

Austrian Journal of Technical and Natural Sciences

**Nº 5–6 2014
May–Jun**



«East West» Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH

**Vienna
2014**

Austrian Journal of Technical and Natural Sciences

Scientific journal

Nº 5–6 2014 (May–Jun)

ISSN 2310-5607

Editor-in-chief	Petra Busch, Austria
Consulting editors	Jolanta Lewicka, Poland Alajos Fazekas, Hungary
International editorial board	Egor Rachynski, Ukraine Rostislav Komarov, Russia Slavka Konstantinova, Bulgaria Jennifer Mathieson, Scotland Hong Han, China Alessandro Massaro, Italy
Proofreading	Kristin Theissen
Cover design	Andreas Vogel
Additional design	Stephan Friedman
Editorial office	European Science Review “East West” Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH, Am Gestade 1 1010 Vienna, Austria
Email:	info@ew-a.org
Homepage:	www.ew-a.org

Austrian Journal of Technical and Natural Sciences is an international, German/English/Russian language, peer-reviewed journal. It is published bimonthly with circulation of 1000 copies.

The decisive criterion for accepting a manuscript for publication is scientific quality. All research articles published in this journal have undergone a rigorous peer review. Based on initial screening by the editors, each paper is anonymized and reviewed by at least two anonymous referees. Recommending the articles for publishing, the reviewers confirm that in their opinion the submitted article contains important or new scientific results.

Instructions for authors

Full instructions for manuscript preparation and submission can be found through the “East West” Association GmbH home page at: <http://www.ew-a.org>.

Material disclaimer

The opinions expressed in the conference proceedings do not necessarily reflect those of the «East West» Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH, the editor, the editorial board, or the organization to which the authors are affiliated.

© «East West» Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH

All rights reserved; no part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without prior written permission of the Publisher.

Typeset in Berling by Ziegler Buchdruckerei, Linz, Austria.

Printed by «East West» Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH, Vienna, Austria on acid-free paper.

Section 1. Biology

Секция 1. Биология

Askarova Ulbossyn Bakirevna
Candidate of Biological science, associate professor
Medical University Astana joint-stock company
E-mail: askarova0755@mail.ru

Radiation situation in Kazakhstan and population health

Abstract: In article data on ecological consequences of test of the nuclear weapon during 1949–1989 on Semipalatinsk the proving nuclear ground in Kazakhstan are stated. Besides, data on other main sources of radiation are provided in the republic and features of health of the population of the country in ecologically unsuccessful regions.

Keywords: radiation, radioactive pollution, human health, state of environment, nuclear explosions, nuclear range, oncological diseases, suicide, etc.

Аскарлова Улбосын Бакиревна
Акционерное общество “Медицинский университет Астана”
Казахстан, г. Астана,
E-mail: askarova0755@mail.ru

Радиационная обстановка в Казахстане и здоровье населения

Аннотация: В статье изложены сведения об экологических последствиях испытания ядерного оружия в период 1949–1989 гг. на Семипалатинском испытательном ядерном полигоне в Казахстане. Кроме того, приводятся сведения о других основных источниках радиации в республике и особенностях здоровья населения страны в экологически неблагоприятных регионах.

Ключевые слова: радиация, радиоактивное загрязнение, здоровье людей, состояние окружающей среды, ядерные взрывы, ядерный полигон, онкозаболевания, суицид и т. д.

В эпоху научно-технического прогресса хозяйственная деятельность человека всё чаще становится основным источником загрязнения биосферы. В природную среду во всё больших количествах попадают газообразные, жидкие и твердые химические вещества, находящиеся в отходах, которые попадая в почву, воздух или воду, загрязняют их, в дальнейшем перемещаясь по трофическим цепям, в конце концов поступают в организм человека. Особенно опасным из всех этих загрязнений считается радиоактивное загрязнение, источниками которого являются не только естественные факторы, но и в большей степени антропогенная деятельность, в частности испытание ядерных оружий в атмосфере, в воде, аварий на АЭС и т. д. [1].

Для экономики любого государства АЭС несомненно имеют огромный энергетический потенциал,

по сравнению с другими видами энергетики, но последствия и ущерб здоровью населения, в случае на них аварий, практически не возможно восполнить [1].

XX век был веком всемирного атомного вооружения, и особенно после второй мировой войны в погоне за ним развитые государства проводили активную политику в этом направлении, в том числе и СССР, где по решению Совета Министров от 21 августа 1947 года был создан «Семипалатинский ядерный полигон».

Первый ядерный взрыв на СИЯП был произведен 29 августа 1949 года. 12 августа 1953 года на полигоне было испытано первое термоядерное устройство, а 22 ноября 1955 года — водородная бомба. За время функционирования полигона (1949–1989 годы) на его территории было проведено в общей слож-

ности 468 ядерных взрывов, в том числе: 125 атмосферных (26 наземных, 91 воздушных, 8 высотных); 343 испытательных ядерных взрыва под землей (из них 215 в штольнях и 128 в скважинах). Испытания проводились с устройствами различной мощности, на разных глубинах и в разнообразных горных породах. По оценкам института высоких энергий Академии наук Казахстана, суммарная мощность ядерных зарядов, испытанных в атмосфере и над землей СИЯП, (в населенной местности), в 2,5 тысячи раз превышает мощность бомбы, сброшенной американцами на Хиросиму в 1945 году. За пределы полигона вышли радиоактивные облака 55 воздушных и наземных взрывов и газовая фракция 169 подземных испытаний. Именно эти 224 взрыва обусловили радиационное загрязнение всей восточной части территории Казахстана. Испытания ядерного оружия, проводившиеся в течение 40 лет на Семипалатинском испытательном ядерном полигоне, причинили невосполнимый ущерб здоровью людей и окружающей природной среде, вызвали рост общей заболеваемости и смертности населения. Вся территория Семипалатинской и прилегающие к полигону районы Павлодарской, Восточно-Казахстанской и Карагандинской областей признаны зоной экологического бедствия.

Хотя с 1989 года ядерные испытания не проводятся, сорокалетние испытания ядерного оружия создали экстремальное морально-стрессовое состояние населения региона и нанесли непоправимый ущерб здоровью людей [1].

В 1957 году ученые медики из Алматы провели первые выборочные обследования населения, проживающего рядом с полигоном. Был выявлен специфический комплекс паталогических симптомов, связанных с воздействием на организм ионизирующих излучений. Было отмечено, что воздействие радиации вызывает процесс преждевременного старения организма, увеличения онкозаболеваний, случаев суицида и т. д. [2].

