

- остановка поезда на перегоне с угрозой схода подвижного состава в сторону станции отправления;
- закрытие устройств СЦБ для производства ремонтных работ;
- внезапное повреждение устройств и контактной сети, отсутствие электротока в контактной сети;
- пропуск пассажирских поездов по участку, не предусмотренному расписанием движения;
- поезд, следующий на станцию с перегона, имеющий затяжной спуск, потерял управление тормозами.

## Заключение

Создание на базе разработанной модели тренажера по организации движения поездов позволит перейти на новый уровень обеспечения учебного процесса. Дальнейшее совершенствование модели предполагает создание мест дежурных по станции и поездного диспетчера, необходимых органов управления и коммутации.

УДК 624.04

**А. А. Мунгин**

Петербургский государственный университет путей сообщения

## НОВЫЕ ПОДХОДЫ К СТАНДАРТНЫМ ИСПЫТАНИЯМ НА ОСЕВОЕ СЖАТИЕ ОБРАЗЦОВ ИЗ ХРУПКИХ МАТЕРИАЛОВ

Показана необходимость корректировки современных методик для определения прочностных характеристик хрупких материалов при осевом сжатии из-за реализации в образце, в момент испытания объемного напряженного состояния, а не линейного.

Приведенные результаты испытаний образцов с различным отношением высоты к поперечному размеру выявляют снижение «упрочняющего» эффекта по мере увеличения высоты образцов.

Предлагается создать образец универсальной формы, при испытаниях которого условия контакта с опорными плитами пресса не влияли бы на его грузоподъемность. В образце такой формы должно реализовываться линейное напряженное состояние вплоть до разрушения материала. Показаны некоторые возможные варианты таких образцов.

осевое сжатие, объемное напряженное состояние, линейное напряженное состояние, прочностные характеристики хрупких материалов, образцы с различным отношением высоты к поперечному размеру.

Такой подход к введению в эксплуатацию существующих и вновь разрабатываемых станций на сети дорог дает возможность демонстрации путевого развития и объектов инфраструктуры с учетом рельефа местности. Возможно создание тренажеров для уже действующих станций в целях подготовки или повышения квалификации персонала. Анализ путевого развития при использовании данной программы позволит выявить наиболее опасные места в случаях отказа систем, крушений и актов терроризма. С точки зрения экономики и эффективности проект является весьма доступным для внедрения, поможет предотвратить случаи брака в работе, связанные с человеческим фактором.

## Библиографический список

1. **Концепция** инновационного развития Учебного центра управления перевозками / А. Г. Котенко, В. И. Бадах, С. В. Ракчеев. – СПб. : Петербургский гос. ун-т путей сообщения, 2011. – 17 с.
2. **Инструкция** по сигнализации на железных дорогах РФ (ИСИ) : утв. МПС РФ 26.05.2000, № ЦРБ-756. – М., 2000. – 159 с.

## Введение

В последнее время строительные конструкции из хрупких материалов стали применяться значительно больше. На сегодняшний день монолитные железобетонные каркасы составляют основу возводимых многоэтажных жилых и промышленных строений, а большинство несущих конструкций для малоэтажного строительства выполняется из мелкогабаритных элементов, таких как кирпич, стеновые блоки и т. д.

Надежность любого сооружения напрямую зависит от двух факторов, заложенных на стадии проектирования. Это точность расчета несущих элементов конструкции и достоверность экспериментальных данных о прочностных характеристиках примененных материалов. Развитие всевозможных расчетных комплексов позволило инженерам-строителям наиболее полно моделировать работу строительных сооружений и тем самым свести к минимуму ошибки в расчетах и проектных решениях. Однако совсем иначе обстоит дело с определением прочностных характеристик применяемых хрупких материалов.

## 1 Постановка задачи

Известно, что основным прочностным показателем любого хрупкого строительного материала является предел прочности при сжатии  $\sigma_{пч}^{(сж)}$ . Методика определения данной характеристики для бетона регламентируется ГОСТ 10180–90 для кирпича, керамических блоков и других стеновых материалов – ГОСТ 8462–85. Количество испытаний, проведенных по данным стандартам, не поддается исчислению. Это, казалось бы, говорит о многолетней практической апробации данного вида испытаний. Но, несмотря на это, в литературе начинают появляться публикации, указывающие на существенные недостатки и погрешности данного метода контроля прочности хрупких строительных материалов.

