

УДК 681.322

Б. И. Коган, Д. Ю. Павленко, А. А. Титов

ФОРМИРОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕМОНТНОГО БЛОКА

В горных машинах в большинстве случаев отдают предпочтение объемному гидравлическому приводу. Объясняется это тем, что гидравлические двигатели поступательного движения – гидроцилиндры имеют неоспоримые преимущества перед другими типами устройств поступательного движения. Гидроцилиндры отличаются компактностью, простотой конструкции, высоким КПД и практически не имеют ограничений по величинам скоростей движения (особенно малых) и преодолеваемых усилий. Конструкции гидроцилиндров отличаются большим разнообразием, что позволяет их легко приспособливать к всевозможным механизмам.

Наиболее распространенные виды гидроцилиндров представлены на рис.1.

Широкое использование гидроцилиндров в современных горных машинах и комплексах поставило перед ремонтными предприятиями более сложные задачи, связанные с их восстановлением и ремонтом.

В состав гидроцилиндров входят цилиндры, поршни, штоки, плунжеры и др. Требования, которые предъявляются к изготовлению цилиндров: внутренняя рабочая поверхность цилиндров должна быть изготовлена по 8-му и 11-му квалитету точности и иметь шероховатость $R_a = 0.63 - 0.32 \text{ мкм}$. Кольцевые и продольные риски на поверхности трения не допускаются. Конусообразность, овальность и бочкообразность внутреннего диаметра по всей длине цилиндра должны быть в пределах половины допуска на этот диаметр. Непрямолинейность оси цилиндра допускается не более 0,4 мм на длине 500 мм.

К гидравлическим цилиндром, кроме основных требований к точности, герметичности, чис-

тоте рабочей поверхности предъявляются требования свободного перемещения поршня по цилиндуру под действием собственного веса при минимальном зазоре между стенками цилиндров и поршнями. Аналогичные требования предъявляются к штокам и плунжерам.

Основные виды повреждения гидроцилиндров: смятие, истирание, фреттинг, отслаивание, коррозия, поломка.

Существует много методов восстановления и ремонта гидродвигателей, но технический уровень и объемы восстанавливаемых деталей на многих заводах еще недостаточны, поэтому расходуется еще значительное количество запасных частей. Решение данной проблемы мы нашли в использовании обучающихся нейронных сетей, которые позволяют находить оптимальные параметры восстановления элементов гидрооборудования, что в свою очередь поможет уменьшить затраты на ремонт, восстановление и обслуживание деталей[1].

Обученная нейронная сеть (рис. 2) с помощью соответствующего математического аппарата приобретает способность строить ассоциации между входными и выходными факторами технической системы и представляет собой модель явления, с помощью которой можно проводить целенаправленные исследования.

Нейронные сети - исключительно мощный метод моделирования, позволяющий воспроизводить чрезвычайно сложные зависимости. Нейронные сети учатся на примерах. Пользователь нейронной сети подбирает представительные данные, а затем запускает алгоритм обучения, который автоматически воспринимает структуру данных. Практически любую задачу можно свести к задаче, решаемой нейронной сетью.