Согласно статистическим данным, в Семипалатинской области в 1980 году на 100 000 населения было 158 случаев онкозаболеваний, а уже в 1990 г. эта цифра увеличилась на одну треть. Смертность от рака легких выросла в три раза, от рака пищевода в 8 раз, а всего от онкологических заболеваний она была на 39 процентов выше, чем в контрольной группе.

Ученые выявили, что 1,5 миллиона человек, проживающих на территориях Семипалатинской, Карагандинской и Павлодарской областей, примыкающих к полигону, были подвергнуты облучению в дозах более 1 бэра, и свои хромосомные нарушения, получен-

ные при облучении, они передавали будущим поколениям. Все более пагубно сказываются отдаленные последствия ядерных испытаний, которые передаются из поколения в поколение [2].

Последствия ядерных испытаний трагичны. Здоровью населения районов, прилегающих к Семипалатинскому региону, нанесен непоправимый вред. Средняя продолжительность жизни здесь не превышает 40–50 лет. Радиационное воздействие привело к резкому ослаблению иммунитета, что увеличивает количество заболеваний, обостряет течение и длительность болезней. У пострадавших от радиоактивного облучения значительно чаще встречаются злокачественные образования. Анемия, необычные поражения кожного покрова, нарушения артериального давления, патология крови и сосудов, преждевременное старение, психические заболевания, суициды — все это печальное наследие полигона [1].

Ликвидация этих последствий требует осуществления специальной государственной программы и комплекса мер по лечению, оздоровлению, реабилитации, социальной защите населения и социально-экономическому развитию территории.

29 августа 1991 года Указом Президента Республики Казахстан Семипалатинский испытательный ядерный полигон (СИЯП) был официально закрыт. Ровно через 42 года после проведения первого ядерного взрыва в СССР, ядерные испытания были прекращены навсегда. Последовал международный мораторий на испытания ядерного оружия: остановились остальные полигоны — Новая Земля (Россия), Невада (США), атолл Мурурод (Франция), Лоб-Нор (Китай).

В 1992 году Казахстан, уже как независимое государство, подписал Лиссабонский протокол к Договору СНВ-1, в котором зафиксировал свои обязательства о нераспространении ядерного оружия. [2].

Но, принятая государственная Программа медицинской реабилитации населения, пострадавшего вследствие ядерных испытаний на бывшем СИЯП в 1949–1990 годах, практически не реализована. Установленные сроки, по созданию Единого Государственного медицинского регистра Казахстана (1997–1999 г.), продлены на неопределенный срок. Одной из причин является отсутствие должного финансирования.

Этой же Программой предусмотрено создание Межрегионального медицинского реабилитационного центра в г. Семипалатинске, и его филиалов, на базе областных больниц. Однако, финансирование должно осуществляться за счет внебюджетных средств (ин-

вестиции, гранты, спонсорские благотворительные гранты) [3].

Кроме всего этого, на территории Республики Казахстан в настоящее время функционируют 8 уранодобывающих провинций, на которых урановая руда добывается устаревшим открытым способом, и поэтому естественно, это тоже представляет потенциальную угрозу не только для жизни и здоровья людей, но и для всей окружающей среды- почвенной, водной экосистем и живых организмов, обитающих в них. Хотя, урановая руда не перерабатывается в стране, но при транспортировке ее в Россию для переработки, угроза утечки радиации, может сохраняться [2].

В заключении хочется отметить, что на сегодняшний день большая часть населения страны испытывает радиационную нагрузку, которая привела к повышению роста онкозаболеваний, показателя по суицидам

особенно, среди подростков, анемия среди женщин репродуктивного возраста и многое другое, не говоря о тысячи пострадавших, живущих на земле, прилегающей к полигону, которые остались без поддержки государства. И хотя в Казахстане принят закон «О реабилитации населения, пострадавшего от ядерных испытаний», в связи с тяжелым экономическим положением в республике он не работает в полную меру.

При такой радиационной обстановке Казахстану необходимо не развивать атомную энергетику, как об этом в последнее время высказываются многие политики и чиновники, а развивать использование альтернативных источников энергии, таких как солнечная и ветровая энергетика, которые являются совершенно безвредными, экологически чистыми, кроме того во всем мире, даже развитые страны уже давно отказываются от атомной энергетики.

Список литературы

1. Аскарлова У.Б. Экология и охрана окружающей среды. Учебник для вузов. Алматы, 2007 г. –314 стр.
2. Аскарлова У.Б., Аскарлов Н. Б. Экология и устойчивое развитие. 1–2 части. Учебник для вузов. Алматы, 2012 г.
3. «Концепция экологической безопасности населения РК на 2004–2015 гг. », Астана, 2003.г

*Kokolova Liudmila Mishailovna, Yakutian research institute of agriculture
Doctor of veterinary sciences, head of the laboratory gelmintologiya,
E-mail: kokolova_lm@mail.ru
Gavrilyeva Lyubov Yurevna, graduate student
E-mail: gavri_ly@mail.ru*

Research of parasitic diseases of trade hoofed animals and wild carnivores of Yakutia

Abstract: These researches are given in article helminthofauna wild trade carnivorous and hoofed animals of Yakutia. Results of researches showed also universal distribution of helminths that wild carnivorous, hoofed animals strongly invasions eggs, larvae and polovozrely helminths and are distributors dangerous to the person and agricultural animals helminths. For the first time in the territory of Yakutia at roes, elks and snow rams ootsist of intestinal protozoa — *E. ninae eymeriya* are found.

Keywords: helminths, eggs, larvae, wild hoofed animals and carnivores, helminthofauna, Yakutia.

*Кокколова Людмила Михайловна, Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства доктор ветеринарных наук, заведующая лабораторией гельминтологии
E-mail: kokolova_lm@mail.ru
Гаврильева Любовь Юрьевна, аспирант*

Исследование паразитарных болезней промысловых копытных и диких плотоядных животных Якутии

Аннотация. В статье приведены данные исследования гельминтофауны диких промысловых плотоядных и копытных животных Якутии. Результаты исследований показали о повсеместной распространенности гельминтов, что дикие плотоядные, копытные животные сильно инвазированы яйцами, личинками и самими по-

ловозрелыми гельминтами и являются распространителями опасных для человека и сельскохозяйственных животных гельминтозов. Впервые на территории Якутии у косуль, лосей и снежных баранов обнаружены ооцисты кишечных простейших — эймерий *E. pinae*.