Так, к примеру, В. В. Пангаевым и М. М. Онинной затронуты противоречия,

возникающие при стандартных испытаниях кирпича на сжатие [1]. В их работах экспериментально и теоретически доказано, что на прочностные характеристики кирпича весьма существенное влияние оказывают силы трения между торцами образца и плитами пресса. Показана несостоятельность некоторых пунктов Государственного стандарта, регламентирующего проведение данного вида испытания.

Проблемы, связанные с влиянием сил трения на грузоподъемность образца, возникают практически при всех испытаниях хрупких материалов на осевое сжатие [2]. Следует также отметить, что реализация линейного напряженного состояния является основным теоретическим положением такого эксперимента. Основываясь на его справедливости, определяют предел прочности при сжатии:

$$\sigma_{пч}^{(сж)} = \frac{F}{A}$$
, здесь  $F$  – разрушающая нагрузка,  $A$  – площадь рабочих граней образца.

Но, как показывает форма образца после разрушения и характер его деформации, материал находится в объемном напряженном состоянии [3]. По всей видимости, именно в этом заключается причина того, что для хрупких материалов не выполняется условие прочности, предопределяемое второй теори-

ей прочности:  $\frac{\sigma_{пч}^{(раст)}}{\sigma_{пч}^{(сж)}} = \nu$ , здесь  $\sigma_{пч}^{(раст)}$  – пре-

дел прочности материала при растяжении,  $\sigma_{пч}^{(сж)}$  – предел прочности материала при сжатии, коэффициент Пуассона.

## 2 Результаты экспериментальных исследований

Для того чтобы дать количественную оценку влияния сил трения на грузоподъемность образца, нами поставлен эксперимент по испытанию кубических образцов из материала одного качества, но с различными условиями контакта рабочих торцов с плитами пресса. Результаты представлены на рис. 1.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что при одном и том же качестве

Прочность  
образцов, МПа

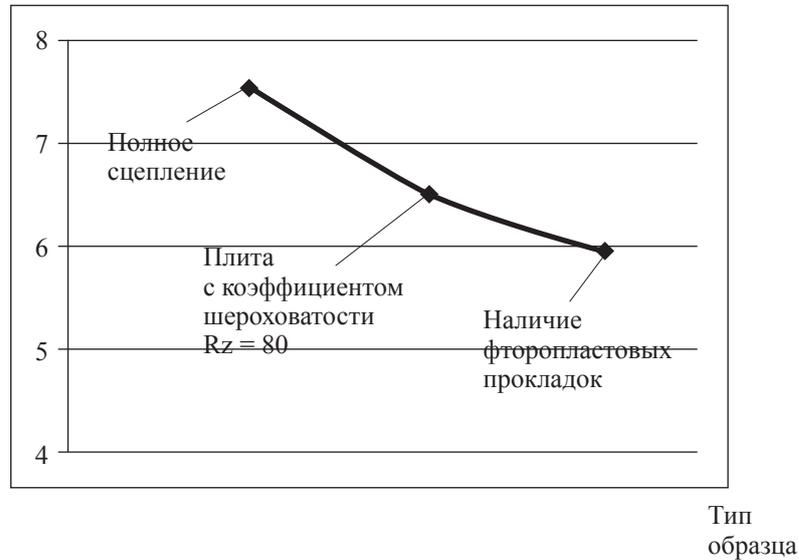


Рис. 1. Зависимость грузоподъемности образца от условий контакта с плитами пресса

материала, из-за условий контакта, значения прочностных характеристик могут различаться на 25–30% и во все последующие расчеты будет заложена величина, определённая со значительной погрешностью.

Решение данной проблемы – в изменении геометрии образца, создании образца такой формы, при испытаниях которого условия контакта «торец образца – плита пресса» никоим образом не влияли бы на его грузоподъемность.

Абсолютно очевидно, что основное направление изменения геометрии – это увели-

чение высоты образца. Для определения оптимальных размеров рабочей зоны проведены испытания серии образцов с различным отношением высоты к поперечному размеру. Результаты данных испытаний представлены на рис. 2.

