

Исследование алгоритма прогноза оценки опасности электрокоррозии в обделках железнодорожных тоннелей

Чу Мен Чжин, Ким Гвон

Пхеньянский университет путей сообщения; г. Пхеньян, Корейская Народно-Демократическая Республика

АННОТАЦИЯ

В железнодорожных тоннелях арматура несущих конструкций, внутренние металлические конструкции и оборудование в наибольшей степени подвержены электрокоррозии, в отличие от других подобных конструкций, расположенных за пределами тоннеля. Это связано прежде всего с большим количеством влаги, накопленным в верхнем строении пути.

По результатам анализа можно сделать вывод, что в среднем сроки службы конструкций внутри тоннелей ниже (в среднем на 40–50 %), чем за его пределами.

Ключевые слова: электрокоррозия; нейронная сеть; железнодорожный тоннель

Investigation of the forecast algorithm for assessing the risk of electrocorrosion in the lining of railway tunnels

Ju Myong Jin, Kim Gwon

Pyongyang University of Railway Engineering; Pyongyang, Democratic People's Republic Of Korea

ABSTRACT

Railway tunnels are more damaged by electrical corrosion from local conditions than other objects, since they contain a lot of moisture and emissions accumulated between the railway track and the rails.

The analysis shows that the average service life of structures inside tunnels is shorter (on average by 40–50 %) than outside tunnels.

A variant of intelligent systems for predicting electrocorrosion of tunnel structures is presented, a VR-neural network is applied to it, the advantages of which are currently recognized in different areas, including in the field of intelligent control. The study is devoted to an algorithm using a neural network of the backpropagation method to develop a system for assessing the risk of electrocorrosion in the lining of a railway tunnel.

Keyword: electric corrosion; neuron network; railway tunnel

ВВЕДЕНИЕ

На электрифицированных железных дорогах мира питание осуществляется постоянным и переменным током. Переменный и постоянный ток имеют преимущества и недостатки.

В начале электрификации преимущественно использовали постоянный ток, но с развитием высокоскоростного движения железнодорожного транспорта широкое применение систем электропитания переменного тока стало мировой тенденцией. При транспортных системах постоянного тока протекание блуждающих токов из рельсов приводит к появлению электрокоррозии в железнодорожных тоннелях.

ЭЛЕКТРОКОРРОЗИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ТОННЕЛЕЙ

Железнодорожные тоннели повреждаются электрокоррозией от местных условий больше, чем другие объекты, так как внутри них содержится много влаги и выбросов, накопленных между железнодорожным полотном и рельсами.

По результатам анализа можно сказать, что средние сроки службы сооружений внутри тоннелей более короткие (в среднем на 40–50 %), чем вне тоннелей [1–2].

В данной работе представлен вариант интеллектуальных систем прогноза электрокоррозии сооружений тоннелей, к нему применена VR-ней-

ронная сеть, преимущества которой признаются в разных областях в настоящее время, в том числе и в области интеллектуального управления [1–4].

Подбор факторов, влияющих на блуждающие токи

Для электрифицированных железных дорог рельсы играют роль электрических контуров, образующих замкнутые цепи, кроме определения направлений движения вагонов. Когда не обеспечена идеальная изоляция между рельсами и землей, большинство токов электровоза протекает из рельсов в землю, что приводит к появлению блуждающего тока, он протекает по неосновным контурам, а затем по обратному проводу подстанции.

Этот блуждающий ток приводит к появлению электрокоррозии в металлических элементах верхнего строения пути и арматуре несущих конструкций обделки.

На самом деле на блуждающий ток влияет множество факторов, и их полный учет является технико-экономически нецелесообразным, а также практически невозможным. Поэтому будет подобрано 2 фактора, имеющие самый большой коэффициент влияния, по их значениям оценена опасность электрокоррозии от блуждающего тока. Эти факторы влияния представляют собой продольное сопротивление рельсовой цепи и переходное сопротивление «рельс-земля».

Производить непосредственное измерение вышеуказанных факторов — сопротивления — трудно, и измерить в реальном времени тоже непросто.

Эти факторы нельзя оценивать через первичное или вторичное измерение, так как они непрерывно изменяются по сезонам, местам, времени, состоянию железных дорог и тоннеля и т.д. Для установления систем контроля и измерения в реальном времени целесообразно подобрать удобный для измерения показатель (например, потен-

циал), так как трудно измерить переходное и продольное сопротивление непосредственно.

Построение систем контроля в реальном времени тоннеля

В общем случае измеримый фактор — напряжение (потенциал). Потенциалы подземных металлических сооружений и рельсов возможно измерить.