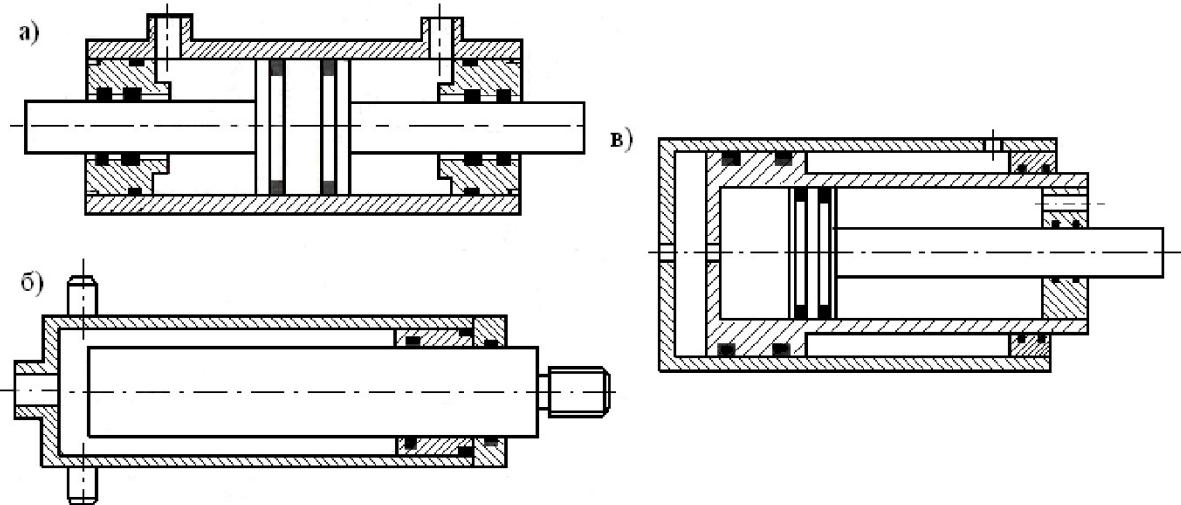


Рис. 1 Схемы основных видов гидроцилиндров

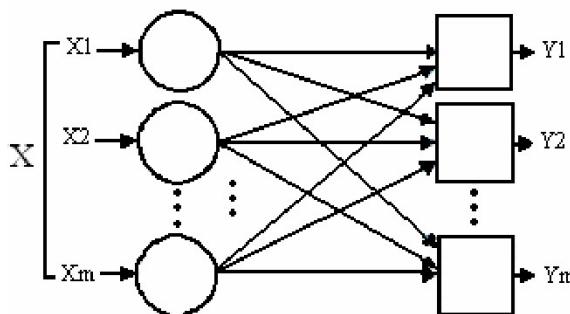


Рис.2 Обученная нейронная сеть

Алгоритм построения нейронных сетей.

Нейронная сеть строится в два этапа:

- выбор типа (архитектуры) сети,
- подбор весов сети.

На первом этапе определяли следующее:

- a) какие нейроны использовать (число входов, функции активации);
- b) каким образом следует соединить нейроны между собой;
- c) что взять в качестве входов и выходов сети.

На втором этапе производится обучение выбранной сети посредством настройки ее весов. Количество весов может быть велико, поэтому обучение представляет собой сложный и длительный процесс. Для многих архитектур разработаны специальные алгоритмы обучения, наиболее популярный из которых алгоритм обратного распространения ошибки. Обучение данным методом, который представляет собой итеративный градиентный алгоритм обучения, используемый для минимизации среднеквадратичного отклонения текущих выводов нейронов и общего вывода многослойных нейронных сетей. Алгоритм обратного распространения ошибки используется в многослойных нейронных сетях с последовательными связями для их обучения и состоит из следующих этапов.

1. Инициализация сети
2. Определение элементов обучающей выборки
3. Масштабирование входных и выходных данных
4. Вычисление текущих выходных значений нейронов
5. Настройка синаптических весов
6. Определение суммарной ошибки
7. Организация модели многофункциональной памяти

После окончания обучения производится тестирование обученной нейронной сети с целью определения погрешности расчетов при её функционировании. При неудовлетворительных результатах производится дообучение сети.

Обученная нейронная сеть, успешно прошедшее тестирование, является готовой нейросетевой моделью, настроенной на решение конкретной

задачи и входящей в состав интегрированной системы, содержащей кроме того модуль подготовки данных; модуль подготовки параметров нейронной сети; модуль, выполняющий обучение; модуль тестирования и модуль выделения нейросети.

Для наглядного представления результатов применения нейронных сетей нами предлагается использовать информационную модель в виде виртуального выпуклого многогранника (рис. 3), грани которого являются носителями параметров среды эксплуатации, индексов трибохарактеристик функциональных модулей поверхностей, элементов технологических ремонтных блоков (ТРБ) и экономических показателей. [1]¹

Формирование ТРБ проводится путем селекции и логического комплектования индекс-кодов вышеуказанных структурных элементов. Это сложная многовариантная задача, решение которой мы нашли как раз в использовании обучающихся нейронных сетей.