### Заключение

Очевидно, что при определенном отношении  $h/d$  достигается стабильное значение грузоподъемности образца и дальнейшее

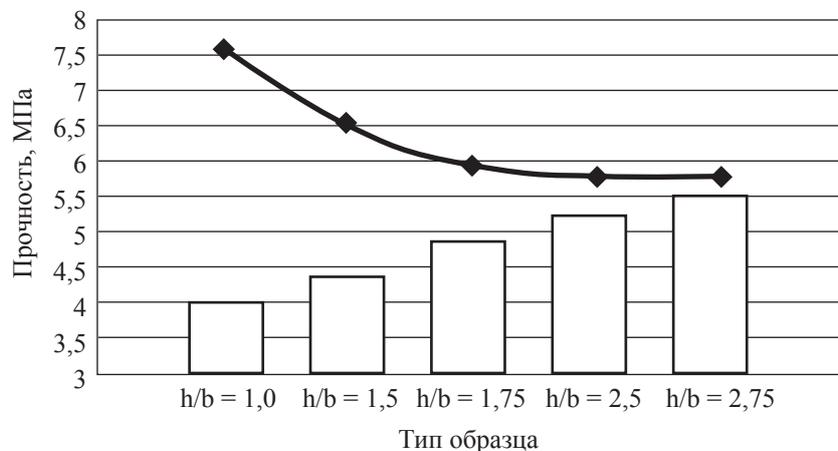


Рис. 2. Зависимость предела прочности при сжатии образца от отношения  $h/b$

увеличение высоты не имеет смысла. На основании полученных результатов можно сделать заключение: отношение высоты рабочей части образца к поперечному сечению целесообразно принять равным 2,5.

Конечная форма образца представлена на рис. 3.

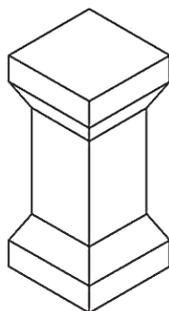


Рис. 3. Возможный вариант изменения геометрии образца

Предлагаемая форма образца позволяет определять предел прочности при сжатии хрупких материалов вне зависимости от условий контакта с опорными плитами. Ме-

ханические характеристики, определенные в результате таких испытаний, более достоверны. К тому же полученный образец гораздо экономичнее призматических образцов, у которых отношение высоты к поперечному размеру не менее  $\frac{1}{4}$ .

#### Библиографический список

1. **О влиянии** сил трения при испытании кирпича на сжатие / В. В. Пангаев // Известия вузов. Строительство. – 2004. – № 10. – С. 99–106.
2. **Прогноз** прочности упруго-деформируемых объектов с объемными особенностями в напряжениях на примере сплошного короткого цилиндра / В. З. Васильев, Д. В. Гусев // Известия ПГУПС. – 2006. – Вып. 2 (7). – С. 50–53.
3. **Возможные** варианты совершенствования методики прочностных испытаний материалов при осевом сжатии / В. З. Васильев, С. С. Кириленко // Материалы III Международной научной конференции «Актуальные проблемы механики и машиностроения». – Алматы : Эверо, 2009. – С. 142–145.

УДК 621.941.1

**Р. А. Сахаров, Д. П. Кононов, С. В. Урушев**

Петербургский государственный университет путей сообщения

### ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРОФИЛЯ ПОВЕРХНОСТИ КАТАНИЯ ВАГОННЫХ КОЛЕСНЫХ ПАР НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Предложен альтернативный метод определения оптимальных режимов восстановления профиля поверхности катания колесных пар на основе алгоритма функционирования нейронных сетей.

колесная пара, профиль поверхности катания, оптимизация режимов резания, искусственные нейронные сети.

#### Введение

Технологический процесс восстановления профиля поверхности катания колес характеризуется нестационарностью тепловой и силовой нагрузок на режущий инструмент,

что обусловлено изменением твердости обрабатываемой поверхности колеса и глубины резания. Введение в эксплуатацию железнодорожных колес новых марок сталей с повышенной твердостью из-за недостаточной информации об их обрабатываемости затруд-

няет решение задачи повышения производительности процесса резания. В связи с этим особую актуальность приобретают вопросы исследования параметров и режимов процесса восстановления профиля поверхности катания колесных пар новых марок колесных сталеи и их оптимизации на основе алгоритмов функционирования нейронных сетей [1].

## 1 Задача оптимизации режимов резания

К перспективным направлениям, обеспечивающим повышение качества и снижение трудоемкости при ремонте деталей, следует отнести проектирование технологических процессов их ремонта на основе принципов оптимизации.

Различают три вида оптимизации – структурную, параметрическую, производственную. Остановимся подробнее на параметрической оптимизации, которая связана с нахождением оптимальных режимов резания по технологическим переходам. В качестве параметров оптимизации в этом случае обычно рассматриваются параметры режима резания, например, для токарной обработки – скорость резания, продольная подача суппорта и глубина резания [2].