Ключевые слова: гельминты, яйца, личинки, дикие копытные и плотоядные животные, гельминтофауна, Якутия.

Охота на животных является одной из форм деятельности населения Якутии. Добывают промысловых копытных — косуль, лосей, диких северных оленей, снежных баранов и диких плотоядных — соболей, россомах, красных лисиц, волков обитающих в условиях Якутии. Республика располагает обширными охотничьими угодьями и значительными ресурсами промысловых животных. В лесах и тундре обитают свыше 70 тысяч лосей, более 200 тысяч диких северных оленей. Многие коренные жители республики занимаются охотпромыслом. Сегодня мясо диких охотничье-промысловых животных обладающих высокими питательными и вкусовыми качествами, а мех ценным сырьем. За последние годы нет точных данных по добыче, однако можно привести такие данные по добыче пушных зверей, сдано шкур — 13500 белок, 78765 ондатр, 2059 соболя, 495 горносталя, 141 россомах, 75 рысей, 3156 красных лисиц, 1253 волка. Ежегодно проводят отстрел диких оленей до 25–30 тысяч животных, что позволяет получать до 3000 тонн мяса.

Изучение фауны гельминтов у диких промысловых животных, в том числе опасных для человека и сельскохозяйственных животных проводили гельминтологическими исследованиями проб органов и тканей и пробы фекалий от промысловых копытных. Различные виды гельминтов распространены повсеместно и встречаются по всей охотничье-промысловой территории Якутии у всех промысловых копытных и диких плотоядных животных. Изучение фауны гельминтов у диких промысловых животных, в том числе опасных для человека и сельскохозяйственных животных гельминтов.

Проводили гельминтологические исследования пробы и фекалии от диких промысловых копытных (косуля, лось, дикий северный олень, снежный баран) и плотоядных (соболя, россомахи, красной лисицы, волка), общепринятыми в гельминтологии методами: методы гельминтооувоскопии, гельминтолярвоскопии, мазка, Фюллеборна, последовательно промывания, Калантаряна, Дарлинга, Щербовича, Котельникова и Хренова, а также методы не полных вскрытий по К. И. Скрябину.

Паразитировать гельминты могут во всех органах и тканях многоклеточных животных и растений

по всему земному шару. Каждый отдельный вид животного или растения характеризуется наличием определенной, свойственной ему гельминтофауны, представители которой в процессе своего эволюционного развития либо стали специфическими паразитами данного вида хозяев, либо приспособились к инвазированию у более широкого круга хозяев. Анализ гельминтофауны диких животных Якутии показал, что гельминты широко распространены, как у диких промысловых копытных, так и у диких охотничье-промысловых хищных плотоядных [1]. В условиях Якутии чаще встречается смешанная инвазия [2].

В кишечнике у диких промысловых копытных животных были зарегистрированы различные паразитарные болезни: у лосей — *Nematodirus spathiger* ЭИ (100%), *Strongyloides papillosus* (ЭИ 25,2%, ИИ — многочисленны) *Neoascaris vitulorum* (ЭИ 100%, ИИ 68–110 экз.), *Haemonchus contortus* (ЭИ 35,2%, ИИ 53–94 экз.), *Spiculoptera gallica* (ЭИ 46,2%, ИИ — 34–120 экз.), *Spiculoptera schyzi* (ЭИ-12,9%, ИИ- 25–56 экз.), *Nematodirella longisimespiculata* (ЭИ 21,7%, ИИ 35–100 экз.), *Nematodirella alcidis* (ЭИ 46,5%, ИИ до 217 экз.), *Varestrongylus alces* (ЭИ 48,9%, ИИ 22–56 экз.), в желчных протоках нематода *Setaria tundra* (ЭИ — 35,18%, ИИ от 18 до 68 экз.). В цестоды *Moniezia expansa*, относящихся к группе геогельминтов, также у косуль обнаружены единичные экземпляры цестоды *Moniezia expansa* и *Avitellina pygargi*, которые паразитировали в тонком отделе кишечника, и заболевание протекает в форме энзоотий. Обнаружены эхинококкоз органов и тканей *Echinococcus granulosus* (larva), как у лосей пораженные органы легкие и печень (ЭИ 76,2%, ИИ в печени и от 5–57 и в легких от 1 до 5–12, в одном случае многочисленные цисты в обеих легких по 100 и более цист), так и впервые эхинококкоз обнаружили у косуль поражены органы гортань и печень (ЭИ 25,8%, ИИ — гортани 2 экз., а в печени от 1–12 цист). Из трематод в рубце обнаружены *Paramphistomum cervi* у лосей (ЭИ 23,5% л, ИИ более 300 экземпляров) и косуль (ЭИ –12,3%, ИИ более 200экз.). У косуль нематоды *Nematodirus oiratianus* Rajewskaja и *Nematodirella alcidis* (Dikmans, 1915) Ivashcin, 1954. У снежного барана обнаружены

нематода снежных баранов кишечнике обнаружили в немалом количестве от 76-и более 1000 экз. нематоды: *Strongyloides papillosus* (Wedl, 1856), впервые обнаружены *Trichocephalus skrjabini* (Baskakov, 1924), *Bonostomum phlebotomum* (Railliet, 1900), а также в бронхах *Dictyocaulus filaria* (Rud., 1809), цестоды *Thysaniezia giardi* (Moniez, 1879) (ЭИ 100%, ИИ — 1–3 экз.). Эти нематоды, паразитируя в пищеварительном тракте снежных баранов, они сильно травмируют слизистую оболочку сычуга, кишок (слепого, ободочного, прямого) в огромном количестве и могут вызвать заболевания различной этиологии. При исследовании проб фекалий от косуль и снежных баранов методом Фюллеборна были обнаружены яйца стронгилид из них: самые крупные это яйца *Nematodirus spathiger*, *Strongyloides papillosus*, *Neosascaris vitulorum*, личинки диктиокаула — *Dictyocaulus filarial* в трахее и бронхах.

Также нами проведены исследование добытых пушных плотоядных, так у соболей обнаружены: цестоды *Taenia tenuicollis* (ЭИ 35,8%, ИИ 2–13 экз.) и *Taenia martis* (ЭИ 14,5%, ИИ 5–9 экз.), нематоды *Uncinaria stenocephala*, *Capillaria mucronata*, *Soboliphyme baturini* (ЭИ 2,2%, ИИ 5–8 экз.).

