

ОБОСНОВАНИЕ ФОРМЫ РАБОЧИХ ОРГАНОВ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОЧИСТКИ КОТОНИНА

RATIONALE FOR THE FORM OF WORKING UNITS FOR CLEARING COTTONINE

А.Г. НОСОВ, Е.Л. ПАШИН, С.Н. РАЗИН
A.G. NOSOV, E.L. PASHIN, S.N. RAZIN

(Костромской государственной технологической университет)
(Kostroma State Technological University)
E-mail: kaf_tplv@mail.ru

Предложена схема очистки котонина от примесей, при которой эффективность процесса зависит от формы рабочих органов в виде пластин разных форм, их расположения друг относительно друга, частоты вращения и степени изменения площади локальных зон между пластинами и колосниковой решеткой. Введен показатель KS, который предложено считать одним из возможных критериев эффективности обработки. Проведены исследования влияния на показатель KS значений зазора между валами, траекториями перемещения вершин пластин, а также зазора до колосниковой решетки.

A scheme is proposed cottonine clearing from impurities, at which the effectiveness of the process depends on the shape of working bodies, their location relative to one another, the rotational speed and extent of changes in the area of local zones between the plates and the grate. Was put indicator KS, which is suggested as one of the possible criteria for the effectiveness clearing Investigated the effect on the indicator values of KS gap between the rollers and gaps the grate. Analyses are performed for the working bodies of different shapes.

Ключевые слова: очистка, котонин, короткоштапельное волокно, вращение, рабочие органы, критерий эффективности обработки.

Keywords: cottonine clearing, clearing short fiber, the rotation, working bodies, the criterion of efficiency of processing.

Условия эффективной работы очистителей хлопка от примесей ограничены длиной волокон, что требует для более длинных волокон модифицированного льяного волокна (котонина) совершенствования способа очистки [1], [2]. С этой целью была предложена иная технологическая схема, основанная на решении [3].

Согласно новой схеме устройство для очистки лубяного волокна от неволокнистых примесей, преимущественно костры, содержит рабочие органы для обработки

засоренного волокна и привод для их движения. Рабочие органы выполнены в виде пластин, совершающих вращательное движение и закреплены на валах с шагом. При этом пластины, расположенные на соседних валах, смещены друг относительно друга на половину шага, а траектории движения вершин пластин соседних валов перекрывают друг друга (рис. 1 – схема устройства для очистки волокна от неволокнистых примесей).

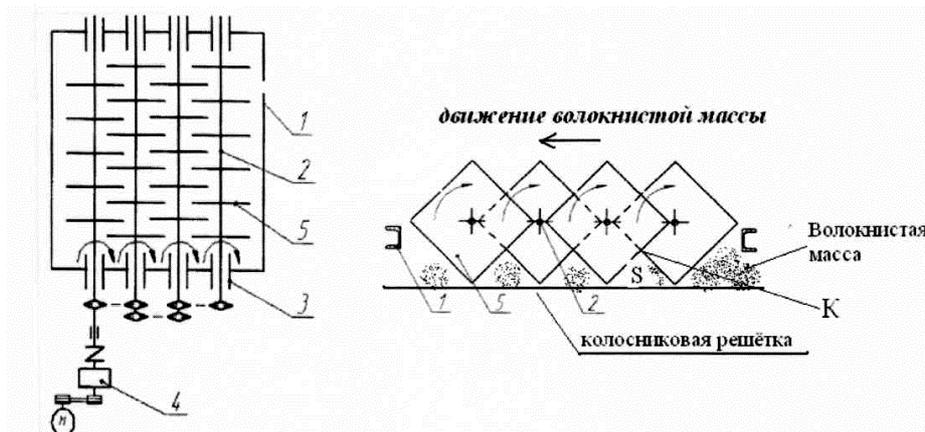


Рис. 1

При предложенном варианте очистки волокнистая масса попадает в зону между колосниковой решёткой и системой вращающихся многоугольных пластин, форма которых может быть разной. Посредством взаимодействия с вершинами пластин волокнистая масса подвергается циклическим воздействиям и перемещается.

