

*Scientific Research Centre
"MachineStructure"*

Amazon Kindle Direct Publishing



ISSN 2474-5901

Journal of Advanced Research in Technical Science

Issue 32

Seattle, USA, 2022

Journal of Advanced Research in Technical Science. –
Seattle, USA: SRC MS, AmazonKDP. –
2022. – Issue 32. – 116 p.

ISSN 2474-5901

Themes of journal: 1) Mechanical engineering and engineering science; 2) Mathematics and mechanics; 3) Mechatronics and robotics; 4) Transport, mining and construction machinery; 5) Power, metallurgical and chemical engineering; 6) Instrument making, metrology and information-measuring devices and systems; 7) Electrical and Electronics; 8) Informatics, computer engineering and management; 9) Engineering geometry and computer graphics; 10) Materials science; 11) Technology, machinery and equipment of Agroengineering systems; 12) Transport; 13) Construction and architecture; 14) Problems of personnel training in mechanical engineering.

Editor in Chief:

Ivan A. Zhukov – Saint-Petersburg mining university. Department of mechanical engineering. Doctor of sciences

Editorial Board:

Elvira R. Zvereva – Kazan state power engineering university. Departments of technology in energy and oil and gas processing. Doctor of sciences

Daba N. Radnaev – Buryat state academy of agriculture. Department of mechanization of agricultural processes. Doctor of sciences

Vladimir I. Sarbaev – Moscow polytechnic university. Department of Land Vehicles. Doctor of sciences

Lev A. Saruev – Tomsk polytechnic university. Department of Oil and Gas Business. Doctor of sciences

Aleksandr B. Filimonov – MIREA – Russian technological university. Department of automatic systems. Doctor of sciences

Ildar S. Barmanov – Samara national research university. Department of machine design. Candidate of sciences

Elena S. Gebel – Omsk state technical university. Department of automation and robotics. Candidate of sciences

Azamat K. Djamankulov – Kyrgyz-Russian Slavic university. Department of mechanics. Candidate of sciences

Oleg S. Krol – Volodymyr Dahl East-Ukrainian National University. Department of engineering, machines and tools. Candidate of sciences

Nikita V. Martyushev – Tomsk polytechnic university. Department of Materials Science. Candidate of sciences

Copyright © 2022 Authors, SRC MS
All rights reserved.
ISBN: 979-8365104969

CONTENTS

Mechanical engineering and engineering science

- Gorshkov A.O., Davydov A.A.** Promising directions of development and features of high-speed processing 5
- Alisin V.V.** The effect of the laser hardening treatment speed on the hardness of high-strength cast iron..... 12
- Biryukov V.P.** Effect of laser alloying of steels on their microhardness and tribotechnical properties 15
- Kuznetsov V.G.** Coating deposition on large-sized products in vacuum-arc discharge plasma 20
- Pronin D.A.** Experience of using the CNC Simulator software package in the educational process 25
- Zverev E.A., Vakhrushev N.V., Titova K.A., Morozov R.D.** Technical characteristics determination of the combined turning complex for plasma treatment and machining..... 31
- Kudinov E.A., Vladimirov A.A.** Investigation of the optimal ratio of the size of the contact surface..... 38
- Timofeev N.A.** Research and optimization of technological parameters of cutting bevel gears with circular teeth by cutting heads 43

Mathematics and mechanics

- Vishnevskiy D.A., Petrov P.A.** Mathematical correlation modeling for the operator's operability, fatigue and error-making in metallurgical industry using anylogic system dynamics tools 50
- Sharipova L.L.** Change of type of strain localization of pure shear under hydrostatic pressure due to phase transition..... 56
- Eliseev A.V., Mironov A.S.** Evaluation of the set of dynamic features of mechanical oscillatory systems based on the map of dynamic invariants 62

Power, metallurgical and chemical engineering

- Yakubovich E.A.** Improvement of tooling for continuous casting of aluminum alloy ingots in electromagnetic mold..... 70
- Kostygov I.D.** Issues of technical and technological organization of the associated natural gas production process in the Kaliningrad region 75

Instrument making, metrology and information-measuring devices and systems

- Ovseenko G.A., Kashaev R.S., Filimonova T.K.** The use of neural networks in monitoring the reliability of measurements of physico-chemical characteristics with a PMR relaxometer..... 80

