

УДК 677.1.051.011.56 (075)

**ОПТИМИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ РЕЖИМАМИ ПРОЦЕССА ТРЕПАНИЯ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СВОЙСТВ ЛЬНОТРЕСТЫ***

**OPTIMISATION AND MANAGEMENT
OF THE SCUTCHING PROCESS CONDITIONS DEPENDING
ON FLAX STOCK PROPERTIES**

В.Г. ДРОЗДОВ, А.С. ЕФРЕМОВ, А.Е. МОЗОХИН
V.G. DROZDOV, A.S. EFREMOV, A.E. MOZOHIN

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

В статье обоснована возможность оптимизации и управления режимами процесса трепания в зависимости от параметров влажности, отделяемости и прочности льнотресты. Алгоритм оптимизации осуществляется нейронной сетью на нечеткой логике при помощи логических правил определения.

The possibility of optimization and management of the scutching process conditions depending on humidity parameters, separation and durability of a flax stock is substantiated. The algorithm of optimization is conducted by a neural network at fuzzy logic by means of logic rules of determination.

* Работа выполнена в рамках ГК 16.740.11.0230 от 24.09.10.

Ключевые слова: оптимизация, режимы обработки, мяльно-трепальный агрегат, частота вращения трепальных барабанов, влажность, отделяемость, прочность, математическая модель.

Keywords: optimization, processing conditions, a breaking-scutching machine, frequency of scutching drums rotation, humidity, separation, durability, a mathematical model.

В процессе обработки льнотресты в трепальной секции мяльно-трепального агрегата необходимо дифференцировать режимы обработки сырья, а именно скорость движения зажимных транспортеров, частоту вращения трепальных барабанов и число воздействий, которое получает каждый элемент пряди слоя. Это обусловлено различными характеристиками слоя льнотресты по влажности, отделяемости и прочности. Отделяемость изменяется по длине рулона в связи с различными условиями вылежки, что влечет за собой разную степень разрушения химических связей. Отделяемость также изменяется по длине стебля, что обусловлено различным диаметром комлей и вершин. Влажность имеет значительные вариации по длине рулона, что особенно сказывается при обработке сырья высокой влажности [1]. Прочность льнотресты важна, прежде всего, как параметр, функционально связанный с двумя предыдущими.

Большинство существующих математических моделей для описания технологического процесса обработки льнотресты применимы только для довольно ограниченной области свойств льнотресты. Они распространяются исключительно на заданные узкие диапазоны свойств исходного сырья. По параметрам влажности и отделяемости льнотресту можно разделить на различные группы, для каждой из которых имеются свои рекомендации, зачастую носящие противоречивый характер. В силу существования большого числа факторов для разработки методики оптимизации режимов обработки в процессе трепания лучше всего использовать аппарат нейронных сетей. Использование классических нейронных сетей в нашем случае затруднено [2]. Нет точных числовых закономерностей для определения режимов

обработки в зависимости от совместного влияния параметров влажности, отделяемости и прочности. В сложившейся ситуации теория нечетких множеств, позволяющая описывать нечеткие данные, весьма актуальна для решения поставленной задачи. К тому же нечеткое управление особенно эффективно, когда слишком сложно решить задачу при помощи классического подхода и когда имеющиеся исходные данные носят качественный характер. Таким образом, оптимизация процесса обработки льнотресты в трепальной секции МТА будет осуществляться нейронной сетью на нечеткой логике в зависимости от параметров влажности, отделяемости и прочности льнотресты. Прочность, функционально связанная с влажностью и отделяемостью, служит стабилизирующим параметром при выборе нейронной сетью оптимального режима обработки, не позволяя отдельным факторам быть доминирующими.