У всех росомых обнаружены нематоды *Ascaris columnaris* и *Toxocara canis* (ЭИ 100%, ИИ 10–68 экз.), а также цестода *Taenia martis* (ЭИ 59,2%, ИИ 5–33 экз.).

Красные лисицы почти 100% инвазированы *Uncinaria stenocephala*, (ЭИ 65,5%, ИИ 7–12 экз.), *Ancylostoma caninum*, *Toxocara canis* (ЭИ 100%, ИИ 15–27 экз.) трематода *Alaria alata* (ЭИ 100%, ИИ от 6 до 100 и более экз.).

Волки, исследовали туши 13 волков, из них 3 волчат в возрасте до 3 мес. у всех волков и щенят обнаружены половозрелые гельминты цестоды, нематоды и трематоды: *E. granulatus* (ЭИ 61,08%, ИИ до 886 экз.) *T. hydatigena* (ЭИ 46%, ИИ 15–18 экз.), *T. krabbei* (ЭИ 13,3%, ИИ 3–13 экз.) *T. canis* (ЭИ 75%, ИИ 5–23 экз.), *T. leonina* (ЭИ 27,9%, ИИ 2–8 экз.), *T. spiralis* (ЭИ 36,5%, ИИ 279 экз. личинок трихинелл в 24 срезах).

Впервые у всех исследованных нами добытых копытных животных косуль, лосей и снежных баранов в пробах фекалий были обнаружены ооцисты кишечных простейших — эймерий *E. pinae*, эти одноклеточные паразитические простейшие класса *Sporozoa*, отряд *Coccidiida*, семейство *Eimeriidae*, которые паразитируют в эпителиальных клетках кишечника и вызывают заболевание косуль эймериозом, и они

являются распространителями этого опасного заболевания у домашних копытных животных (крупного рогатого скота, оленей), которые у сельскохозяйственных животных могут вызывать опустошительные энзоотии и причинять большой экономический ущерб хозяйству, смертность среди телят крупного рогатого скота, домашних оленей и овец в дождливые годы может достигнуть до 90%.

По разнообразию морфологической структуры гельминты отличаются от своих свободно живущих предков, с одной стороны, регрессивным метаморфозом тех органов, которые благодаря паразитизму оказались для них ненужными, с другой стороны — приобретение новых качеств, новых особенностей организации, не свойственных их свободно живущим родичам, наиболее резко это проявилось в формировании виртуозных по своему разнообразию органов фиксации и колоссальной гипертрофии органов половой системы, что связано с рекордной плодовитостью гельминтов и широким распространением у них явлений гермафродитизма.

По разнотипностью биологического цикла в процессе филогенетической эволюции гельминты приобрели ряд новых качеств, к ним относится сложное явление смены хозяев, размножение личиночных стадий, на отдельных фазах развития гельминты приспособились к паразитированию только у строго специфических промежуточных, дополнительных, а иногда и так называемых «вставочных» хозяев. Гельминтам также свойственны такие сложные явления, как миграция в теле хозяев. А также, феномен чередования поколений, который может проявляться так, например, родительское поколение может размножаться половым путем, а дочернее — бесполом, или же родительские и дочернее поколение морфологически отличные друг от друга могут размножаться половым путем.

По токсикологическим свойствам гельминты тоже отличаются большим разнообразием. Вещества, выделяемые ими в процессе жизнедеятельности, весьма различны и по своему происхождению и по химической природе. Поступая в организм хозяина, эти так называемые гельминтотоксоиды действуют отравляюще на разные системы и ткани.

Другими словами, на гельминтов приходится смотреть как на возбудителей многочисленных заболеваний, протекающих чрезвычайно разнообразно и требующих для оздоровления весьма сложных и притом специфических методов лечения и профилактики. Отсюда — необходимость борьбы с гель-

минтозами в целях охраны здоровья человека, борьбы с потерями в животноводстве.

Список литературы:

1. Кокколова Л. М. Особенности распространения зоонозных гельминтозов на Крайнем Севере. /Тр. Всерос. ин-та гельминтол. – Москва. –2006.- т. 41. – С 91–96.
2. Кокколова Л. М. Эпизоотическая ситуация по гельминтозам в Республике Саха (Якутия). /Тр. Всерос. ин-та гельминтол. – Москва. –2006.- т. 41. — С 101–108.

*Sergeeva Svetlana Sergeevna, Pavlov Institute of physiology RAS,
senior researcher, the laboratory of functional morphology and physiology of neuron
E-mail: ossotnikov@mail.ru*

*Vasyagina Nadezhda Uyrievna, Pavlov Institute of physiology RAS,
junior researcher, the laboratory of functional morphology and physiology of neuron
E-mail: ossotnikov@mail.ru*

*Sotnikov Oleg Semenovich, Pavlov Institute of physiology RAS,
professor, the head of the laboratory of functional morphology and physiology of neuron
E-mail: ossotnikov@mail.ru*

Effect of nimodipine and nitrendipine on the electrogenesis of Retzius neuron of the medicinal leech

Abstract: The article presents data on the effects of L-type calcium channel blockers of nimodipine and nitrendipine on the electrogenesis of Retzius neuron on the medicinal leech. Studied the effect of these drugs on the frequency of impulse activity, the threshold, amplitude spike, latency period, formation of the synaptic response to stimulation of different frequencies.

Keywords: nimodipine, nitrendipine, the electrical activity of the neuron.

*Сергеева Светлана Сергеевна, Институт физиологии им. И. П. Павлова РАН,
старший научный сотрудник, лаборатория функциональной морфологии
и физиологии нейрона
E-mail: ossotnikov@mail.ru*

*Васягина Надежда Юрьевна, Институт физиологии им. И. П. Павлова РАН,
младший научный сотрудник, лаборатория функциональной морфологии
и физиологии нейрона
E-mail: ossotnikov@mail.ru*

*Сотников Олег Семенович, Институт физиологии им. И. П. Павлова РАН,
профессор, заведующий лабораторией функциональной морфологии
и физиологии нейрона
E-mail: ossotnikov@mail.ru*

Действие нимодипина и нитрендипина на электрогенез нейрона Ретциуса медицинской пиявки

Аннотация: В статье приведены данные о действии блокаторов кальциевых каналов L-типа нимодипина и нитрендипина на электрогенез нейрона Ретциуса медицинской пиявки. Изучалось влияние этих препаратов на частоту импульсной активности, порог, амплитуду спайка, латентный период ответа, формирование реакции на синаптическое раздражение различной частоты.

