_2 относительно n_1 . При этом в случае знака (+) увеличивается число воздействий ударного органа на клочок по сравнению с РОМ2, а в случае знака (-) уменьшается, поэтому в настоящей работе выражение (1) будет рассматриваться со знаком (+).

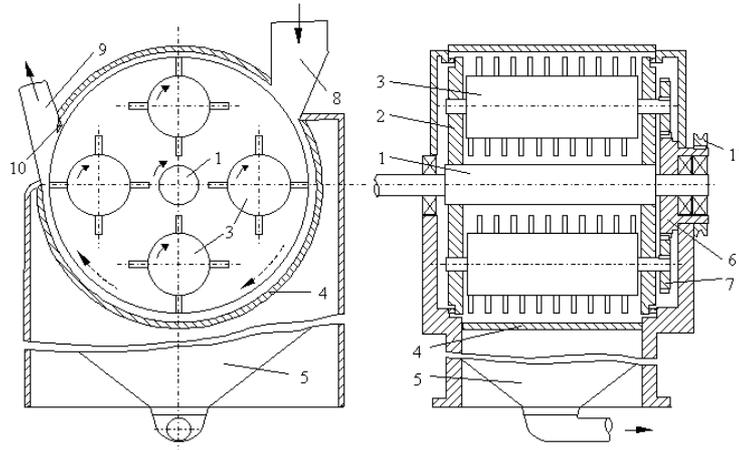


Рис. 2. Упрощенная схема РОМ3

Проведено количественное сравнение очистительных возможностей рассмотренных трех типов машин. В качестве критерия сравнения выбрана величина

$$Q = V\tau, \quad (2)$$

которая условно названа **показателем очистительной способности** (ПОС) машины, где V – скорость рабочего органа при ударе по клочку; τ – время пребывания клочка в зоне воздействия, т.е. длительность процесса воздействия. Выбор выражения (2) обусловлен следующими соображениями. Как было указано выше, мерой воздействия ударного органа на клочок служит импульс силы, который при постоянстве массы ударного органа определяется скоростью V удара. Степень же очистки определяется числом ударов, приходящихся на единицу массы обрабатываемого материала, что определяется временем τ пребывания клочка в зоне воздействия.

1. Для РОМ1: если обозначить через R радиус окружности, описываемой конечной точкой ударного органа при вращении, через L – длину дуги рабочей зоны этой окружности, и принять в выражении скорости значение коэффициента размерности равным единице, то получится: $V_1 = n_1 R$; $\tau_1 = L/V_1$. Следовательно,

$$Q_1 = V_1 \tau_1 = L = \text{const}.$$

2. Для РОМ2: $V_2 = n_1 R + n_2 r = n_1 (R + kr)$; $\tau_2 = L/n_1 R$.
 Следовательно,

$$Q_2 = V_2 \tau_2 = (1 + h_2) Q_1,$$

где $h_2 = km$; $m = r/R$; r – радиус окружности, описываемой конечной точкой ударного органа РОМ2 при вращении колкового барабана вокруг своей оси.

3. Для РОМ3: $V_3 = n_1 R + n_2 r = n_1 R + k(n_1 + n_3)r$; $\tau_3 = L/n_1 R$.

Следовательно,

$$Q_3 = V_3 \tau_3 = (1 + h_3) Q_1,$$

где $h_3 = (1 + k)m$.

Полученные выражения показывают, что $Q_2 > Q_1$, $Q_3 > Q_1$ и $Q_3 > Q_2$ при любых значениях параметров машин. Построенные графики зависимостей h_2 и h_3 от параметров k и m (рис. 3) позволяют оценить степень повышения ПОС РОМ2 и РОМ3 по сравнению с РОМ1 и выбрать необходимые значения параметров с целью обеспечения требуемого значения ПОС.

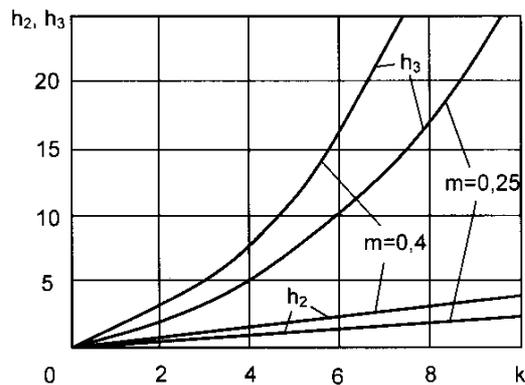


Рис. 3. К сравнительной оценке ПОС разрыхлительно-очистительных машин

Таким образом, в основу разрабатываемой АСУ ТПРО ХВ должна быть положена машина РОМ3, обладающая как более высоким значением ПОС, так и дополнительным управляемым параметром (n_3), что облегчает реализацию оптимального управления процессом.