Для оптимизации математическая модель должна иметь следующие элементы:

- целевую функцию;
- критерий (критерии) оптимизации;
- систему ограничений;
- систему уравнений, описывающих объект;
- входные, выходные и внутренние параметры;
- управляемые параметры, выделяющиеся из числа внутренних параметров.

Целевая функция – это аналитическая зависимость между критерием (критериями) оптимальности и подлежащими оптимизации параметрами с указанием направления экстремума.

Отличие понятий «критерий» и «целевая функция» состоит в следующем: целевая функция может включать в себя более одного

критерия и для целевой функции всегда обязательно указывается вид экстремума:  $f(X) \rightarrow \max$  ( $f(X) \rightarrow \min$ ).

Задача оптимизации решается, если выполняются следующие три условия: множество допустимых решений  $X$  замкнуто, т. е. предельные точки принадлежат этому множеству; ограничено; целевая функция  $f(X)$  непрерывна.

Постановка однопараметрической однокритериальной задачи оптимизации: дан один критерий  $Y$ . Процесс описан уравнением, включающим один искомый параметр  $y = f(X)$ . Имеется система ограничений:  $X \geq a1$ ;  $a2 \leq X \leq b1$  и т. д. Необходимо найти оптимальное значение параметра  $X = X_{\text{опт}}$ , обращающее целевую функцию  $f(X)$  в максимум или минимум [3].

При математической постановке задачи параметрической оптимизации режимов резания требуется определить множество переменных  $X = [X_1, \dots, X_n]$  процесса резания так, чтобы при заданных условиях:  $P = [P_1, \dots, P_n]$  – множество характеристик обрабатываемого материала и режущего инструмента – обеспечить оптимальное значение целевой функции  $Y = f(X_1, \dots, X_n; P_1, \dots, P_n)$  при соблюдении заданных ограничений.

В качестве искоемых переменных  $X$  принимаются параметры режимов резания: скорость резания  $v$  (м/мин); минутная подача  $S$  (мм/мин) или за один оборот  $S$  (об./мин); глубина резания  $t$  (мм); а также параметры режущего инструмента: углы режущей части инструмента, радиус закругления режущей кромки  $r$ , марка инструментального материала.

В качестве заданных условий  $P$  принимают характеристики обрабатываемого и инструментального материала: условный предел текучести  $\sigma_{0,2}$ , модуль сдвига обрабатываемого материала  $G$ , модули упругости обрабатываемого и инструментального материалов  $E_1$  и  $E_2$ , коэффициенты Пуассона  $\mu_1$  и  $\mu_2$ , коэффициенты трения  $\mu_3$  и  $\mu_4$  соответственно и пр.

В качестве критериев оптимальности используют следующие показатели: экономические, технологические и физические.

В качестве экономических критериев обычно берутся следующие показатели: цеховая и технологическая себестоимость, производительность.

К технологическим критериям относят: точность обработки, период стойкости режущего инструмента, относительный износ инструмента по отношению к объему удаляемого материала.

К физическим критериям относят: удельную энергоемкость процесса резания, которая учитывается при черновой обработке; отношение скрытой энергии деформирования в поверхностном слое заготовки к минутному съему материала, который используется при чистовой обработке.

К ограничениям относят следующие:

– определяющие диапазон изменения режимов резания в соответствии возможностями оборудования и величиной снимаемого припуска;

– дискретности переменных ( $v$ ,  $S$ ,  $t$ ) при использовании станков;

– по мощности оборудования при черновой обработке:

$$N(x, p) \leq N_{\max};$$

– по подаче  $S$  при чистовой обработке:

$$R(p, S, v) \leq Ra;$$

– по стойкости инструмента  $T_3$ :

$$T(x, p) \leq T_3.$$

Задача оптимизации в полной мере может быть решена только на основе автоматического проектирования технологических процессов методом многоуровневого синтеза. Однако существующие эмпирические зависимости для расчета параметров режимов резания не могут быть использованы для постановок и разработки алгоритмов задач автоматизированного проектирования, так как процесс резания никогда не рассматривался с позиций системной обработки и преобразования информации. Поэтому проблема автоматизированного проекти-

рования для оптимизации технологических процессов резания продолжает сохранять свою актуальность и в настоящее время [2].

## 2 Возможности применения алгоритма функционирования нейронных сетей в системе управления процессом резания

В современных условиях, при создании новых технологий, материалов и повсеместной автоматизации, проблема повышения качества обработки колесных пар занимает особое место ввиду многообразия и сложности неизученных зависимостей процесса резания новых материалов и внедряемых технологий в систему станков с ЧПУ. Это свидетельствует о необходимости создания алгоритмов АСУ непрерывного отслеживания и гашения различного рода возмущений в процессе обработки.