Ключевые слова: нимодипин, нитрендипин, электрическая активность нейрона.

Известно, что нимодипин и нитрендипин, про- изводные 1,4-дигидропиридина, являются фармако-

логическими препаратами и используются в клинике и в экспериментах, как сосудорасширяющие антиспазмирующие препараты [1]. Их цереброваскулярную активность связывают с тем, что эти агенты, избирательно взаимодействуя с кальциевыми каналами L-типа, блокируют трансмембранное поступление ионов кальция в гладкомышечные клетки сосудов [2]. Кроме того, выявлено, что дегидропиридины оказывают положительное влияние не только на сосуды, но и клетки мозга [3; 4], обладая антиаритмическим и противосудорожным эффектами [5; 6]. Считается, что нимодипин, благоприятно влияя на кровоснабжение головного мозга, улучшает память и способность к концентрации внимания [1; 2; 7]. Поскольку дегидропиридины обладают жирорастворимыми свойствами, они проникают через гематоэнцефалический барьер [2], тем самым, оказывая влияние на Ca каналы L-типа клеток мозга. В связи с этим изучается их применение при ряде заболеваний, связанных с нарушением кальциевого гомеостаза: таких как деменция [7], болезнь Альцгеймера [3], рассеянный склероз [7; 8; 9; 10]. Кроме того выявлено, что, например, нитрендипин ускоряет регенерацию нервов после травмы [11; 12; 13]. Таким образом, видно, что дегидропиридины в ряде случаев обладают свойствами многофакторных протекторов, механизм действия которых еще до конца не исследован. Особенно это замечание относится к исследованию влияния дегидропиридинов на электрические свойства нервных клеток.

В предыдущих морфологических исследованиях, посвященных изучению сократительной активности нервных отростков, мы использовали нимодипин и нитрендипин как агенты, ингибирующие кальциевый механизм ретракции нервных отростков [14; 15]. В тоже время хорошо известно, что кальциевый гомеостаз нейронов лежит в основе синаптической и мембранной пластичности, поэтому важно выяснить как нитрендипин и нимодипин влияют не только на цитоскелет отдельного нейрона, но и на его электрогенез в норме и при функциональных нагрузках.

Методика исследования

Для изучения влияния нимодипина и нитрендипина на электрогенез нейрона мы использовали нейроны Ретциуса медицинской пиявки. В экспериментах участвовали двухлетние половозрелые животные, выращенные на Биофабрике ООО «Народная медицина». Для проведения экспериментов извлекали часть брюшной нервной цепочки из 5 первых ганглиев. Второй от головного ганглий укрепляли иглами за оболочки на дне первой эксперименталь-

ной камеры и подкрашивали 0.01% раствором нейтрального красного. В центре ганглия становились видными две крупные клетки (диаметром около 100 микрон) — нейроны Ретциуса. Остальную часть цепочки приподнимали из первой камеры и помещали во вторую с смонтированными биполярными раздражающими электродами. Раствор Рингера в первой камере содержал раствор нимодипина или нитрендипина в концентрации 10 мкМ. Ганглий экспонировали в растворе Рингера или в растворах нимодипина или нитрендипина 40 мин. Все это время ганглий находился в полной темноте для исключения инактивации нимодипина и нитрендипина [16]. Как было показано ранее, в условиях наших опытов, применяемые агенты действуют исключительно на сому клетки, не влияя на синапсы, находящиеся во второй камере [17].

Электрическую активность нейрона регистрировали экстраклеточно золотым микроэлектродом в стеклянной изоляции. Синаптическую активацию нейрона осуществляли, раздражая нервную коннективу между 3-им и 4-ым ганглиями, находящимися во второй камере, толчками электрического тока длительностью 0.3 мс, силой равной двум порогам, с частотами от 1 до 10 Гц. В контрольных опытах исследовали электрическую активность клеток в растворе Рингера без нимодипина или нитрендипина. Нейрон раздражали в течение 3 мин частотами 1, 3, 5, 7 или 10 Гц (по 10 опытов на каждое раздражение). В опытах сначала регистрировали фоновую импульсную активность (ИА) нейрона, определяли ее частоту, амплитуду, и длительность спайка и порог раздражения нейрона. Затем осуществляли синаптическую активацию нейрона. По тому же протоколу, что и в контроле проводили эксперименты в растворах нимодипина или нитрендипина. Опыты статистически обрабатывали в программе Microsoft Office Excel.

Результаты исследования

Выявлено, что 40-минутная инкубация ганглия в растворе нимодипина в полной темноте приводит к снижению частоты спонтанной импульсной активности с 0.24 ± 0.06 имп/с в норме до 0.12 ± 0.03 имп/с. Амплитуда спонтанных потенциалов уменьшается с 51.1 ± 0.4 мкВ в норме до 34.0 ± 6.3 мкВ. Порог раздражения повышается на 29%, длительность спонтанного спайка 6.0 ± 0.04 мс оставалась такой же, как и в норме, латентный период увеличивается с 18.3 ± 2.2 мс в норме до 20.13 ± 1.18 мс.

40-минутная инкубация ганглия в растворе нитрендипина вызывала снижение частоты спонтанной импульсной активности до 0.12 ± 0.02 имп/с.

Амплитуда спонтанных потенциалов снижается незначительно до 49.1 ± 0.6 мкВ. Порог раздражения повышается в среднем на 18%. Длительность одиночного спонтанного спайка увеличивается до 10.5 ± 1.0 мс, а латентный период увеличивается до $26.0 \pm 1,6$ мс.

Опыты при синаптической активации показали, что в контроле (рис. 1, кривая 1) при раздражении с частотой 1 Гц нейрон стабильно отвечает несколькими спайками на каждый раздражающий стимул. В предыдущих исследованиях мы квалифицировали эту реакцию как сенситизация [18].