Предварительные исследования ТПРО ХВ в качестве объекта управления показали, что при построении математической модели процесса можно использовать методику и подходы, изложенные в [5] – построить математическую модель методом группового учета аргументов, что позволит создать иерархическую модель оптимальной сложности при небольшой статистической выборке. В основу разработки измерительной и исполнительной аппаратуры могут быть положены принципы, изложенные в [6, 7], с широким использованием новейших микропроцессоров и метода цифровой коррекции погрешностей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Широков В.П., Владимиров Б.М., Полякова Д.А.** и др. Справочник по хлопкопрядению. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1985. – 472 с.
2. **Манусаджян Э.Р.** Многобарабанная разрыхлительно- очистительная машина с системой изменения интенсивности разрыхления и очистки для тонковолокнистого хлопка /ЦНИИТЭИЛегпром, р.с. «Текстильная промышленность». – 1983. - № 11. – С. 1-5.
3. **Манусаджян Э.Р., Гончаров В.Г., Дамский Д.А.** Повышение эффективности переработки тонковолокнистого хлопка на машинах разрыхлительно -трепального агрегата / ЦНИИТЭИЛегпром, экспресс-информация, серия «Текстильная промышленность». – 1984. - Вып. 7. – 28 с.
4. **Манусаджян Э.Р.** Повышение эффективности очистки тонковолокнистого хлопка машинного сбора на очистителях с колковыми и ножевыми барабанами: Автореферат дис. ... на соискание ученой степени канд. техн. наук / МТИ. – М., 1985. – 26 с.
5. **Кюрегян С.Г., Мамиконян Б.М., Абгарян С.В., Баласанян С.Ш.** Разработка автоматизированной системы управления флотационным процессом обогащения руды / Докл. Межд. семинара «Конверсионная потенциал Армении и программы МНТЦ». Ч. II. – Ереван, 2000. – С. 181-184.
6. **Мамиконян Б.М., Мамиконян Х.Б.** Особенности применения интегральных микросхем в преобразователях параметров датчиков // Полупроводниковая микроэлектроника: Мат. 2-й Национ. конф. – Ереван: Изд-во ЕГУ, 1999. – С. 246-249.
7. **Мамиконян Б.М., Мамиконян Х.Б.** Микропроцессорное устройство для обработки и передачи измерительной информации / Proceedings of the CSIT Conference. – Yerevan, 1999. – S. 524-526.

ГОК ГИУА. Материал поступил в редакцию 07.09.2000.

Բ.Մ. ՄԱՍՏԻՅԱՆ, Է.Ռ. ՄԱՆՈՒՍԱԶՅԱՆ, Վ.Վ. ՇԱՀԲԱԶՅԱՆ

ՄԱՆՐԱԹԵԼԱՅԻՆ ՆՅՈՒԹԵՐԻ ԳԶՄԱՆ ԵՎ ՄԱՔՐՄԱՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ԳՈՐԾԸՆԹԱՑԻ ԿԱՌԱՎԱՐՄԱՆ ԱՎՏՈՄԱՏԱՑՎԱԾ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ ՄՇԱԿՄԱՆ ՀԻՄՆԱՀԱՐՑԵՐԸ

Դիտարկված են մանրաթելային նյութերի զգման և մաքրման տեխնոլոգիական գործընթացի կառավարման ավտոմատացման առանձնահատկությունները, առաջարկված և հետազոտված են զգման-մաքրման մեքենաների նոր կառուցվածքներ, որոնք նախատեսված են ավտոմատացված համակարգերում օգտագործելու համար:

B.M. MAMIKONYAN, ED.R. MANUSAJYAN, V.V. SHAHBAZIAN

COMPUTER-AIDED CONTROL SYSTEM DEVELOPMENT PROBLEMS OF TECHNOLOGICAL PROCESS FOR LOOSENING AND REFINING FIBROUS MATERIALS

Computer-aided control characteristics of a technological process for loosening and refining fibrous materials are viewed. New loosening and refining machine constructions designated for use in a computer-aided system are studied and proposed.