Анализируя справочную литературу, учебные материалы, экспериментальные наработки и промышленные рекомендации, можно выделить следующие зависимости между влажностью, отделяемостью, интенсивностью технологических воздействий, выходом длинного волокна:

– при повышении значения влажности тресты нормальной вылежки на каждые 2% от значения технологической влажности тресты $W=12\ldots 15\%$ требуется увеличивать интенсивность воздействий на слой стеблей, как минимум на $10\ldots 15\%$ для обеспечения требуемой чистоты длинного волокна [3];

– при повышении значения влажности для тресты перележалой необходимо несколько уменьшить интенсивность воздействий, так как волокнистые комплексы стеблей с высоким значением показателя

отделяемости изначально имеют сниженную прочность, которая не может быть компенсирована повышенным содержанием в них влаги [4];

– увеличение интенсивности механической обработки при обработке стеблей тресты высокой влажности происходит быстрее, чем рост изгибной прочности волокнистых комплексов – это приводит к снижению выхода длинного волокна;

– для обеспечения требуемой чистоты трепаного волокна при переработке слоя стеблей с повышенной влажностью необходимо увеличить интенсивность технологических воздействий на обрабатываемый слой стеблей путем понижения скорости транспортирования обрабаты-

ваемого слоя в трепальных секциях МТА при неизменной частоте вращения трепальных барабанов.

Как дополнительное ограничение при автоматическом регулировании параметров режима механической обработки стеблевого слоя выступает следующее условие – понижение скорости зажимного транспортера не должно приводить к снижению производительности МТА более чем на 30% от планового, что объясняется экономическими факторами, так как при этом снижаются экономические показатели. Для дополнения имеющихся сведений использовали также экспериментальные данные ЦНИИЛВ [5], [6].