При такой обработке важно обеспечить условие самоочистки свободных пространств между пластинами на валах, в которых может накапливаться волокно. Для этого межосевое расстояние (ℓ) для валов (например, с квадратными пластинами) следует выбирать с учетом следующего условия:

$$\ell = \frac{a\sqrt{2}}{2} + z_1,$$

где z_1 – небольшой зазор между траекторией движения квадратов и осью соседнего вала; a – длина стороны квадрата.

В процессе вращения пластин меняется координата т. К и, как следствие, площадь S , которая при постоянной ширине рабочей зоны характеризует интенсивность процесса обработки. Иными словами, по изменению величины указанной площади S можно судить о характере сжатия и разряжения обрабатываемого материала в зоне обработки. Очевидно, что от интенсивности указанного сжатия-разряжения (частота и величина изменения) будет зависеть степень очистки волокна от примесей и пыли. Таким образом, ставится зада-

ча по исследованию зависимости изменения площади ΔS , как $(S_{\max} - S_{\min})$, от режимно-конструктивных параметров предложенного устройства.

Изменение активной зоны обработки будет зависеть от формы пластин. Поэтому в качестве базовых форм пластин выберем: треугольник, квадрат, пятиугольник. В этом случае необходимо определить, какая форма будет обеспечивать лучший результат при обработке по изменчивости площади S . Заметим, что S меняет свое значение в зависимости от угла поворота валов. Полагаем, что чем большее значение имеет модуль изменения площади, тем больше эффективность очистительного воздействия.

Рассмотрим схему, представленную на рис. 2 с изображением трех типов рабочих органов – пластины различной формы, условно вписанные в окружности равного диаметра: пластины треугольной, четырех- и пятиугольной формы (a – начальное положение рабочих органов (угол 0 градусов); б – новое положение рабочих органов (угол 20 градусов); в – новое положение рабочих органов (угол 70 градусов)).

Исследуем геометрию движения рабочих органов. Проведем через оси вращения две условные прямые, которые перпендикулярны к плоскости колосниковой решетки. Пересечение со стороной рабочего органа обозначим через т. D1, D2 для 1 и 2 органа соответственно. Точки D1, D2 будут менять свое положение в зависимости от угла поворота вала.

