

РАЗРАБОТКА КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ВОЛОКНООЧИСТИТЕЛЯ*

DEVELOPMENT OF A CONCEPTUAL MODEL OF THE FIBER CLEANER

Д.А. ЛЕБЕДЕВ
D.A. LEBEDEV

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

В работе рассматриваются вопросы методологии проектирования волокноочистительных машин.

The paper discusses issues in the design methodology of cleaning machines.

Ключевые слова: волокноочиститель, проектирование машин, хлопок, короткоштапельное льняное волокно, текстильное машиностроение.

Keywords: fibercleaner, design of machines, cotton, short-staple linen fibre, textile mechanical engineering.

Важной задачей для совершенствования современной очистительной техники, снижения ее энергоемкости, создания гибких и адаптивных производственных систем является разработка обобщенной методологии проектирования волокноочистителей, поскольку технический и функциональный уровень будущей машины в значительной степени определяется проектными решениями, которые принимаются еще на ранних стадиях проектирования.

Содержание и последовательность работ на ранних стадиях проектирования, в целом определяемых как концептуальное проектирование, в графической форме представлены на рис. 1.

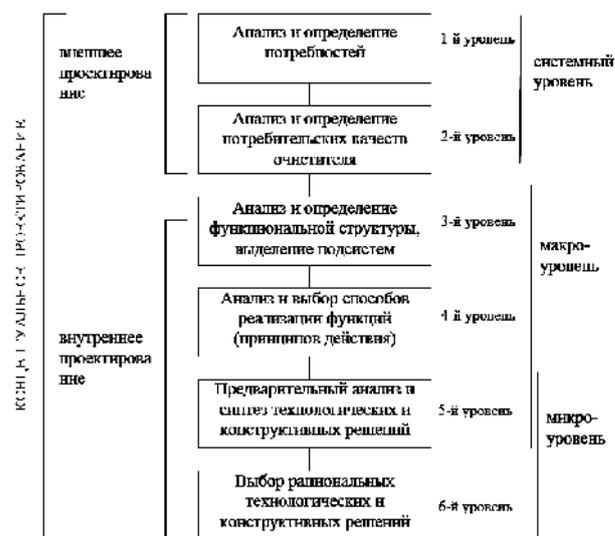


Рис. 1

* Работа выполнена под руководством проф., докт. техн. наук А.Р. Корабельникова.

В работе [1] были рассмотрены общие вопросы методологии проектирования волокноочистительных машин, основные этапы проектирования и решаемые при этом задачи.

Задачей ключевых этапов концептуального проектирования, относящихся к макроуровню, является выбор и обоснование функциональной структуры очистительной машины, а также принципов действия или способов, на основе которых будут реализованы функции, предусмотренные при выборе структуры машины. Связующим звеном этих этапов проектирования должна выступить концептуальная модель волокноочистителя, определяющая структуру проектируемой системы, свойства ее элементов и причинно-следственные связи.

На основе результатов анализа исследований в области волокноочистки и анализа способов ее реализации [2], [3] нами определена совокупность технологических функций и соответствующих им подсистем, то есть устройств в их взаимосвязи, образующих функциональную структуру очистительной машины [1]. Это позволяет

перейти к решению поставленной задачи и лежит в основе концептуальной модели волокноочистителя.

Концептуальная модель волокноочистителя позволяет воспроизвести логику функционирования исследуемой технической системы, ее структуру и свойства элементов, образующих эту систему, то есть причинно-следственные связи, присущие системе и существенные для достижения цели моделирования. При этом нет необходимости для проникновения в суть механизма явлений, происходящих как в самой машине, так и в обрабатываемом волокнистом материале [4], [5].

При построении модели волокноочистителя будем рассматривать как целостную систему, которую расчленим на отдельные подсистемы или элементы. Части системы необходимо связать структурными отношениями, описывающими подчиненность и логическую последовательность решения задач. Для такого рода анализа будем использовать понятие "черного ящика". Концептуальная модель волокноочистителя представлена на рис. 2.