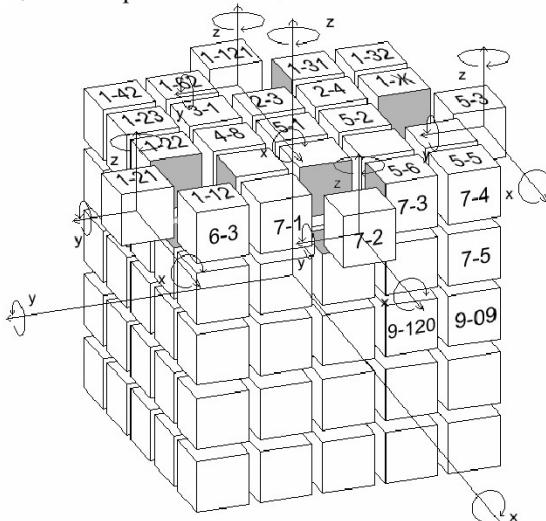


Рис. 3. Информационная модель в виде виртуального выпуклого многогранника

В способе ремонта деталей машин путем формирования моделей многофакторных зависимостей на основе концепций кубологии с предварительным группированием типов поверхностей-объектов ремонта в качестве критериев группирования дополнительно учитывают совокупность трибохарактеристик, восстанавливаемых поверхностей, выражаемую комплексным показателем, характеризующим их равновесное состояние. А модели технологических ремонтных блоков (ТРБ) выражают логически определенными совокупностями их структурных элементов на гранях виртуального выпуклого многогранника, состоящего из виртуально поворотных вокруг трех координатных осей выпуклых многогранников, грани которых являются носителями кодов условий эксплуатации.

¹ Решение от 25.01.2008г о выдаче патента на изобретение «Способ ремонта деталей машин» по заявке №2006129964/02(032573)