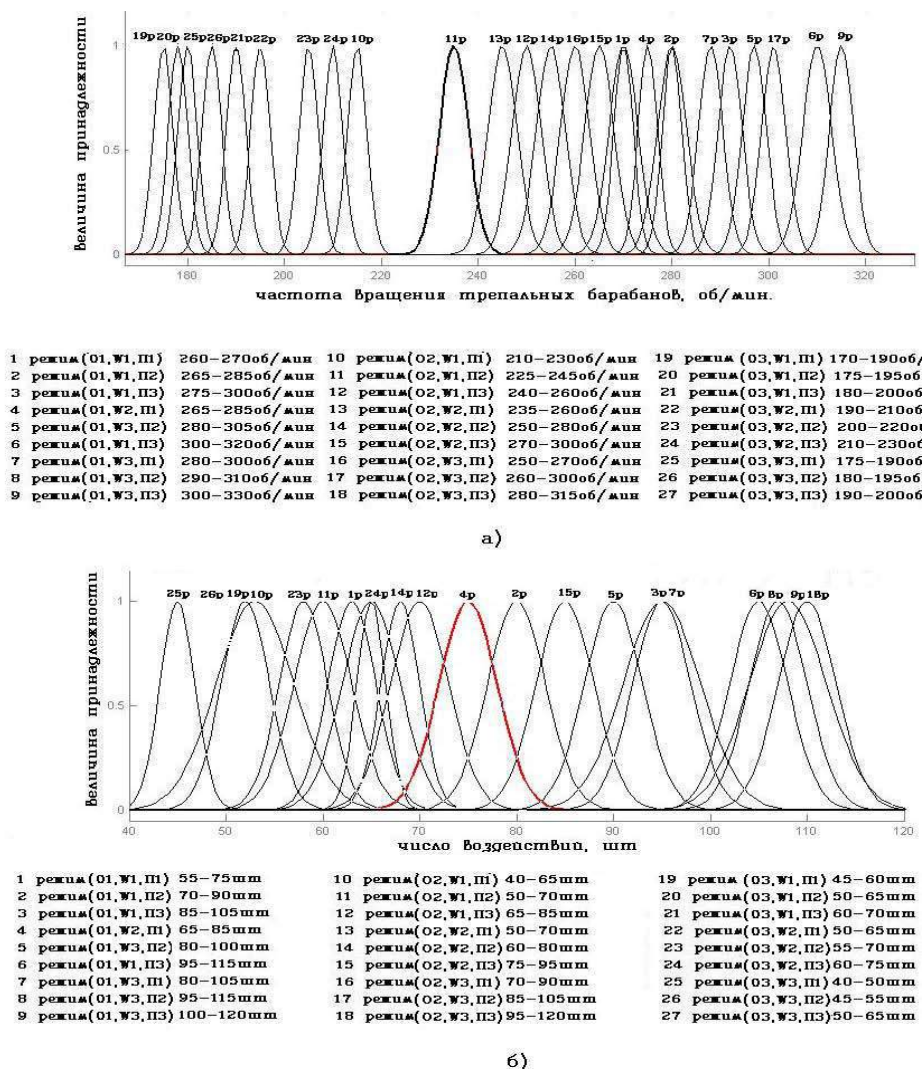


Рис. 1

Таким образом, сведя воедино выше-приведенные экспериментальные данные и допустимые диапазоны варьирования режимов обработки льнотресты в процессе трепания, были определены оптимальные режимы обработки льнотресты в зависимости от значений по влажности, отделяемости и порочности. На рис. 1 (оптимальные режимы обработки в зависимости от параметров льнотресты: а) – по каналу частоты вращения, б) – по каналу числа воздействий) приведены режимы обработки, оптимальные по частоте вращения трепальных барабанов и количеству воздействий при всех возможных комбинациях входных параметров. Оптимальные режимы обработки, приведенные на рис. 1, рассчитаны для МТА-1Л. Экспериментальные данные по оптимальным параметрам настройки можно скорректировать для других МТА, основываясь на различии в типах трепальных машин [7].

Для формирования нечеткого множества использовались три группы тресты по влажности, отделяемости и прочности. Таким образом, можно представить следующие группы нечетких множеств с соответствующими функциями принадлежности (рис. 2).

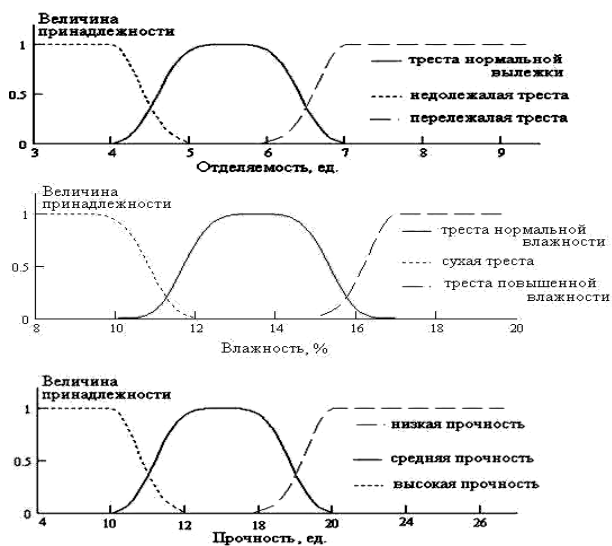


Рис. 2

Значения частоты вращения трепальных барабанов и интенсивности воздейст-

вий выбирались с помощью критерия оптимальности [2]:

$$F(B, 3, H) = 0,013B - 0,0123 - 0,054H \rightarrow \max.$$

Для обеспечения адекватного функционирования нейронной сети был организован контролируемый процесс обучения на основе метода коррекции ошибок. В качестве обучающей выборки использовалась часть результатов, полученных при анализе экспериментальных данных оптимальных режимов обработки льнотресты в зависимости от ее свойств. Контролируемое обучение нейронной сети имело целью минимизировать функцию ошибок на рассмотренном множестве примеров путем выбора значения весов.

На основе полученных данных разработана нейронная сеть на нечетких множествах, использующая алгоритм Mandani (рис. 3 – структура нейронной сети на нечетких множествах, использующей алгоритм Mandani). Представленная нейронная сеть прямого распространения имеет структуру перцептрона с одним скрытым слоем.