Electrical and Electronics

- Volotkovskaya N.S., Efremova E.N.** Production and consumption of electricity in the networks of Western Yakutia 84
- Pronin D.A.** Analysis of methods of stripping varnish at the ends of a stranded copper wire according to optimality criteria..... 88

Engineering geometry and computer graphics

- Grigorieva E.V.** A model for the implementation of an innovative approach to the process of studying descriptive geometry in the training of ship mechanics 95

Materials science

- Roshchin M.N.** Change in the coefficient of friction in sliding bearings with carbon-containing materials from the impact of a load at high temperature..... 100
- Chernikov A.S., Kochuev D.A., Khorkov K.S., Prokhorov A.V.** Laser synthesis technology of nanomaterials in the presence of an electrostatic field..... 103
- Roshchin M.N.** Temperature distribution in the metal-ceramic coating during laser surfacing on titanium alloy parts 107

Technology, machinery and equipment of Agroengineering systems

- Sinodееva P.I.** Features of heat treatment of the material 13X15N4AM3-Sh (VNS-5) for parts of the type of bodies of rotation..... 111

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ПРИ КОНТРОЛЕ ДОСТОВЕРНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕЛАКСОМЕТРОМ ПМР

Овсенко Г.А., Кашаев Р.С., Филимонова Т.К.

Казанский государственный энергетический университет, Казань, Россия

Ключевые слова: нейронная сеть, релаксометр, достоверность, контроль, ПМР.

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы применения нейронных сетей при контроле достоверности физических измерений протонным магнитным резонансным (ПМР) релаксометром. Авторы в своей работе представили алгоритм системы контроля функционирования приборно-программного комплекса многоканального измерения МПР-параметров на основе метода ПМР-релаксометрии, использующего искусственную нейронную сеть и программную реализацию.

THE USE OF NEURAL NETWORKS IN MONITORING THE RELIABILITY OF MEASUREMENTS OF PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERISTICS WITH A PMR RELAXOMETER

Ovseenko G.A., Kashaev R.S., Filimonova T.K.

Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russia

Keywords: neural network, relaxometer, reliability, control, PMR.

Abstract. The article discusses the use of neural networks to control the reliability of physical measurements using a proton magnetic resonance relaxometer (PMR). In their work, the authors presented an algorithm for controlling the functioning of an instrument-software complex for multichannel measurement of MPR parameters based on the method of PMR relaxometry using an artificial neural network and software implementation.

Достоверность при проведении физических измерений является одной из основных характеристик процесса измерения. Она показывает степень доверия к результату измерения, характеризуется вероятностью того, что истинное значение измеряемой величины находится в указанных пределах [1].

Нами вводится понятие недостоверности измерений физико-химических характеристик скважинной жидкости (СКЖ), нефти и сточных и поверхностных вод по ПМР-параметрам: временам спин-спиновой релаксации, населенностям протонов и амплитудам сигналов спин-эхо как выход общей предельно допустимой дополнительной погрешности измерения $\delta_{\text{И}}$ за допустимые границы:

$$\delta_{\text{И}} \leq \pm 1.1 \sqrt{(\delta_{\text{T}}^2 + \delta_{\text{P}}^2 + \delta_{\text{A}}^2)} \quad (1)$$

где δ_{T} , δ_{P} , δ_{A} – погрешности измерения ПМР-параметров – δ_{T} – погрешность для времен релаксации, %; δ_{P} – погрешность измерения населенностей протонов, %; δ_{A} погрешность измерения сигналов спин-эхо, %. В качестве $\delta_{\text{И}}$ может быть взят один или несколько физико-химических характеристик (ФХХ) СКЖ или нефти – расход, скорость потока, влажность, плотность,

газосодержание в СКЖ, вязкость, молекулярная масса, температура застывания и параметр дисперсного распределения капель воды в эмульсии.

Контроль функционирования релаксометра в составе приборно-программного комплекса [2] осуществляется по технологии клиент-сервер.

Особое внимание уделяется разработки алгоритма системы контроля функционирования приборно-программного комплекса многоканального измерения ПМР-параметров на основе метода ПМР-релаксометрии, использующего искусственную нейронную сеть (ИНС).