Точки измерения устанавливаются на расстоянии 50–100 м в тоннелях.

Измеренные аналоговые данные преобразованы в цифровые в аналого-цифровом преобразователе (АЦП), затем переданы на компьютер верхнего уровня. Компьютер сохраняет результат измерений в базе данных, используя соответствующий алгоритм расчета, а также прогнозирует его состояние и позволяет срабатыванию соответствующего оборудования тревоги.

Следовательно, эта система оценивает соответствующую опасность электрокоррозии по принципу прогнозирования продольного и переходного сопротивлений, измеряя потенциалы рельсов и сооружений (рис. 1).

Прогнозирование продольного и переходного сопротивлений с помощью нейронной сети метода обратного распространения ошибки

Искусственная нейронная сеть — средство, имитированное функцией обработки информации мозга человека, и параллельно-распределенная система обработки информации. Сейчас ее сфера применения расширяется с каждым днем за счет обладания разными функциями, в том числе преимущественной способностью к обучению, способностью к самостоятельному приспособлению, распознаванию ошибок и т.д.

В нейронную сеть метода обратного распространения ошибки входят сведения (поляризационные потенциалы сооружений и потенциалы

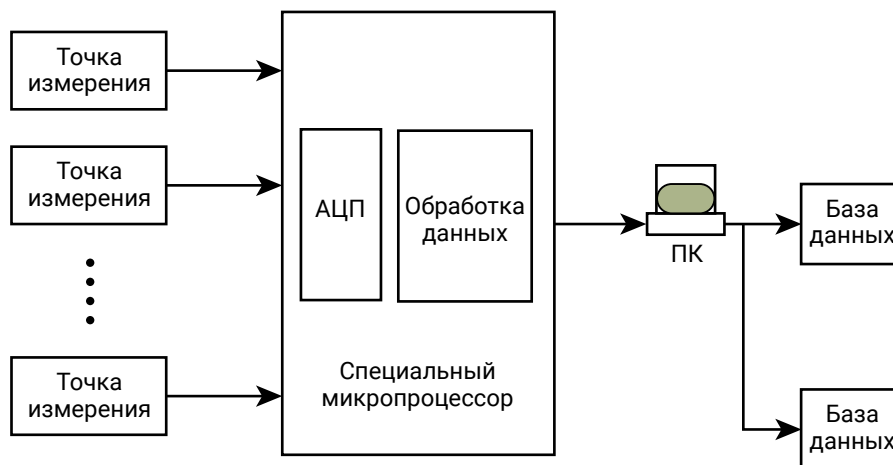


Рис. 1. Схема системы оценки опасности коррозии в обделке тоннеля с применением нейронной сети метода обратного распространения ошибки

рельсов), что приводит к определению алгоритмов, получающих соответствующие выводные данные (продольное и переходное сопротивление рельсов).

Обычно соотношение данных входа и выхода нерегулярно. Его трудно определить моделями дифференциального уравнения.

Таким образом, целесообразно применить нейронную сеть к объектам, входное и выходное соотношение которых трудно определить в виде дифференциального уравнения. С применением нейронной сети составление соответствующих моделей является установлением порогового значения нейронов скрытого слоя и передаточной функции.

1. Определение входных параметров

На любом тоннельном участке выбраны n точки контроля и измерения (их количество отличается по длине тоннелей: расстояние между этими точками 50–100 м (по одной точке на расстоянии 50–100 м), в данном случае выбраны 4 точки, в каждой из них измерены поляризационные потенциалы подземного металлического сооружения и потенциалы рельсов в реальном времени.

Значения измерений получены с интервалами в 30 мин и из этого выбраны среднее значение поляризационных потенциалов подземного металлического сооружения и максимальное значение потенциалов рельсов.

Сформированы восемь вводных значений a_1, a_2, \dots, a_8 фактическими численными значениями. Из них значения a_1, a_2, \dots, a_4 соответствуют потенциалам подземного металлического сооружения в точке измерения, а значения a_5, a_6, \dots, a_8 берут как максимальные из результатов измерений рельсовых потенциалов с интервалами 30 мин в той же точке.

2. Составление количества нейронов и сети

Эмпирически целесообразно, когда количество нейронов скрытого слоя моделей прогноза нейронной сети с помощью метода обратного распространения ошибки составлено около 75 % количества нейронов входного слоя.

В данном случае взято шесть нейронов скрытого слоя. Выходные результаты, прогнозируемые в сети, — продольное и переходное сопротивление рельсов для оценки опасности электрокоррозии.

На рис. 2, 3 представлена модель нейронной сети с методом обратного распространения ошибки для прогноза продольного и переходного сопротивления рельсов с применением потенциалов поляризации сооружений и рельсов.