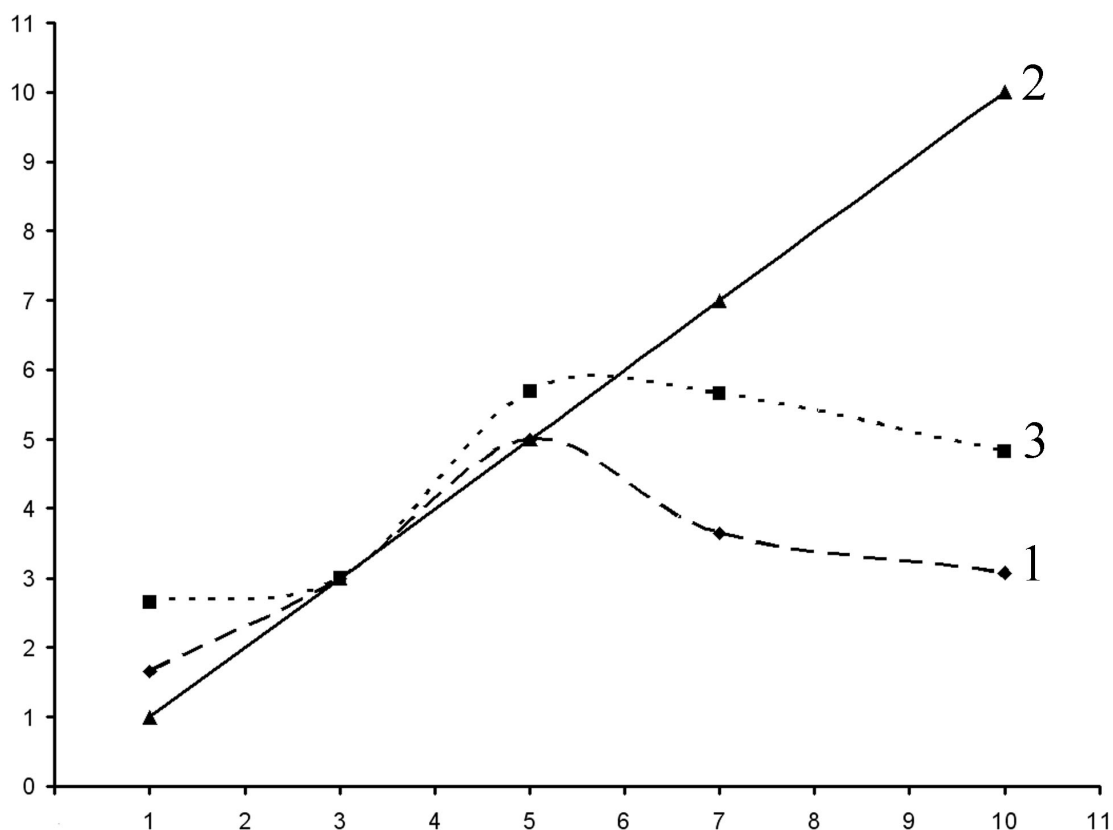


Рис. 1. Реакция нейрона Ретциуса на синаптическую активацию.

Кривая 1 — частота импульсной активности нейрона при раздражении с частотами 1–10 Гц в контроле. Кривая 2 — частота импульсной активности нейрона при раздражении с частотами 1–10 Гц в растворе нимодипина. Кривая 3 — частота импульсной активности нейрона при раздражении с частотами 1–10 Гц в растворе нитрендипина. По оси абсцисс — частота импульсной активности нейрона Ретциуса в имп/сек, по оси ординат — частота раздражения в Гц.

При раздражении нейрона с частотами 3 и 5 Гц нейрон отвечает одним спайком на каждый раздражающий стимул — реакция повторения ритма. При раздражении с частотами 7–10 Гц нейрон трансформирует частоту импульсной активности, генерируя потенциал действия не на каждый раздражающий стимул (рис. 1, кривая 1). Происходит адаптация нейрона к высокочастотному раздражению. Реакция была квалифицирована нами как привыкание [18].

В растворе с нимодипином (рис. 1, кривая 2) при раздражении с частотами от 1 до 10 Гц нейрон отвеча-

ет спайком на каждый раздражающий стимул (рис. 1, кривая 2). Таким образом, действие нимодипина в полной темноте приводит к резкому нарушению адапционных свойств нейромембраны нейрона Ретциуса, не развивается ни реакция сенситизации, ни привыкания.

В растворе с нитрендипином в полной темноте (рис. 1, кривая 3) при раздражении нейрона с частотой 1 Гц, он отвечает несколькими спайками на каждый раздражающий стимул. Однако частотный ответ нейрона достоверно выше, чем в контроле. При воздействии частотой 3 Гц нейрон отвечает одним импульсом на каждый раздражающий стимул так же, как и в контроле. При раздражении частотой 5 Гц частотный ответ нейрона достоверно выше, чем в контроле. При использовании частот в 7 и 10 Гц нейрон трансформирует частоту импульсной активности, генерируя потенциал действия не на каждый стимул раздражающего тока, однако частотный ответ нейрона достоверно выше, чем в контроле. Таким образом,

в растворе нитрендипина нейрон способен адаптироваться к высокочастотному синаптическому раздражению, однако в меньшей степени, чем в контроле (таблица 1).

Таблица 1. – Реакция нейрона Ретциуса на синаптическое раздражение с различной частотой при действии нимодипина и нитрендипина в полной темноте

частота раздражения, Гц серии экспериментов	1	3	5	7	10
контроль имп/с	1.65±0.13	3.0±0	5.0±0	3.64±0.18	3.07±0.2
нимодипин имп/с	1.0±0	3.0±0	5.0±0	7.0±0	10.0±0
нитрендипин имп/с	2.64±0.13	3.0±0	5.69±0.13	5.65±0.08	4.82±0.1

Обсуждение

Опыты демонстрируют, что действие нитрендипина, так же как и нимодипина вызывает изменение электрической активности нейрона Ретциуса. Несмотря на то, что и нитрендипин и нимодипин, являются агонистами кальциевых каналов L- типа [2], их действие на электрическую активность нейрона различается. Падение амплитуды нейрона, наблюдаемое при действии нимодипина, отражает блокаду кальциевых каналов входящего тока, поскольку ионы кальция наряду с ионами натрия принимают участие в формировании восходящей фазы потенциала действия нейрона Ретциуса [19]. Нитрендипин же в наших опытах не изменяет амплитуду одиночных потенциалов действия.

Оба опытные агента увеличивают порог нейрона, уменьшая частоту импульсной активности, с этим может быть связан известный противосудорожный и противоаритмический эффект препаратов производных дигидропиридина [6; 12; 20; 21]. Наибольшая разница в действии нимодипина и нитрендипина проявляется при формировании реакции нейрона на синаптическое раздражение. Нимодипин полностью блокирует реакцию нейрона на высокочастотное раздражение. В то же время, нитрендипин не препятствует развитию тормозной реакции нейрона на высокочастотное раздражение, хотя эта реакция несколько отличается от контроля, то есть, его действие на возбудимую мембрану нейрона не схоже с действием нимодипина.

