

УДК 677.051

ОБЩИЙ ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ВОЛОКНООЧИСТИТЕЛЕЙ*

THE GENERAL APPROACH TO THE DESIGN OF FIBER CLEANERS

Д.А. ЛЕБЕДЕВ
D.A. LEBEDEV

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

В работе рассматриваются общие вопросы методологии проектирования волокноочистительных машин, основные этапы проектирования волокноочистителей и решаемые при этом задачи.

The paper discusses general issues in the design methodology of cleaning machines, the main stages of designing cleaners fiber and solve problems.

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

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

Keywords: fiber cleaner, design machines, cotton, flax fiber, textile machinery.

Эффективность использования очистительной машины, ее технические и функциональные характеристики, конкурентоспособность на рынке в значительной степени предопределяются проектными решениями, которые принимаются на ранних стадиях проектирования (разработка технического задания, технического предложения, эскизное проектирование), в целом определяемых как концептуальное проектирование.

Задачей исходного этапа (первого уровня) является определение цели проектирования (или совершенствования) очистительной машины. На основе проведенного аналитического обзора современного уровня развития очистительного оборудования [1...3] и др. можно сформулировать следующие основные цели, закладываемые в основу создания новой техники: улучшение качественных характеристик волокнистого материала; повышение технического и функционального уровня очистительной машины.

На втором этапе, который не может рассматриваться в отрыве от первого этапа, необходимо установить, какие свойства и выходные параметры должен иметь вновь проектируемый или модернизируемый волоконноочиститель, то есть набор выполняемых функций, их количественные и качественные характеристики. При этом выходные параметры устанавливаются в достижимом диапазоне значений, то есть исходя из требований технологического процесса, наличия объективных условий выполнения, а также предпосылок для их реализации (общего уровня развития очистительной техники, достижений в области технологии очистки, свойств волокнистого материала, на обработку которого необходимо будет ориентироваться и т.д.).

К первой группе выходных параметров, направленных на улучшение качественных характеристик волокнистого материала, можно отнести: снижение содержания сорных примесей и пороков волокна после очистки, то есть повышение очистительно-

го эффекта на очистителе; обеспечение сохранности (снижение поврежденности) волокна, что определяется величиной относительной разрывной нагрузки волокна после обработки, а также средней штапельной длиной волокна и процентным содержанием коротких волокон.

Ко второй группе выходных параметров, направленных на повышение технического и функционального уровня очистительной машины, следует отнести: снижение потерь волокнистого материала, то есть волоконности отходов; повышение производительности очистительной машины; снижение материало- и энергоемкости очистительной машины; возможность обработки различного по виду и свойствам волокнистого материала (например, хлопка и короткоштапельного льняного волокна).

Третий этап проектирования заключается в выборе и обосновании функциональной структуры очистительной машины, то есть комплекса узлов и механизмов, составляющих то, что называется очистительной машиной. Проработка вопросов, в каком направлении идет совершенствование технологии очистки волокна, какими выходными параметрами должна обладать очистительная машина, с помощью которой может быть осуществлена эта технология, выполняется на первых двух этапах. Далее же решается вопрос, какой вообще должна быть очистительная машина, что она представляет собой в самом общем виде. И первое, что надо определить – какие конкретные функции должны быть реализованы в очистительной машине, чтобы с ее помощью можно было бы эффективно очищать волокно.

Совокупность технологических функций и соответствующих им подсистем: блоков, узлов и других структурных единиц в их взаимосвязи образует сложную функциональную иерархическую структуру очистительной машины (дерево функций), представленную в укрупненном виде на рис. 1.