В настоящее время ситуация меняется, и все большее применение при разработке АСУ находят алгоритмы, основанные на искусственном интеллекте (ИИ). Широкое применение нейронных сетей (НС) при оптимизации обусловлено, прежде всего, их способностью обучаться решению задач, для которых у человека не существует формализованных, быстрых или работающих с приемлемой точностью алгоритмов решения. Наиболее перспективным направлением является использование АСУ на основе алгоритма функционирования НС, с использованием массовой параллельной обработки большого объема информации и способностью к самообучению по примерам обучающей выборки [3].

В работе [4] представлен обширный обзор, касающийся проблемы применения НС в системах мониторинга процессов механической обработки и состояния режущего инструмента. В. А. Залого приводит данные своего исследования (см. табл.), из которых видно, что для процесса точения используют в основном «нейронные сети обратного распространения», т. е. нейронные сети с обратной связью. Кроме того, автор отмечает:

ТАБЛИЦА. Обзор применения НС при решении задач диагностики состояния и износа режущего инструмента

Автор	Год	Процесс	Вид НС	Точность результатов	Исходный сигнал
<i>C. Sanjay, M. L. Neema, C. W. Chin</i>	2005	Сверление	Сеть обратного распространения (BP)	–	Силы резания
<i>T. Ozel, Y. Karpat</i>	2005	Точение	Сеть обратного распространения (BP)	–	Силы резания
<i>S. S. Panda, A. K. Singh, etc.</i>	2006	Сверление	Сеть обратного распространения (BP)	92,5 %	Силы резания
<i>A. Antic, J. Hodolic, M. Sokovic</i>	2006	Точение	Сеть обратного распространения (BP)	–	Силы резания
<i>K. Patra, S. K. Pal, K. Bhattacharyya</i>	2007	Сверление	Сеть обратного распространения (BP)	–	Вихревые токи двигателя
<i>S. S. Panda</i>	2007	Сверление	Сеть обратного распространения (BP)	–	Силы резания, вибрация
<i>N. Ghosha, Y. B. Ravi, K. Patra, etc.</i>	2007	Фрезерование	Сеть обратного распространения (BP)	–	Силы резания, вибрация, звуковое давление
<i>X. Wang, Y. Huang, etc.</i>	2008	Точение	Гибридная НС, обучающаяся по расширенному алгоритму Калмана	–	–
<i>S. S. Panda, D. Chakraborty, S. K. Pal</i>	2008	Сверление	Сеть обратного распространения (BP) и радиальная базисная сеть (RBFN)	–	Силы резания
<i>M. Malekiana, S. S. Parka, Martin B. G. Jun</i>	2009	Фрезерование	Адаптивная нейронечеткая система (ANFIS)	–	Силы резания, АЭ
<i>S. Garg, K. Patra, V. Khetrapal, S. K. Pal, etc.</i>	2010	Сверление	Радиальная базисная сеть (RBFN)	–	Силы резания
<i>K. Patra, S. K. Pal, K. Bhattacharyya</i>	2010	Сверление	Нечеткая радиальная базисная сеть (FRBF)	–	Вибрация
<i>S. M. Ali, N. R. Dhar</i>	2010	Точение	Сеть обратного распространения (BP)	99%	Силы резания
<i>F. Basciftci u H. Seker</i>	2010	Точение	Сеть обратного распространения (BP)	100 %	Силы резания

несмотря на то, что объем исследований в этой области за последние годы значительно увеличился, остается актуальным вопрос создания эффективной системы диагностики и управления процессом резания, обеспечивающих требуемое качество, высокую производительность и минимальные затраты на обработку деталей машин на металлорежущих станках.

### 3 Моделирование процесса резания на основе алгоритма функционирования нейронной сети

Искусственная нейронная сеть – это электронная модель нейронной структуры мозга, которая, главным образом, учится на опыте. Это, согласно [5], «громадный распределенный параллельный процессор, состоящий из элементарных единиц обработки информации, который накапливает экспериментальные знания и предоставляет их для последующей обработки» (рис. 1). Классификация нейронных сетей представлена на рис. 2.