3. Алгоритм расчета для оценки опасности электрокоррозии тоннельных обделок с помощью нейронной сети с методом обратного распространения ошибки

Как передаточная функция между входным и скрытым слоями использована σ -функция, а между скрытым и выходным слоями — линейная функция.

Сеть обучается с помощью функций библиотек Toolbox пакета приложений MATLAB. Проводя обучение, сохраняется его результат, оценивается опасность электрокоррозии по необходимому входному сигналу.

Следовательно, с помощью составления систем контроля и измерения в реальном времени и вышеуказанных алгоритмов обучения можно прогнозировать продольное и переходное сопротивления рельсов — показатели для оценки опасности электрокоррозии в обделках тоннелей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На электрифицированных железных дорогах постоянного тока серьезно проявляется электрокоррозия в тоннелях.

В данной работе составлена система для оценки негативного влияния электрокоррозии в реальном времени на металлические конструкции и армирование тоннельной обделки, разработан алгоритм расчета для определения переходного и продольного сопротивления.

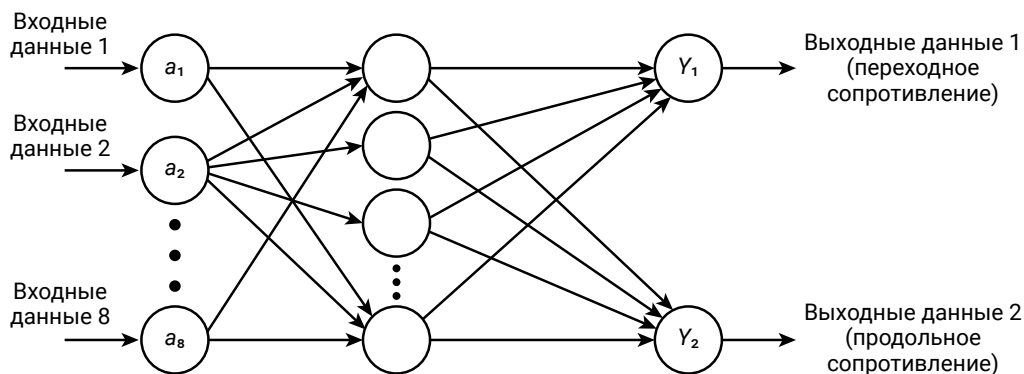


Рис. 2. Структурная схема нейронной сети с методом обратного распространения ошибки для прогноза переходного и продольного сопротивления