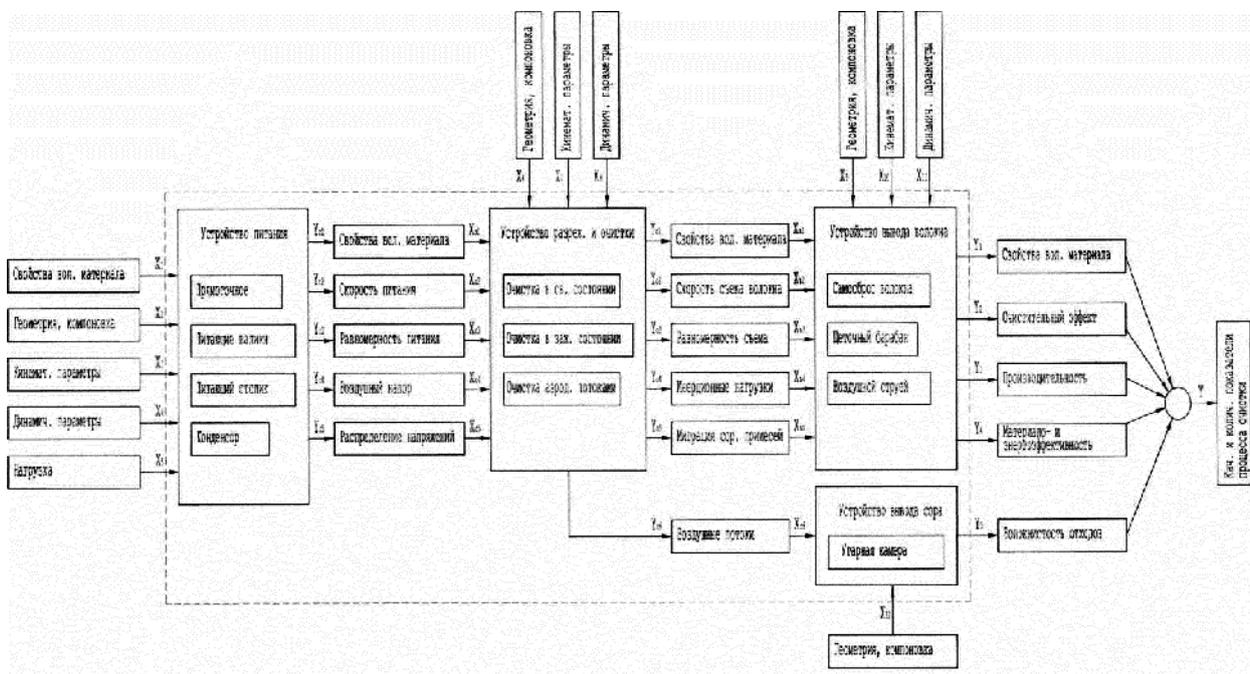


Рис. 2

Совокупность факторов, воздействующих на систему и оказывающих влияние на эффективность ее функционирования,

будет определяться следующими входными параметрами.

Свойства волокнистого материала X_1 – вид волокна (хлопковое или короткоштапельное льняное волокно), линейная плотность, штапельная длина, влажность, содержание пороков и сорных примесей в волокне до очистки (исходная засоренность) и распределение сорных примесей по фракциям в зависимости от степени связи с волокном.

Геометрия, компоновка X_2 – геометрические характеристики рабочих органов питающего устройства: например, диаметры питающих валков, рабочая ширина валков; компоновка устройства.

Кинематические параметры X_3 – кинематические параметры питающего устройства: например, окружная и угловая скорость питающих валков.

Динамические параметры X_4 – динамические параметры рабочих органов питающего устройства: например, массы, моменты инерции, жесткость питающих валков.

Нагрузка X_5 – нагрузки, присутствующие в питающем устройстве: например, общее усилие питающей валковой пары, приходящееся на создание удельной нагрузки, необходимой для сжатия волокнистого материала, и давления вдоль зоны контакта валков и волокнистого материала, необходимого для создания сдвига волокнистых слоев, направленного на интенсификацию процесса миграции сорных примесей [6].

Геометрия, компоновка X_6 – геометрические характеристики рабочих органов очистительного устройства: например, диаметр и рабочая ширина пильного цилиндра, расстояние между пильными дисками, параметры зуба пилы, толщина пилы, угол установки колосников, расстояние между колосниками, форма поперечного сечения колосников, угол и радиус скругления рабочей кромки колосника, величина технологической разводки и др.; компоновка устройства.