Ранее нами показано, что нитрендипин и нимодипин тормозят ретрактивную активность поврежденных нервных отростков [16]. Это их свойство, связанное с нарушением взаимодействия ионов Ca^{+2} и цитоскелета, может быть важно для ускорения реиннервации нервного волокна. Последнее находит свое подтверждение в экспериментах на животных и в клинических исследованиях [5; 13; 14; 22]. Проведенные эксперименты демонстрируют, что с одной стороны блокада кальциевых каналов нимодипином и нитрендипином может иметь положительный эффект при пересечениях нервных волокон поскольку, влияя на цитоскелет, тормозит ретракцию и уменьшает диастаз. Кроме того, действие этих препаратов на электровозбудимую мембрану нейрона стабилизирует ее функциональное состояние, блокируя гипервозбуждение. С другой стороны, как выявлено в опытах с нимодипином, нарушение кальциевой регуляции внутриклеточных процессов нервной клетки способно изменить ее нейрофизиологический ответ на раздражающее воздействие.

Список литературы:

1. Ott S. Continuous selective intra-arterial application of nimodipine in refractory cerebral vasospasm due to aneurysmal subarachnoid hemorrhage/S. Ott, S. Jedlicka, S. Wolf, M. Peter, C. Pudenz, P. Merker, L. Schürer, C.B Lumenta//Biomed Res Int. – 2014. 2014:970741.
2. Tomassoni D. Nimodipine and its use in cerebrovascular disease: evidence from recent preclinical and controlled clinical studies/D. Tomassoni, A. Lanari, G. Silvestrelli, E. Traini, F. Amenta//Clin Exp Hypertens. – 2008. V.30. № 8. – p. 744–766.
3. Li H Protective effects of Nimodipine on cerebrovascular function in chronic alcoholic encephalopathy/H. Li, X. Yang, W. Shi, Z. Ma, G. Feng, Q. Wang, L. Shen, C. Xie//Int J Mol Med. – 2014. V.33. № 1 – p.201–208.
4. Ercan M. Nimodipine attenuates lipid peroxidation during the acute phase of head trauma in rats/M. Ercan, S. Inci, K. Kilinc, S. Palaoglu, U. Aypar// – <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/114852342001>. V.24№ 2–3 – p. 127–130.

5. Mitreġa KA. Anti-arrhythmic and hemodynamic effects of oxy nifedipine, oxy nimodipine, oxy nitrendipine and oxy nisoldipine/K. A. Mitreġa, B. Varghese, M. Porc, T. F. Krzemiński//Pharmacol Res. – 2012. V. 66. № 4. – p. 300–308.
6. Baġirici F. Anticonvulsive effects of nimodipine on penicillin-induced epileptiform activity/F. Baġirici, M. O. Bostanci//Acta Neurobiol Exp (Wars).– 2006. V. 66. № 2. – p. 123–128.
7. Ito Y. Calcium antagonists: current and future applications based on new evidence. Neuroprotective effect of calcium antagonists/Y. Ito, N. Araki//Clin Calcium. – 2010. V. 20. № 1. – p. 83–88.
8. Nimmrich V. Calcium channel blockers and dementia/V. Nimmrich, A. Eckert//Br J Pharmacol. – 2013. V. 169. № 6. – p. 1203–1210.
9. Anekonda T. S. L-type voltage-gated calcium channel blockade with isradipine as a therapeutic strategy for Alzheimer's disease/T. S. Anekonda, J. F. Quinn, C. Harris, K. Frahler, T. L. Wadsworth, R. L. Woltjer//Neurobiol Dis.– 2011. V. 41. № 1. – p. 62–70.
10. Brand-Schieber E. Calcium channel blockers ameliorate disease in a mouse model of multiple sclerosis./E. Brand-Schieber, P. Werner//Exp Neurol. – 2004. V. 189. № 1. – p. 5–9.
11. Devaux J. Ion channels and demyelination: basis of a treatment of experimental autoimmune encephalomyelitis (EAE) by potassium channel blockers/J. Devaux, C. Beeton, E. Béraud, M. Crest//Rev Neurol (Paris). – 2004. V. 160. № 5. Pt 2. s. 16–27.
12. Nishimoto K. Nimodipine accelerates reinnervation of denervated rat thyroarytenoid muscle following nerve-muscle pedicle implantation/K. Nishimoto, Y. Kumai, R. Minoda, E. Yumoto//Laryngoscope. – 2012. V. 122. № 3. – p. 606–613.
13. Hydman J. Nimodipine improves reinnervation and neuromuscular function after injury to the recurrent laryngeal nerve in the rat/J. Hydman, S. Remahl, G. Björck, M. Svensson, P. Mattsson//Ann Otol Rhinol Laryngol. – 2007. V. 116. № 8. – p. 623–630.
14. Mattsson P. Nimodipine promotes regeneration and functional recovery after intracranial facial nerve crush/P. Mattsson, A. M. Janson, H. Aldskogius, M. Svensson//J Comp Neurol. – 2001. V. 437. № 1. – p. 106–117.
15. Сотников О. С. Попытка ингибирования сокращения нервных отростков в среде, лишенной ионов кальция/О. С. Сотников, Н. Ю. Васягина, Г. И. Рыбакова, С. В. Чепур//Бюлл. экпер. биол. и мед. – 2010. Т. 149, № 2. – с. 232–235.
16. Sotnikov O. S. Axons: Cell Biology, Molecular Dynamics and Roles in Neural Repair and Rehabilitation. Chapter 1. «Traumatic retraction of living neural processes and its inhibition»/O. S. Sotnikov, N.Yu. Vasiagina, S. S. Sergeeva. – 2013. New York “NOVA Biomedical” – p.1–94.
17. Сергеева С. С. Электрофизиологическое исследование топографии аксодендритных синапсов нейрона Ретциуса пиявки//Физиол. журн. им. И. М. Сеченова. – 1995. Т. 84. № 10. – с. 117–120.
18. Сергеева С. С. Изменение характера импульсной активности нейронов Ретциуса при возрастании частоты его синаптической активации//Журнал ВНА. – 1994. Вып. 44. № 6. – с. 1144–1147.
19. Beck A. Calcium transients in subcompartments of the leech Retzius neuron as induced by single action potentials/A. Beck, C. Lohr, J. W. Deitmer//J Neurobiol.– 2001. V. 48. № 1. – p. 1–18.
20. Doyle KM. Effect of L-type calcium channel antagonists on spermine-induced CNS excitation in vivo/K. M. Doyle, B. P. Kirby, D. Murphy, G. G. Shaw//Neurosci Lett.– 2005. V. 380 № 3. – p. 247–251.
21. Caro A. Nimodipine inhibits AP firing in cultured hippocampal neurons predominantly due to block of voltage-dependent potassium channels/A. Caro, B. Tarabova, J. Rojo-Ruiz, L. Lacinova//Gen Physiol Biophys. – 2011. V. 30. – p. 44–53.
22. Aslan A. Nimodipine can improve cerebral metabolism and outcome in patients with severe head trauma/A. Aslan, M. Gurelik, M. Cemek, H. M. Goksel, M. E. Buyukokuroglu//Pharmacol Res. – 2009. V. 59. № 2. – p. 120–124.