В информационную сеть посылается команда запомнить текущие экспериментальные вектора измерений ПМР-параметров $N_{ij} = [T_{2Ai}, T_{2Bi}, T_{2Ci}, P_{2Ai}, P_{2Bi}, P_{2Ci}, A_{Ai}, A_{Bi}, A_{Ci}]$, где $T_{2Ai}, T_{2Bi}, T_{2Ci}, P_{2Ai}, P_{2Bi}, P_{2Ci}, A_{2Ai}, A_{2Bi}, A_{2Ci}$ – времена спин-спиновой релаксации, населенности протонов и амплитуды сигналов спин-эхо, i – индекс переменной, $j = A, B, C$ – молекулярные фазы, к которым относятся экспериментальные $T_{2A,B,Ci}, P_{2A,B,Ci}, A_{A,B,Ci}$. Данные многопараметрического вектора измерений N_i обрабатываются по формулам разделения огибающей сигналов спин-эхо (СЭ) на компоненты:

$$A_i = \sum A_{0j} \exp(-t/T_{2j}), \text{ где } j = A, B, C \quad (2),$$

$$\ln(A_i/A_0) = -t/T_{2i} + \ln A_i. \quad (3),$$

Определение ПМР-параметров осуществляется построением от времени огибающей СЭ уравнение (2) в полулогарифмическом масштабе и графоаналитическим разделением огибающей на экспоненциальные компоненты, как это показано на рис.1.

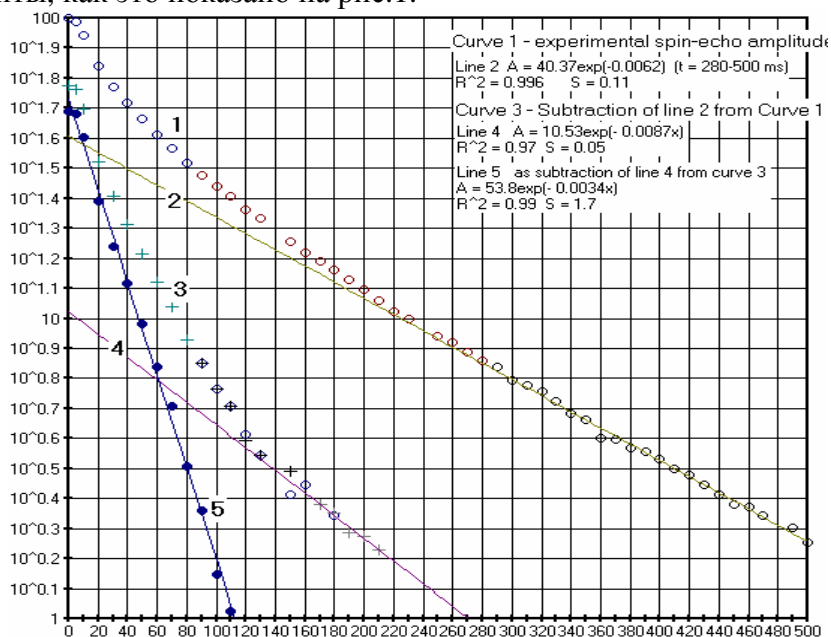


Рис. 1. Разложение огибающей сигналов спин-эхо в многофазной жидкости на три экспоненциальные компоненты

После логарифмирования значений амплитуд СЭ, через точки, соответствующие длинным временам, ложающиеся на линейную зависимость,

проводится прямая, описываемая уравнением (2) и определяются теоретические ПМР-параметры $T_{2A,B,CIT}$, $P_{2A,B,CIT}$, $A_{A,B,CIT}$.

Разности вычисленных по уравнение (2,3) ПМР-параметров с экспериментальными их значениями образуют текущий вектор:

$N_{it}=[|A_{2AЭ} - A_{2AT}|, |A_{2AЭ} - A_{2AT}|, |A_{2AЭ} - A_{2AT}| |T_{2AЭ} - T_{2AT}|, |T_{2BЭ} - T_{2BT}|, |T_{2CЭ} - T_{2CT}|, |P_{2AЭ} - P_{2AT}|, |P_{2AЭ} - P_{2AT}|, |P_{2AЭ} - P_{2AT}|, |, |]$, с численными значениями ПМР-параметров для $A_{jЭ} - A_{jT}$, $T_{jЭ} - T_{jT}$, $P_{jЭ} - P_{jT}$.

На основе проведенного исследования были получены следующие результаты, девять компонент вектора N_{it} нормируются, формируя текущий вектор N_{itN} нормированных компонент. Вектор N_{itN} обрабатывается ИИС для определения соответствия режиму работы релаксометра ПМР, и заключение о режиме работы релаксометра формируется в виде одного из значений вектора контроля $N_{out} = [«Норма», «Неправильно» и «Неопределенность»]$.