Кинематические параметры X_7 – кинематические параметры очистительного устройства: например, окружная и угловая скорость пильного цилиндра.

Динамические параметры X_8 – динамические параметры рабочих органов очистительного устройства: например, масса, момент инерции, жесткость вала пильного цилиндра.

Геометрия, компоновка X_9 – геометрические характеристики рабочих органов выводящего устройства: например, диаметр и рабочая ширина щеточного барабана, количество и размеры щеток; компоновка устройства.

Кинематические параметры X_{10} – кинематические параметры выводящего устройства: например, окружная и угловая скорость щеточного барабана.

Динамические параметры X_{11} – динамические параметры рабочих органов выводящего устройства: например, масса, момент инерции, жесткость вала щеточного барабана.

Геометрия, компоновка X_{12} – геометрические характеристики устройства вывода сора: например, форма и размеры угарной камеры, параметры жалюзийной решетки; компоновка устройства.

Входные параметры очистительного устройства X_{oi} , которые одновременно являются и выходными параметрами питающего устройства Y_{pi} .

Свойства волокнистого материала X_{o1} (Y_{p1}) – объемная плотность волокнистой массы, линейная плотность волокна, штапельная длина, влажность, распределение сорных примесей по фракциям в зависимости от степени связи с волокном, степень параллелизации волокон.

Скорость питания X_{o2} (Y_{p2}) – скорость подачи волокнистого материала на рабочий орган очистительного устройства.

Равномерность питания X_{o3} (Y_{p3}) – равномерность подачи волокнистого материала на рабочий орган очистительного устройства.

Воздушный напор X_{o4} (Y_{p4}) – характеристики воздушного потока при прямом питании.

Распределение напряжений X_{o5} (Y_{p5}) – закон распределения нормальных и касательных напряжений в волокне в зоне контакта питающих валков.

Входные параметры устройства вывода волокна X_{vi} , которые одновременно являются и выходными параметрами очистительного устройства Y_{oi} .

Свойства волокнистого материала X_{v1} (Y_{o1}) – объемная плотность волокнистого материала, линейная плотность волокна, штапельная длина, влажность, распределение сорных примесей по фракциям в зависимости от степени связи с волокном.

Скорость съема X_{v2} (Y_{o2}) – скорость съема волокнистого материала с рабочего органа очистительного устройства.

Равномерность съема X_{v3} (Y_{o3}) – равномерность съема волокнистого материала с рабочего органа очистительного устройства.

Инерционные нагрузки X_{v4} (Y_{o4}) – характеристика инерционных нагрузок, действующих на волокнистый материал и сорные примеси, находящиеся на открытой поверхности волокна, при очистке в свободном состоянии в зоне взаимодействия с рабочим органом и при очистке аэродинамическими потоками [7], [8].

Миграция сорных примесей X_{v5} (Y_{o5}) – характеристика нагрузок, действующих на отдельные слои волокнистого материала и глубокозалегающие в массе волокна сорные примеси при сдвигании слоев, разрежении и обработке в зажатом состоянии, и являющихся причиной миграции сорных примесей и ослабления их связей с волокном [9].

Входные параметры устройства вывода сора X_{ci} , которые одновременно являются и выходными параметрами очистительного устройства Y_{oi} .

Воздушные потоки X_{c1} (Y_{o7}) – характеристики воздушных потоков, формируемых вращающимся рабочим органом очистительного устройства.

К первой группе выходных параметров волокноочистителя, направленных на улучшение качественных характеристик волокнистого материала, относятся: свойства волокна, что определяется величиной относительной разрывной нагрузки волокна после обработки, а также средней штапельной длиной волокна и процентным содержанием коротких волокон Y_1 ; содер-

жание сорных примесей и пороков волокна после очистки, то есть очистительный эффект на волокноочистителе Y_2 .

Ко второй группе выходных параметров, направленных на повышение технического и функционального уровня очистительной машины, следует отнести: производительность волокноочистителя Y_3 ; материало- и энергоемкость очистительной машины Y_4 ; потери волокнистого материала, то есть волокнистость отходов Y_5 .

Выходные параметры в своей совокупности формируют общие качественные и количественные показатели процесса очистки Y , характеризующие выполнение соответствующих требований.