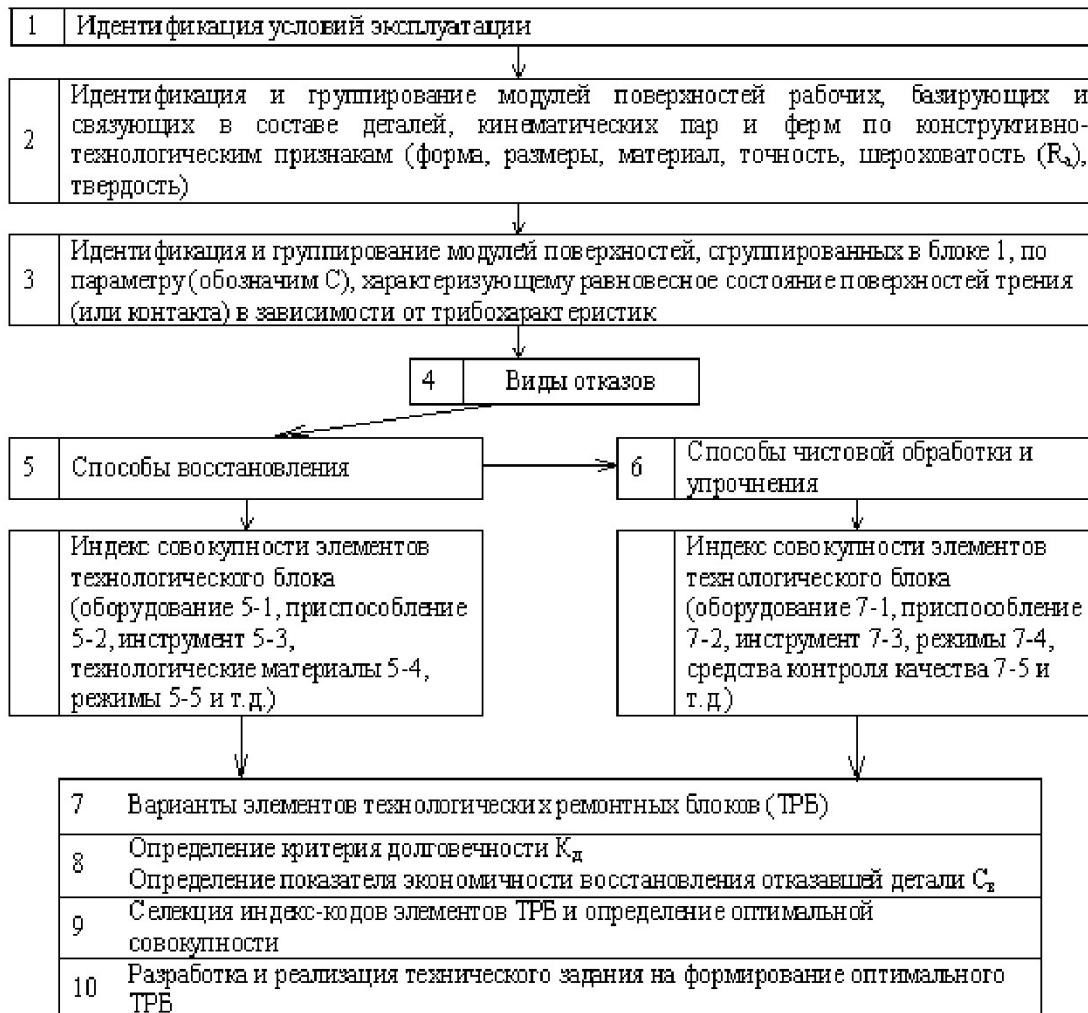


Рис. 4 Модель производственных блоков

тации, совокупностей трибохарактеристик, характеров отказов, технологических возможностей способов восстановления, структурных составляющих технологических ремонтных блоков (ТРБ), логическое сочетание которых, определяет структуру ТРБ, при этом поворот каждого составляющего выпуклого многогранника осуществляют виртуально независимо, на любой угол, обеспечивающий их конгруэнтность.

Технический результат заключается в формировании виртуальной модели ТРБ, позволяющего выполнить ремонт с требуемыми показателями качества, определяемыми условиями эксплуатации, с учетом возможностей конкретного производства путем логического поиска и установления оптимальных сочетаний идентифицированных граней виртуально поворотных многогранников в пределах выпуклого многогранника (например, шестигранников в пределах куба) – носителей исходных предпосылок и структурных элементов ТРБ.

Предложенный способ ремонта деталей, основанный на формировании моделей производственных блоков, реализуют следующим образом:

Идентифицируют условия эксплуатации (температура, нагрузка, коррозионность и др.) (блок 1), рис. 4.

Производят идентификацию (кодирование) и группирование модулей поверхностей объектов ремонта (рабочих и базирующих), например, внутренних и наружных поверхностей цилиндров, зубьев и посадочных отверстий зубчатых колес, элементов лемехов, по конструктивно-технологическим признакам (форма, размеры, масса, материал, точность, шероховатость (R_a), вид кинематической пары или фермы (блок 2);

- в пределах каждой полученной группы производится идентификация (кодирование) заданных совокупностей трибохарактеристик, определяемых конструкцией и условиями эксплуатации, в виде параметра С (в диапазоне 0,06-2,4) (блок 3);

- индексируются (кодируются) виды отказов (блок 4);

- выбирается один или несколько ранее закодированных способов восстановления, совокупность индексов элементов технологического ремонтного блока (оборудование, приспособление, инструмент, оргтехника, технологический матери-

ал, режимы, средства контроля и др.) (блоки 5 и 6), производится выбор по экономическим критериям и реальным возможностям;

- аналогично – по способам чистовой обработки и упрочнения;

- совокупность индексов – кодов по блокам 1–7 на рис. 2 дает индексы – коды вариантов технологических ремонтных блоков для ремонта конкретного модуля поверхностей элементов кинематической пары или фермы (блок 7);

- определение технологических и экономических критериев (блок 8);

Селекция и формирование оптимальной совокупности индексов-кодов в пределах выпуклого многогранника производится в соответствии с установленной логикой - алгоритмом после оценки показателей (критериев) элементов ТРБ при

помощи компьютера (блок 9). После этого разрабатывается и реализуется техническое задание на формирование оптимального ТРБ (блок 10).

По разработанной методике были синтезированы и разработаны ТРБ для восстановления и повышения надежности гидростоек, домкратов и гидроцилиндров горных машин.

Широкая реализация предложенной концепции и разработанной методологии позволяет решать задачи реновации горной и другой техники на научной основе. Следующим этапом является совершенствование методики формирования и обучения нейронных сетей, разработка и реализация компьютерной программы, создание соответствующего учебного пособия для студентов и производственников.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Уоссерман Ф. Нейрокомпьютерная техника. – М.: Мир, 1992. -225с.
2. Коган, Б.И. Научные основы формирования информационных моделей технологических ремонтных блоков для восстановления деталей горных машин. Труды первой Всероссийской научно-технической конференции «Современные пути развития машиностроения и автотранспорта», Кемерово: КузГТУ, 2007, С.193-202.

□ Авторы статьи

Коган

Борис Исаевич

– докт. техн. наук, проф. каф. технологии машиностроения КузГТУ.

Email: tms@kuzstu.ru

Павленко

Дмитрий Юрьевич

– студент группы ОЭ-051
т. 8 950 579 3407

Титов

Антон Александрович

– студент группы ОЭ-051
т. 8 923 603 1380