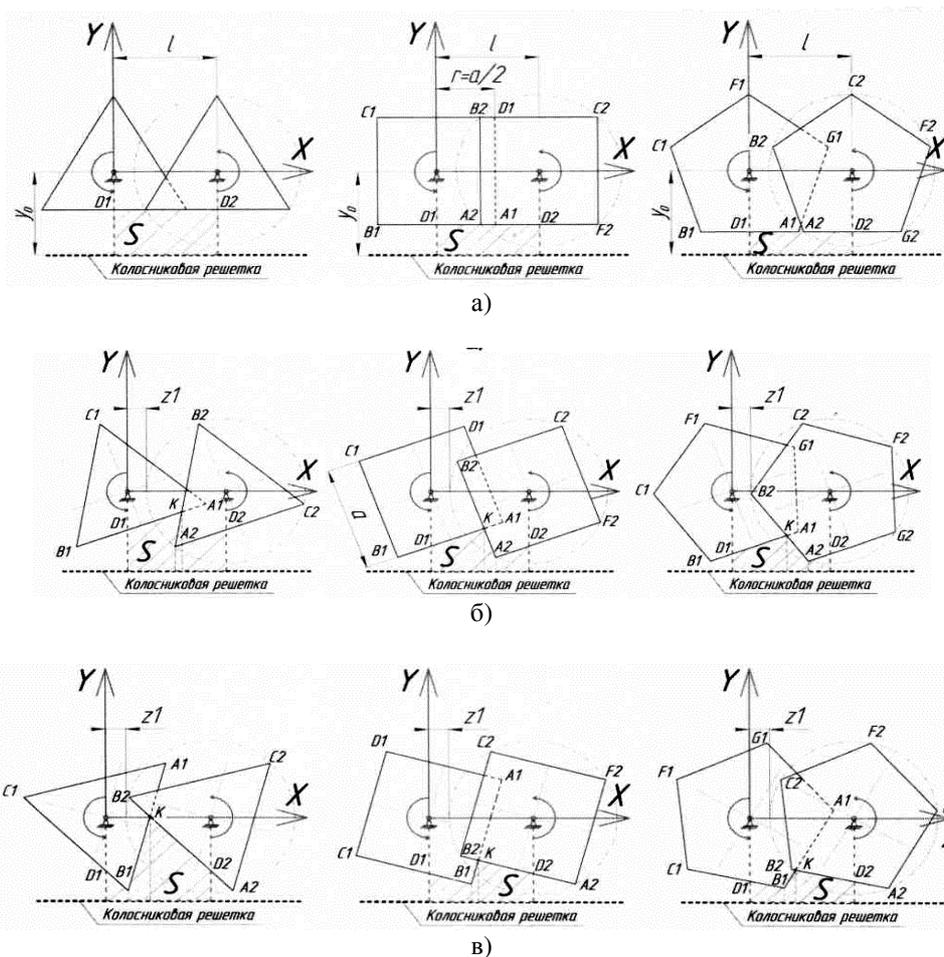


Рис. 2

Будем изучать изменение площади S под рабочими органами, которая ограничена прямыми, проходящими через центры вращения валов и плоскостью колосниковой решетки. Для этого разобьем площадь S на несколько фигур, которые представляют собой трапеции. Тогда

$$S = \sum S_j,$$

где j – количество возможных площадей, которые могут появиться при вращении.

Очевидно, что при разном угле поворота вала в работу могут быть включены разные трапеции (на примере квадрата):

- для прямой $D1K$: $S1_i = 0,5(yD1_i + yK_i - 2y_0)(xK_i - xD1_i)$;
- для прямой $D1B1$: $S2_i = 0,5(yD1_i + yB1_i - 2y_0)(xB1_i - xD1_i)$;
- для прямой $B1K$: $S3_i = 0,5(yB1_i + yK_i - 2y_0)(xK_i - xB1_i)$;
- для прямой $KA2$: $S4_i = 0,5(yK_i + yA2_i - 2y_0)(xA2_i - xK_i)$;
- для прямой $KD2$: $S5_i = 0,5(yD2_i + yK_i - 2y_0)(xD2_i - xK_i)$;
- для прямой $A2D2$: $S6_i = 0,5(yA2_i + yD2_i - 2y_0)(xD2_i - xA2_i)$.

Поэтому через функцию if необходимо отсечь те моменты, когда площадь не

находится под рабочими органами или разделяется вершиной фигуры:

$$S1_i = if(xB1_i > xD1_i, 0, S1_i), S2_i = if(xB1_i > xD1_i, S2_i, 0), S3_i = if(xB1_i > xD1_i, S3_i, 0), S4_i = if(xA2_i > xD2_i, 0, S4_i), S5_i = if(xA2_i > xD2_i, S5_i, 0), S6_i = if(xA2_i > xD2_i, 0, S6_i).$$

Используя такой подход, определим сумму площадей, каждая из которых изменится с течением времени и вносит свой вклад в общую площадь S под рабочими органами.

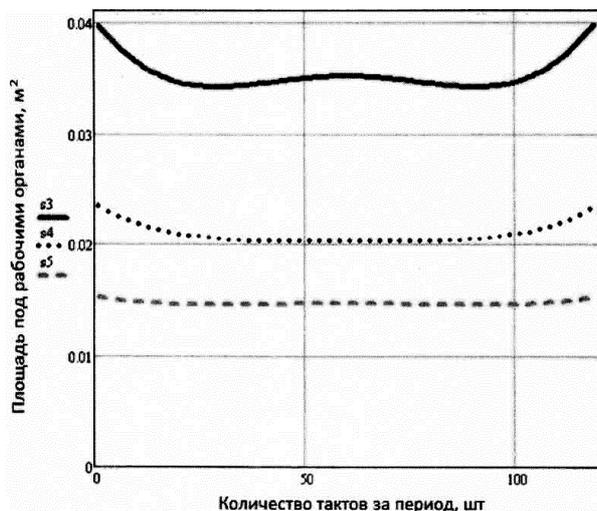


Рис. 3

На рис. 3 представлены результаты расчетов в виде графических зависимостей изменения площадей за время одного периода при вращении пластин (s_3 – треугольник, s_4 – квадрат, s_5 – пятиугольник).