Одним из основных направлений применения НС при решении задач механической обработки является моделирование процесса. В [7] указывается на применение НС при оптимизации режимов резания; кроме того,

функция цели процесса резания совпадает со схемой работы НС. Для построения модели оптимизации резания нужно использовать все существующие входные параметры и при этом нет возможности уменьшить их количество за счет малозначимых параметров. Такая модель может быть применима только при условии упрощений и ограничений. Поэтому целесообразно разбить модель на подмодели и исследовать зависимости режимов резания по каждому критерию отдельно.

Таким образом, на сегодняшний день алгоритмы работы НС смогут найти реальное применение в системах адаптивного оптимального управления. Они строятся на основе выбранного критерия качества металлообработки, а также ограничений, в пределах которых использование данного критерия имеет смысл; конкретных методов оптимизации работы, технических средств оптимизации и их размещения на тех или иных иерархических уровнях системы (рис. 3).

Как видно из рис. 3, блок оптимизации получает входные данные путем идентификации параметров процесса резания как при помощи прямых, так и косвенных измерений. Наибольшее распространение получили косвенные методы измерения ввиду простоты их использования в системе станка по сравнению с прямыми методами.

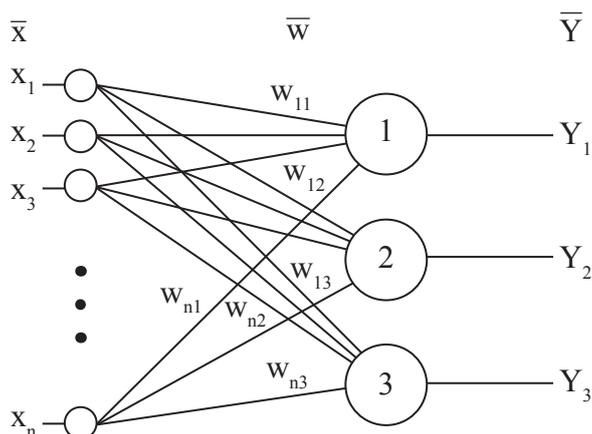


Рис. 1. Схематичное представление однослойной нейронной сети:

- $[x_1, \dots, x_n]$  – множество входных параметров;
- $[w_{11}, \dots, w_{n3}]$  – синаптические веса входных параметров;
- $[1, 2, 3]$  – слой, состоящий из трех нейронов;
- $[Y_1, Y_2, Y_3]$  – выходные параметры