Результаты контроля выводятся на монитор оператора, а также сохраняются в базе данных о функционировании комплекса многопараметрического контроля ППК для принятия дальнейших решений.

Контроль состояния режима работы системы учета характеристик скважинной жидкости, нефти и окружающей среды должен производиться путем сравнения измеряемых параметров ПМР-релаксации N_{ij} с теоретическими значениями N_{ijt} параметров, получаемых путем аппроксимаций огибающей кривых сигналов спин-эхо по протонным фазам. Относительная величина отклонения параметров представляется в виде:

$$\alpha_N = (N_{ij} - N_{ijt}) \cdot 100\% \quad (4)$$

Значение α_N должно быть близко к нулю, что свидетельствует о правильном функционировании релаксометра ПМР в составе ППК и верности методик измерения характеристик СКЖ, нефти и воды окружающей среды. В случаях, когда величина α_N меньше допустимой (например, $|\alpha_N| \leq 3\sigma$, где σ – среднеквадратическое отклонение СКО) [3], следует говорить, о норме в работе ППК и программы обработки данных ПМР-релаксации.

Другим способом определения необходимых аналитических параметров является непосредственный опрос ППК с помощью распространённых интерфейсов связи: *RS-485*, *GSM*, *Internet*.

Клиентская часть автоматизированной информационно-измерительной системы контроля находится на месте расположения комплекса, она состоит из маршрутизатора каналов связи, который позволяет, с одной стороны, вести опрос разных ППК, расположенных на разных скважинах или установках подготовки нефти на цифровом месторождении (ЦМ) по протоколу *RS-485*, а с другой стороны, по сети *GSM* получать и отправлять опрос через сеть *Internet* на сервер системы контроля ЦМ. автоматизированной информационно-измерительной системы контроля Преимуществом перед ручным способом получения данных, является дистанционный, базирующийся на принципах работы сотовой связи и сети *Internet* [3].

Совершенствование механизмов удаленного опроса ППК для получения многопараметрического вектора измерений, является одной из главных задач информационно-измерительного оборудования на ЦМ.

Список литературы

1. Пономарев С.В., Шишкина Г.В. Метрология, стандартизация, сертификация: учебник для вузов. – Тамбов: Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2010. – 96 с.
2. Кашаев Р.С., Темников А.Н., Тран Ван Тунг, Нгуен Чи Киен, Козелков О.В. Релаксометр протонного магнитного резонанса // Приборы и техника эксперимента. – 2019. – №2. – С. 145-148.
3. Аксенов С.В., Новосельцев В.Б. Организация и использование нейронных сетей (методы и технологии). – Томск: НТЛ, 2006. –128 с.

References

1. Ponomarev S.V., Shishkin G.V. Metrology, standardization, certification: a textbook for universities. – Tambov: Publ. house of TSTU, 2010. – 96 p.
2. Kashaev R.S., Temnikov A.N., Tran Van Tung, Nguyen Chi Kien, Kozelkov O.V. Relaxometer of proton magnetic resonance // Instruments and experimental techniques. 2019, no. 2, 2019.
3. Aksenov S.V., Novoseltsev V.B. Organization and use of neural networks (methods and technologies). – Tomsk: NTL, 2006. –128 p.

Овсенко Галина Анатольевна – аспирант	Ovsenko Galina Anatolyevna – graduate student
Кашаев Рустем Султанхамитович – доктор технических наук, профессор	Kashaev Rustem Sultanhamitovich – doctor of technical sciences, professor
Филимонова Тамара Константиновна – кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник galinka.ovseenko@mail.ru	Filimonova Tamara Konstantinovna – candidate of physical and mathematical sciences, senior researcher

Received 13.09.2022

Scientific periodical issue

ISSN 2474-5901

Journal of Advanced Research in Technical Science

Issue 32

ISBN: 979-8365104969

Founder: Elena V. Zhukova.
Editorial: Scientific Research Centre «MachineStructure».
Editor in chief: Ivan A. Zhukov.
Printed by AmazonKDP, Seattle WA.

Publication Date: 18.11.2022.
Title ID: 22-21.
Trim Size: 7" x 10" (17.78 x 25.4 cm).
Number of copies: 50 min.

Seattle, USA:
Scientific Research Centre «MachineStructure», Amazon Kindle Direct Publishing
2022