Заключительные этапы работ, относящихся к стадиям проектирования, включают поиск и обоснование вариантов конструктивного решения в соответствии с принятой концепцией очистительной машины с их сравнительными оценками, предварительной конструктивной проработкой, включая общую компоновку очистительной машины и, кроме того, расчеты основных параметров. Сформированная же нами концептуальная модель волокноочистителя без усложнения и излишней на данном этапе постановки задачи детализации системы воспроизводит логику функционирования рассматриваемой технической системы и дает возможность перейти к дальнейшему решению поставленных задач проектирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лебедев Д.А.* Общий подход к проектированию волокноочистителей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, № 5. С. 112...116.
2. *Лебедев Д.А., Корабельников А.Р.* Развитие теории процессов и машин для очистки натуральных волокон. – Кострома: Издательство Костромского государственного технологического университета, 2013.
3. *Корабельников Р.В., Корабельников А.Р., Лебедев Д.А.* Основы выбора операций при очистке короткоштапельного волокна (хлопка, льна) // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, № 1. С. 24...27.
4. *Калинин Е.Н.* Концептуальная модель процесса взаимодействия валкового устройства с текстильным материалом // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000, №2.

5. Ершов С.В., Калинин Е.Н. Концептуальная модель процесса механического воздействия на текстильный материал в валковом устройстве с динамическим режимом нагружения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №7. С. 118...120.

6. Коробельников Р.В., Коробельников А.Р., Лебедев Д.А., Чигасов А.Е. Особенности воздействия на сорные частицы в волокнистой массе при обработке ее в вальцах // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности.– 2010, №6.

7. Лебедев Д.А., Коробельников А.Р., Ширяев К.Е., Коробельников Р.В. Нелинейная модель воздействия на сорную частицу при очистке волокна // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, №5.

8. Коробельников А.Р., Лебедев Д.А., ШUTOVA А.Г. Выделение сорных примесей с поверхности слоя волокнистого материала // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №4.

9. Коробельников А.Р., Коробельников Р.В., Лебедев Д.А. Теоретические аспекты механизма выделения сорных частиц из волокнистого материала при сдвигании слоев (разрежении) // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, №8.

REFERENCES

1. Lebedev D.A. Obshhij podhod k proektirovaniyu voloknoochistitelej // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2014, № 5. S. 112...116.

2. Lebedev D.A., Korabel'nikov A.R. Razvitie teorii processov i mashin dlja ochistki natural'nyh volokon. – Kostroma: Izdatel'stvo Kostromskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta, 2013.

3. Korabel'nikov R.V., Korabel'nikov A.R., Lebedev D.A. Osnovy vybora operacij pri ochistke korotkoshtapel'nogo volokna (hlopka, l'na) // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2010, № 1. S. 24...27.

4. Kalinin E.N. Konceptual'naja model' processa vzaimodejstvija valkovogo ustrojstva s tekstil'nym materialom // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2000, №2.

5. Ershov S.V., Kalinin E.N. Konceptual'naja model' processa mehanicheskogo vozdejstvija na tekstil'nyj material v valkovom ustrojstve s dinamicheskim rezhimom nagruzhenija // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2011, №7. S. 118...120.

6. Korabel'nikov R.V., Korabel'nikov A.R., Lebedev D.A., Chigasov A.E. Osobennosti vozdejstvija na sornye chasticu v voloknistoj masse pri obrabotke ee v val'cah // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti.– 2010, №6.

7. Lebedev D.A., Korabel'nikov A.R., Shirjaev K.E., Korabel'nikov R.V. Nelinejnaja model' vozdejstvija na sornuju chasticu pri ochistke volokna // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2009, №5.

8. Korabel'nikov A.R., Lebedev D.A., Shutova A.G. Vydelenie sornyh primesej s poverhnosti sloja voloknistogo materiala // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2012, №4.

9. Korabel'nikov A.R., Korabel'nikov R.V., Lebedev D.A. Teoreticheskie aspekty mehanizma vydelenija sornyh chastic iz voloknistogo materiala pri sdviganiu sloev (razrezhenii) // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2010, №8.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин, деталей машин и проектирования технологических машин. Поступила 30.09.15.