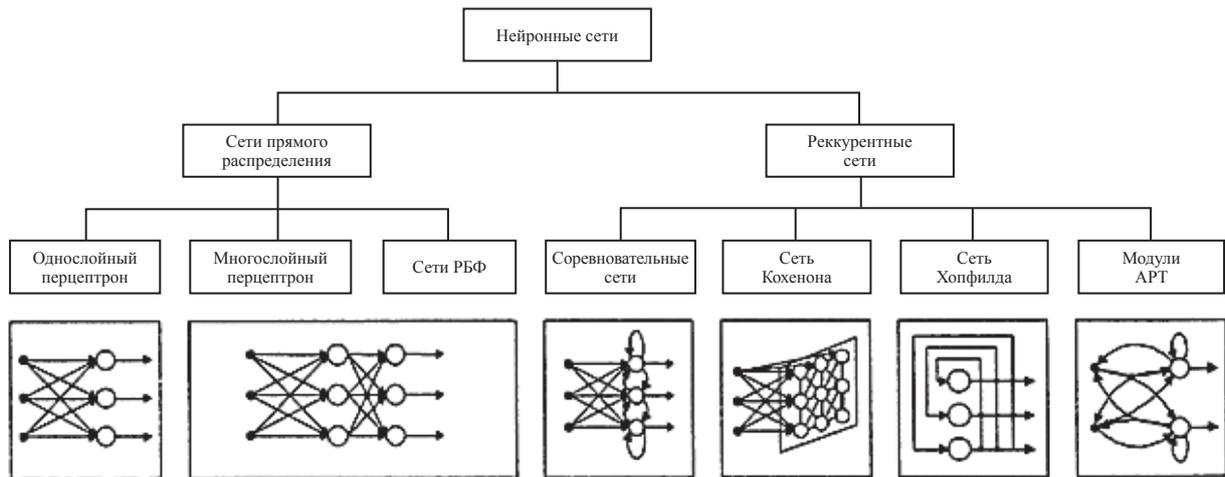


Рис. 2. Классификация нейронных сетей

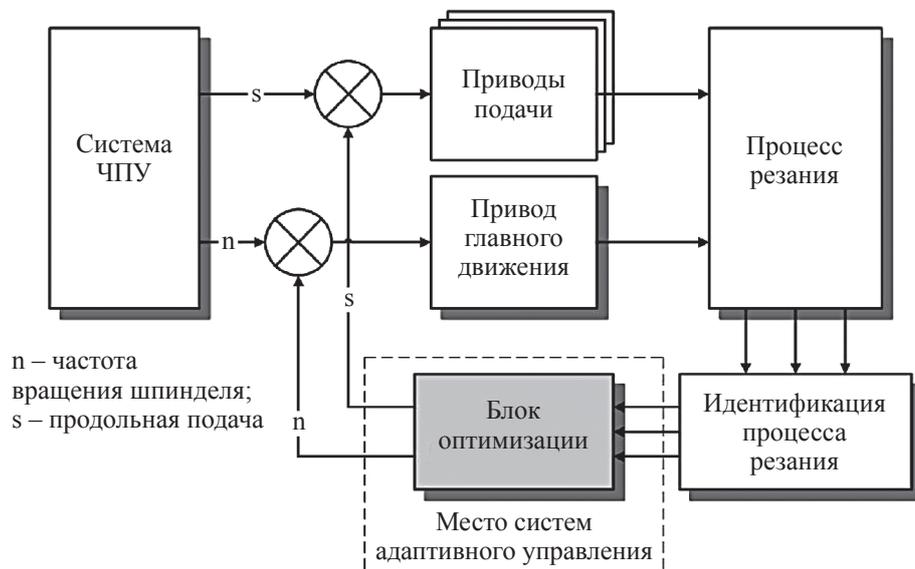


Рис. 3. Место системы адаптивного оптимального управления в системе ЧПУ станка

Эффективность диагностики и оптимизации процесса резания целиком и полностью определяется информативностью используемых параметров. Входными параметрами для НС могут быть также сигналы и их свойства. Сигналы могут характеризоваться электрическими переменными, скоростью их изменения и связанной с ними энергией и мощностью.

В последние годы большое внимание уделяется перспективе акустической диа-

гностики процесса резания. Высокая помехозащищенность акустической эмиссии (АЭ) акустических сигналов из зоны резания в области частот, превышающих частоты от шумов работающих агрегатов станка, обеспечивает получение надежной информации о таких важнейших параметрах обработки, как износ инструмента, качество поверхностного слоя детали, оптимальность режима резания. Диагностика состояния и износа режущего инструмента по акустическому сигналу явля-

ется актуальной задачей, позволяющей уточнить зависимость периода стойкости резца от подачи и скорости резания.

В соответствии с вышесказанным входными данными для проектируемой НС (рис. 4) в блоке оптимизации должны быть наиболее информативные параметры режима резания:  $v, v_{\max}$  – соответственно реальная скорость вращения заготовки и максимально допустимая скорость вращения, [мм/мин];  $S, S_{\max}$  – реальная подача и максимально допустимая, [мм/мин];  $t$  – глубина резания (не меняется в процессе), [мм];  $A$  – частота акустического сигнала [КГц];  $HВ$  – твердость материала заготовки;  $d$  – диаметр по кругу катания вагонных колесных пар, [мм];  $c$  – постоянная величина для определенной группы обрабатываемых материалов;  $k$  – коэффициент, зависящий от свойств обрабатываемого материала, режущей части инструмента и типа СОЖ.

Стойкость режущего инструмента определяется по эмпирической зависимости [8]:

$$T^m = \frac{318Ck}{vt^x S^y d}, \quad (1)$$

где  $x, y, m$  – показатели степеней, зависящие от свойств инструмента и условий резания; коэффициенты главным образом зависят от  $HВ$  и могут быть учтены в синаптических весах НС.

Тогда целевая функция будет иметь следующий вид:

$$Y = f(v, S, A, HВ, d, c, k). \quad (2)$$

Для реализации системы прогнозирования параметров режима резания на основе алгоритма функционирования НС можно использовать систему математического моделирования *MATLAB* ввиду простоты и оптимальной проработанности программного обеспечения [9].