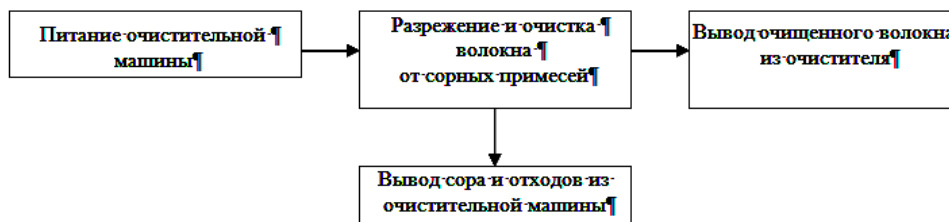


Рис. 1

Каждый из блоков в представленной схеме, отражающий одну из макрофункций, может быть разложен на составляющие, характеризующие функции более низкого уровня, то есть функции, обеспечивающие выполнение макрофункций.

На четвертом этапе проектирования необходимо решить вопросы принципов действия или способов, на основе которых будут реализованы функции, предусмотренные при выборе структуры машины. При этом под принципами действия, закладываемыми в волоконоочиститель для реализации тех или иных функций, подразумеваются физические процессы (эффекты), которые будут происходить в машине, механизмах, которые обеспечат выполнение нужных функций.

Исходя из типа волокна, его характеристик, а также засоренности можно назначить тот или иной тип воздействия для его очистки и выбрать необходимую интенсивность воздействия. В настоящее время чаще всего характер воздействия определяется существующими устройствами и машинами, а интенсивность определяется экспериментально. Между тем в работах [1], [4] доказано, что интенсивность воздействия должна меняться на различных этапах очистки, что приводит к увеличению очистительного эффекта. Разрежение слоя волокна приводит к увеличению открытой поверхности волокна, что в свою очередь способствует более интенсивному разрушению связей между волокном и сором, и, как следствие, более высокой степени очистки волокна. Таким образом, на этом этапе проектирования перед конструктором очистительной техники стоит задача выбора типа воздействия на волокно и выбора необходимой интенсивности воздействия. Он должен проводиться в со-

ответствии с результатами известных исследований [1...5] и др. или путем проведения дополнительных поисковых работ.

В работах [1...3] были проведены исследования очистки короткоштапельного льняного волокна и хлопкового волокна, что позволило сделать вывод о том, что первым этапом очистки волокна должно быть разрежение слоя волокна, причем проводиться оно может как с удалением сорных примесей (конденсеры), так и без вывода сорных примесей с поверхности волокна.

На втором этапе очистки волокна необходимо повышать интенсивность воздействия и применять ударное воздействие, облегчающее выделение примесей со свободной поверхности волокна, а также способствующее разрушению связей сорных примесей с волокном. В качестве такого воздействия могут использоваться следующие узлы, обеспечивающие очистку в свободном состоянии: колосниковые решетки, отбойные ножи, колковые барабаны, ножевые барабаны, пыльные барабаны, делители холстика и другие узлы. Подобные устройства наряду с выделением сорных примесей обеспечивают дополнительное разрежение волокна. Некоторые подобные устройства, такие как очиститель с делителем холстиков [1], позволяют резко интенсифицировать процесс очистки волокна за счет создания дополнительных зон разрежения, в которых под действием сил инерции и скольжения волокна по рабочим органам удается постоянно менять интенсивность воздействия на сорные примеси.

Третьим этапом очистки должен быть процесс тонкой очистки, во время которого происходит обработка волокна в зажатом состоянии. Этот этап очистки характе-

ризуется сравнительно малой производительностью, высокой интенсивностью воздействия и высокой степенью выделения сорных примесей, большой степенью волокнистости отходов и повышенной интенсивностью образования пороков волокна и поврежденностью волокна. Процесс обработки волокна в зажатом состоянии применяют также для ориентации волокна. Если обрабатывается ориентированное волокно, то подвергать его очистке можно только в зажатом состоянии, либо с использованием специальных рабочих органов (чесальная машина).