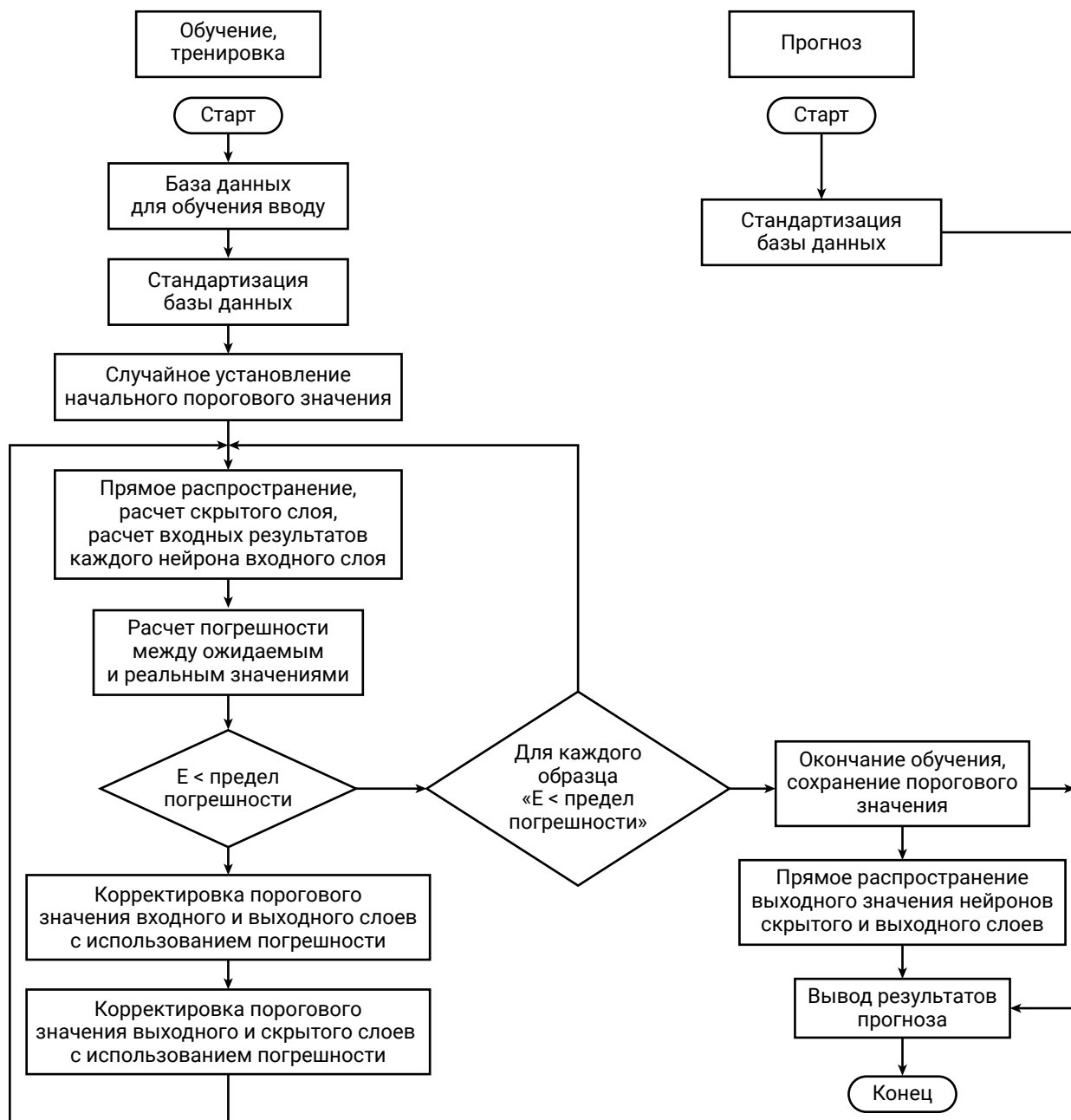


Рис. 3. Схема расчета прогноза переходного и продольного сопротивления

ЛИТЕРАТУРА

1. Chan C.S., Tian L.F. Worst-case identification of touch voltage and stray current of DC railway system using genetic algorithm // IEE Proceedings – Electric Power Applications. 1999. Vol. 146. No. 5. P. 570. DOI: 10.1049/ip-epa:19990482
 2. Kale E.D., Sanders M., Sidorjak W. Corrosion control for the Dallas Area Rapid Transit system // Proceedings of the 1999

ASME/IEEE Joint Railroad Conference (Cat. No.99CH36340). 1999. DOI: 10.1109/RRCON.1999.762399
 3. 홍근의, 《마트라브에 의한 기술정보처리》, 공업출판사 2006년, 조선민주주의인민공화국 평양.
 4. 리광철, 《신경망리론》, 김일성종합대학출판사2004년, 조선민주주의인민공화국 평양.

Об авторах

Чу Мен Чжин — Ph.D., преподаватель кафедры тяговой электроэнергетики электротехнического факультета; **Пхеньянский университет путей сообщения**; г. Пхеньян, КНДР, Хенчжесанский район, Хадан-1;
Ким Гвон — Ph.D., преподаватель кафедры тяговой электроэнергетики электротехнического факультета; **Пхеньянский университет путей сообщения**; г. Пхеньян, КНДР, Хенчжесанский район, Хадан-1.

Bionotes

Ju Myong Jin — Ph.D., lecturer of the Department of Traction Electricity of the Electrical Engineering Faculty; **Pyongyang University of Railway Engineering**; Pyongyang, DPRK, Henjesan region, Hadan-1;

Kim Gwon — Ph.D., lecturer of the Department of Traction Electricity of the Electrical Engineering Faculty; **Pyongyang University of Railway Engineering**; Pyongyang, DPRK, Henjesan region, Hadan-1.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Чу Мен Чжин, Ким Гвон. Исследование алгоритма прогноза оценки опасности электрокоррозии в обделках железнодорожных тоннелей // Техник транспорта: образование и практика. 2020. Т. 1. Вып. 3. С. 216–220. DOI 10.46684/2687-1033.2020.3.216-220

FOR CITATION: Ju Myong Jin, Kim Gwon. Investigation of the forecast algorithm for assessing the risk of electrocorrosion in the lining of railway tunnels. *Transport technician: education and practice*. 2020; 1(3):216-220. (In Russian). DOI 10.46684/2687-1033.2020.3.216-220

Поступила в редакцию 8 мая 2020 г.

Принята в доработанном виде 29 мая 2020 г.

Одобрена к публикации 20 августа 2020 г.

Received May 8, 2020.

Adopted in a revised form on May 29, 2020.

Approved for publication on August 20, 2020.

© Чу Мен Чжин, Ким Гвон, 2020