## Заключение

1. Использование алгоритма функционирования нейронных сетей при исследовании

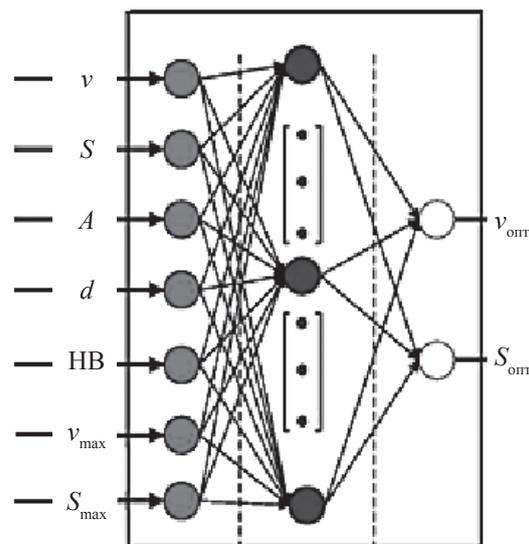


Рис. 4. Схематичное представление НС для оптимизации процесса резания

процесса металлообработки обусловлено развитием компьютерных технологий и автоматизацией технологических операций.

2. Функции цели процесса резания и алгоритмы функционирования НС сходны по своему строению. Однако эффективность применения алгоритмов функционирования НС пока не до конца изучена и требует дальнейшего исследования.

3. Целесообразно применение алгоритмов функционирования НС в системах адаптивного оптимального управления за счет повышения качества косвенных измерений параметров ТП.

## Библиографический список

1. **Оптимизация** процесса восстановления профиля поверхности катания вагонных колесных пар : дис. ... канд. техн. наук / А. А. Шубин. – Л. : Ленингр. ин-т инженеров ж.-д. транспорта, 1986. – С. 24.
2. **Компьютерные технологии** в машиностроении [Электр. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.arctic-cooler.com/comptechology122.htm>.
3. **Компьютерное моделирование** и оптимизация процессов резания : учеб. пособие / С. И. Пестрецов. – Тамбов : Изд-во Тамбовского гос. технического ун-та, 2009. – 104 с.

4. **Диагностика** процессов механической обработки с применением искусственных нейронных сетей: состояние вопроса / В. А. Залого, А. В. Гонщик, Р. Н. Зинченко // Вестник СумДУ. Серия «Технические науки». – 2012. – № 2. – С. 128–137.

5. **Нейронные сети** : полный курс / С. Хайкин ; пер. с англ. – 2-е изд. – М. : Изд. дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.

6. **Формирование** элементов системы управления сетью передачи данных с применением аппарата нейронных сетей / А. К. Канаев, М. А. Камынина, Е. В. Опарин // Бюллетень результатов

научных исследований. – 2012. – Вып. 3 (2). – С. 47–55.

7. **Approach** to optimization of cutting conditions by using artificial neural networks / F. Cus, U. Zuperl // Journal of Materials Processing Technology. – 2006. – Vol. 173. – N 3. – P. 281–290.

8. **Комплексные способы** эффективной обработки резанием / Ю. М. Ермаков. – М. : Машиностроение, 2005. – 272 с. – (Серия «Библиотека технолога»).

9. **Neural Network Toolbox**. For Use with MATLAB. H. Demuth, M. Beale. The MathWorks Inc. 2000. – P. 26.

УДК 656.22

**Ан. В. Сугоровский**

Петербургский государственный университет путей сообщения

## **ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ И ПРИЁМОВ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ С ВАГОНОПОТОКОМ НА СОРТИРОВОЧНОЙ СТАНЦИИ**

В ходе исследований детально проанализирована работа станции Санкт-Петербург-Сортировочный Московский (ПСМ).

Проведено исследование технологии использования путей станционных парков не по прямому назначению, разработана методика и выполнены расчеты по определению эксплуатационной и экономической эффективности этого способа применительно к типовым схемам сортировочных станций.

Рассчитана экономия эксплуатационных расходов за счет сокращения простоев в ожидании приема и расформирования поездов при применении данного приема на двусторонних сортировочных станциях с последовательным и комбинированным расположением парков.

Установлена эффективность оперативного использования не по прямому назначению парков различных сортировочных систем, применительно к типовой схеме двусторонней сортировочной станции с последовательным расположением парков.

Выполнены расчёты и приведено обоснование экономической целесообразности выбора того или иного варианта работы с угловым вагонопотоком на примере сортировочной станции ПСМ.

Установлено, что целесообразность применения различных вариантов работы с поездами с угловым вагонопотоком зависит не только от количества вагонов в составе и доли вагонов углового потока, но и от вида тяги.

диспетчерское управление, регулировочные приёмы, внутростанционная регулировка, угловой вагонопоток, экономическая эффективность.

### **Введение**

В современных условиях успешный пропуск вагонопотоков в узле в большой

степени определяется устойчивой работой сортировочной станции.

Для повышения перерабатывающей способности и ритмичности работы техниче-