Дополнительно для каждой из исследуемой формы пластин рассчитали величину максимальной S_{max} и минимальной S_{min} величины локальной площади активной зоны, а также ее изменение ΔS . Для сравнительного анализа предложено использовать величину KS , равную произведению относительного изменения площади активной зоны под рабочими органами на количество воздействий за один оборот. Показатель KS предложено считать одним из возможных критериев эффективности обработки. Результаты расчетов представлены в табл. 1 – изменение исследуемых параметров, характеризующих эффективность очистки для различных форм рабочих органов.

Таблица 1

Исследуемые параметры	Значения параметров для пластин разной формы		
	треугольник	квадрат	пятиугольник
Диаметр описанной окружности, м	0,565	0,565	0,565
Сторона рабочего органа, м	0,49	0,4	0,332
Расстояние между валами, м	0,282	0,282	0,282
S_{max} , м ²	0,04	0,0234	0,015
S_{min} , м ²	0,0342	0,0203	$14,605 \cdot 10^{-3}$
ΔS , м ²	0,00557	0,0031	0,000712
Относительное изменение площади за один период $S_{отн}$	0,1401	0,1327	0,0465
Критерий эффективности KS – относительное изменение площади за полный оборот пластины 360 град	0,4203	0,5308	0,2325

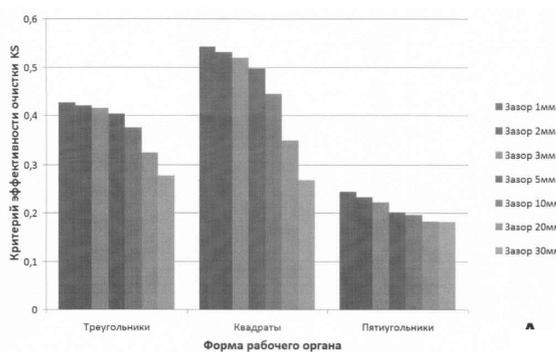
Из полученных результатов следует, что наибольшее изменение площади активной зоны наблюдается при использовании пластин треугольной формы. В сравнении с пластинами четырех- и пятиугольной формы ΔS соответственно увеличивается примерно в два и четыре раза. Более того, в пределах одного периода для треугольных пластин наблюдается некоторая изменчивость площади, что также должно приводить к улучшению очистки. Однако, рассматривая результаты применительно к полному обороту пластин, наилучший эффект относительного изменения площади

проявляется для пластин четырехугольной формы. Поэтому квадратная форма рабочих органов должна обеспечивать более интенсивную очистку.

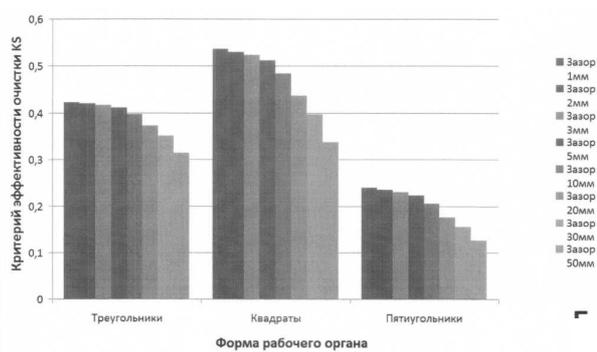
В процессе исследований было обращено внимание на зависимость изменения величин, образованных под рабочими органами площадей, от параметра зазора z_1 (рис. 2). Величина этого зазора может влиять на качество очистки котонина. Это объясняется тем, что для разных значений z_1 будут меняться площади активных зон обработки. С этой целью дополнительно были проведены расчеты изменения пло-

щадей при использовании исследуемых многоугольников в условиях изменения $z1$ от 1 до 30 мм. При расчете было принято, что диаметр окружности, описанной около

рабочего органа, соответствовал той, в которую вписывается квадрат со стороной 400 мм.



а)



б)

Рис. 4

На рис. 4 показано изменение эффективности очистки KS в зависимости от формы пластин: а) – при разном значении зазора $z1$; б) – при разном значении зазора $z2$. На рис. 4-а в виде диаграмм представлены результаты расчетов.