Рис. 3

На входной слой перцептрона поступает информация о влажности, отделяемости и прочности слоя льнотресты, затем на следующем слое определяется принадлежность полученных параметров к одной из 27 ассоциативных групп, каждой из которых поставлена в логическое соответствие одна из групп выходных параметров (количество воздействий, частота вращения трепальных барабанов). На выходе сети получаем оптимальные параметры для режима обработки при данных свойствах слоя тресты. Работа нейронной сети представлена с помощью рис. 4 (правила работы нейронной сети).

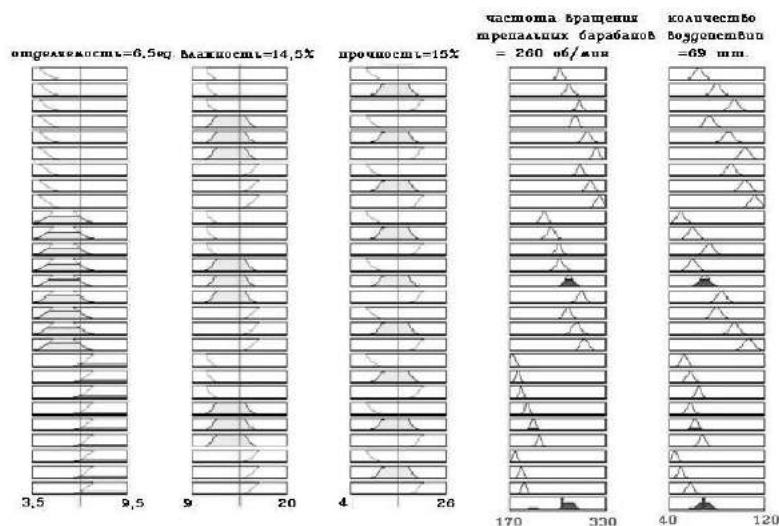


Рис. 4

Чтобы удостовериться в адекватной работе нейронной сети, была проведена оценка качества. Имеются незначительные отклонения от реальных данных, но они не носят глобального характера. По абсолютной величине отклонения по параметру количества воздействий не превышают ± 5 единиц, а по параметру частоты вращения трепальных барабанов ± 7 об/мин. В итоге достоверность работы сети составила 95...96%.

ВЫВОДЫ

Разработанный метод оптимизации и управления режимами процесса трепания может быть использован для создания системы автоматического управления режимами обработки в трепальной секции МТА в зависимости от параметров влажности, отделяемости и прочности льнотерсты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Румянцева И.А. Совершенствование системы контроля параметров качества льняной стланцевой тресты: Дис... канд. техн. наук. – Кострома, 2007.
2. Ефремов А.С. Оптимизация процесса трепания при обработке льнотресты в зависимости от влажности и отделяемости: Дис... канд. техн. наук. – Кострома, 2008.
3. Благовеценский В.П. К вопросу влияния влажности льняной тресты на организацию ее переработки // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1960, № 6. С.52...57.
4. Сулов Н.Н. Исследование процесса трепания льна: Дис... докт. техн. наук. – М.: МТИ, 1961.
5. Андреев В.В., Мастейкене-Пакалкайте И.Ю. Изучение некоторых конструктивных и технологических факторов процесса трепания волокна // Научн.-исследов. тр. ЦНИИЛВ. – М.: Гизлегпром. 1963. Т.19. С.3...35.
6. Андреев В.В., Мастейкене-Пакалкайте И.Ю. Изучение некоторых конструктивных и технологических особенностей процесса трепания волокна // Научн.-исследов. тр. ЦНИИЛВ. – М.: Легкая индустрия. – 1965. Т.20. С.3...41.
7. Заводская первичная обработка льна: Справочник / Под общ. ред. В.Н. Храмцова. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.

Рекомендована кафедрой автоматизации и микропроцессорной техники. Поступила 03.06.11.