Необходимо отметить, что в случае, если целью проектирования является усовершенствование или модернизация очистительной машины, то функциональная структура машины и выбор способов реализации заложенных функций не разрабатываются заново целиком, а проводится уточнение и корректировка функциональной структуры, заложенных принципов действия и проектных решений, реализованных в предыдущих образцах и аналогах очистительного оборудования. Многообразие идей реализации функциональной структуры очистительной машины, многовариантность принципов и способов выполнения функций очистителем в целом и отдельными его элементами определяют проблему выбора, которая решается с учетом многих обстоятельств, в том числе с учетом тех требований, которые в первом приближении формулируются на первом этапе.

Заключительные этапы работ, относящихся к стадиям проектирования, – это поиск и обоснование вариантов конструктивного (технологического) решения в соответствии с принятой концепцией очистительной машины с их сравнительными оценками, описанием структурных и кинематических схем, предварительной конструктивной проработкой, включая общую компоновку очистительной машины и, кроме того, расчеты основных параметров. Методологическая разработка вариантов технического воплощения принятой концепции очистительной машины ведется прежде всего, на основе анализа известных

решений [1...3], [6] и др., реализованных не только в аналогичных по назначению технических объектах, их узлах и механизмах.

После выбора типа воздействия определяются виды рабочих органов, которые будут взаимодействовать с волокном. Вид рабочих органов влияет на интенсивность воздействия и производительность машины. Выбору параметров рабочих органов посвящено множество работ [1...3], [6...11] и др. Тем не менее, в каждом конкретном случае конструкторам приходится решать вопрос о том, воспользоваться ли уже разработанными методами определения параметров рабочих органов, либо проводить дополнительные исследования, часто сопряженные с изготовлением опытных образцов и большим объемом экспериментальных исследований. Развитие современных САД- и САЕ-систем позволяет проводить численные эксперименты и моделировать различные типы воздействия на волокно на этапе проектирования с учетом свойств конкретных материалов. Это позволит резко сократить стоимость процесса проектирования. Процесс создания новой волоконноочистительной техники до этапа внедрения в производство предполагает изготовление нескольких проектов, целью разработки которых является согласование отдельных узлов очистителей, разработка опытных образцов и др. Современные САД-системы позволяют использовать 3D-сборки для согласования отдельных узлов и механизм параметризации для модернизации проекта при проектировании опытных и промышленных образцов.

Таким образом, нами представлена общая методология проектирования волоконноочистителей, определены основные этапы проектирования волоконноочистительной машины и решаемые при этом задачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Корабельников Р.В., Корабельников А.Р.* Теория и практика совершенствования очистителей волокна. – Кострома: КГТУ, 2001.
2. *Корабельников А.Р.* Развитие теории и технологии получения короткоштапельного льняного волокна. – Кострома: КГТУ, 2005.

3. *Лебедев Д.А., Корабельников А.Р.* Развитие теории процессов и машин для очистки натуральных волокон. – Кострома: КГТУ, 2013.
4. *Севостьянов А.Г., Севостьянов П.А.* Моделирование технологических процессов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.
5. *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.
6. *Мирошниченко Г.И.* Основы проектирования машин первичной обработки хлопка. – М.: Машиностроение, 1982.
7. *Корабельников Р.В., Корабельников А.Р., Лебедев Д.А.* Обоснование требований к переходным поверхностям (кромкам) рабочих органов машин для переработки натуральных волокон // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, № 5. С. 88...92.
8. *Корабельников А.Р.* Совершенствование питателя к волоконоочистителю ОН-6-3 // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2005, № 1. С. 37...40.
9. *Корабельников Р.В., Корабельников А.Р.* Особенности процесса взаимодействия острия иглы игольчатой гарнитуры с льняным волокном // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, № 1. С. 30...34.
10. *Корабельников Р.В., Лебедев Д.А., Громова Е.И.* Влияние основных параметров взаимодействия волокна с колосником на силу удара и характеристики льняного волокна // Вестник Костромского государственного технологического университета. – 2008, № 17. С. 8...10.
11. *Корабельников Р.В., Корабельников А.Р., Лебедев Д.А.* Определение шага расстановки колосников на очистительной машине // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №5.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин, деталей машин и проектирования технологических машин. Поступила 30.09.14.