Оказалось, что изменение величины зазора $z1$ также существенно влияет на величину KS . Например, увеличение зазора до 30 мм будет вызывать снижение критерия эффективности KS примерно в два раза, что, вероятно, будет способствовать снижению эффективности процесса очистки волокна.

На следующем этапе исследовали влияние на критерий KS величины зазора $z2$ – между траекторией движения крайних точек рабочих органов и плоскостью колосниковой решетки (рис. 2). Изменяя значение зазора $z2$, вероятно, также можно достигать разного качества обработки. Результаты этих исследований представлены на рис. 4-б. Их получение осуществляли в условиях изменения $z2$ от 1 до 50 мм.

Из диаграмм, представленных на рис. 4-а и 4-б, следует, что наибольшее изменение площади активной зоны наблюдается при использовании рабочих органов в виде пластин квадратной формы, минимальная – пятиугольной формы. Увеличение зазоров $z1$ и $z2$ на 1 мм для пластин трех- и пятиугольной формы будет спо-

способствовать снижению KS примерно на 1%. В то же время для пластин четырехугольной формы это снижение в 2 и более раз больше, что можно использовать для регулировки процессом очистки котонина от костры в зависимости от исходных свойств волокна.

Однако при разработке устройства ориентироваться только на эффективность процесса очистки недостаточно. Применительно к предложенной схеме требуется изучать условия взаимодействия волокнистой массы с рабочими органами, а также ряд других аспектов рассматриваемого процесса, связанных с перемещением волокна вдоль зоны обработки и надежностью его перехода из одной локальной зоны в другую. Эти вопросы предусматривается изучать на последующих этапах исследования.

ВЫВОДЫ

1. Предложена схема очистки котонина от примесей, при которой эффективность процесса зависит от формы рабочих органов в виде закрепленных на валах пластин, их расположения друг относительно друга, частоты вращения и степени изменения площади локальных зон между пластинами и колосниковой решеткой. Наибольшее изменение площади активной зоны

наблюдается при использовании рабочих органов в виде пластин треугольной формы, минимальная – пятиугольной формы.

2. Для выбора рациональной формы рабочих органов предложено использовать коэффициент эффективности очистки KS , равный произведению относительного изменения площади активной зоны под рабочими органами на количество воздействий за один оборот. Анализ результатов исследования коэффициента KS позволяет сделать заключение о том, что наиболее эффективными являются рабочие органы 4-угольной формы.

3. На изменчивость критерия KS влияет величина зазора между траекторией перемещения вершин пластин и поверхностью валов $z1$, а также зазор между плоскостью колосниковой решетки и траекторией перемещения вершин пластин $z2$.

4. Применительно к предложенной схеме очистки котонина необходимо изучение условий взаимодействия волокнистой массы с рабочими органами, а также условий перемещения волокна вдоль зоны обработки и надежностью его перехода из одной локальной зоны в другую.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пашин Е.Л., Смирнова Т.Ю., Разин С.Н. Совершенствование технологии механической модификации льна. – Кострома: ВНИИ по переработке лубяных культур РАСХН, 2004.

2. Разин С.Н., Пашин Е.Л. Теоретические основы совершенствования механической модификации льна. – Кострома: КГТУ-ВНИИЛК РАСХН, 2005.

3. Патент РФ № 2358048. Устройство для очистки волокна от неволокнистых примесей / Пашин Е.Л., Беляев П.В., ВНИИЛК РАСХН, опубл. 10.06.2009.

REFERENCES

1. Pashin E.L., Smirnova T.Ju., Razin S.N. Sovershenstvovanie tehnologii mehanicheskoy modifikacii l'na. – Kostroma: VNIИ po pererabotke lubjanyh kul'tur RASHN, 2004.

2. Razin S.N., Pashin E.L. Teoreticheskie osnovy sovershenstvovanija mehanicheskoy modifikacii l'na. – Kostroma: KGTU-VNIILK RASHN, 2005.

3. Patent RF № 2358048. Ustrojstvo dlja ochistki volokna ot nevoloknistyh primesej / Pashin E.L., Beljaev P.V., VNIILK RASHN, opubl. 10.06.2009.

Рекомендована кафедрой технологии производства льняного волокна. Поступила 01.10.15.