*Taumuratova Gozzal Naurizbaevna, the National University of Uzbekistan,
senior scientific researcher, Tashkent, Uzbekistan*

E-mail: svetmamb@mail.ru

*Mambetullaeva Svetlana Mirzamuratovna, Dr.Sci.Biol., prof. Karakalpak State University,
Karakalpakstan, Uzbekistan*

Quantitative assessment of influence of anthropogenous pollutants of environment of Karakalpakstan on incidence of the population of SD of the I type

Abstract: Results of the analysis of interrelation of data of long-term environmental monitoring of a state of environment are given in article and indicators of incidence of the population by diabetes of the I type of the Republic of Karakalpakstan.

Keywords: Karakalpakstan, environmental monitoring, population, indicators, pollution, diabetes of the I type.

*Таумуратова Гоззал Наурызбаевна, Национальный университет Узбекистана,
старший научный сотрудник- соискатель, г. Ташкент, Узбекистан*

E-mail: svetmamb@mail.ru

*Мамбетуллаева Светлана Мирзамуратовна, доктор биологических наук, профессор,
Каракалпакский государственный университет, Каракалпакстан, Узбекистан*

Количественная оценка влияния антропогенных загрязнителей окружающей среды Каракалпакстана на заболеваемость населения СД I типа

Аннотация: В статье приведены результаты анализа взаимосвязи данных многолетнего экологического мониторинга состояния окружающей среды и показателей заболеваемости населения сахарным диабетом I типа в Республике Каракалпакстан.

Ключевые слова: Каракалпакстан, мониторинг, окружающая среда, население, индикаторы, загрязнение, сахарный диабет I типа.

Проблема сахарного диабета (СД) является актуальной медико-социальной проблемой, относящейся к приоритетам национальных систем здравоохранения практически всех стран мира [3; 5]. Рост заболеваемости СД наблюдается независимо от успехов, достигнутых в изучении разных аспектов развития заболевания, разработки новых способов диагностики, внедрения современных методов лечения.

По данным ВОЗ СД I типа страдает один из каждых 500 детей и один из 200 подростков с наибольшей выраженностью пика заболеваемости в возрасте 7–11 лет [11]. Согласно современной концепции, СД I типа развивается вследствие воздействия факторов внешней среды на генетически предрасположенный организм, причем вклад генетических факторов в развитие данного заболевания составляет 60–80% [5]. Вместе с тем специалистами установлено, что отличия связаны не только с различной степенью генетической предрасположенности в этнических группах, но и с фак-

торами окружающей среды, соотношение влияния которых составляет примерно от 30% до 70% [4; 12]. Исследованиями установлено, что распространенность СД I типа в разных странах неодинакова. Пока не ясен вопрос о том, что является причиной данного феномена. Наибольшая частота СД I типа обнаружена в Финляндии, несколько меньшая — в Швеции и Норвегии [14]. Минимальные значения распространенности СД I отмечены в Японии и Мексике. Кроме того, частота СД I типа среди представителей разных этносов, проживающих на одной территории, различается [1; 2; 6; 14].

Генетические исследования, проводимые специалистами среди различных этнических групп, представляют несомненный интерес, так как генетические факторы остаются стабильными [1; 2; 7]. Использование межпопуляционного подхода при изучении ассоциаций генов является одним из наиболее перспективных для установления генетических основ СД.

В настоящее время недостаточно научных иссле-

дований, посвященных влиянию на заболеваемость СД I типа у населения различных объектов биосферы, подверженных антропогенному загрязнению [2; 7], в том числе и в условиях экологической ситуации Республики Каракалпакстан, являющейся эпицентром Аральского экологического кризиса [6]. Практически отсутствуют работы, подтверждающие причинно-следственную связь между заболеваемостью СД I типа и факторами внешней среды [5; 12; 14]. Остается неизученным механизм воздействия антропогенных загрязнителей на инициацию процесса в поджелудочной железе, приводящего к деструкции β -клеток и сахарному диабету [5].

Основная цель исследования — проведение количественной оценки влияния антропогенных загрязнителей окружающей среды Республики Каракалпакстан на заболеваемость населения СД I типа с использованием математической модели [8].

Методология исследования основана на международных принципах организации и проведения медико-экологических исследований. Всего было проанализировано 1580 случаев СД I типа у взрослых и 358 случая детей и подростков за многолетний период (2002–2012 гг.).

Согласно проведенной территориальной дифференциации Республики Каракалпакстан [10], нами были выбраны: северные районы — районы высокого экологического риска — Муйнакский, Тахтакупырский и Кунградский, центральные районы — районы экологического риска — Нукусский, Кегейлийский, Ходжелийский, а также южные районы — районы с условно благоприятными экологическими условиями проживания — Амударьинский, Бериунийский, Эликкалинский и Турткульский.

Для анализа тренда показателей заболеваемости рассчитывались абсолютный прирост/убыль, темп роста/снижения, темп прироста. Для корректного сравнения заболеваемости учитывались стандартизованные коэффициенты заболеваемости методом прямой стандартизации, при которой заболеваемость рассматривалась для стандартной человеческой популяции взрослых и детей. В экологической характери-

стике учитывались: количество различных выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух территорий от стационарных источников; количество пестицидов, внесенных в почву; количество загрязняющих веществ в составе сточных вод, сбрасываемых в открытые водоемы, а также состояние качества питьевой воды, используемой населением Каракалпакстана.

На начальном этапе исследований в результате многолетнего экологического мониторинга состояния окружающей среды и показателей заболеваемости населения установлены особенности экологической ситуации в Республике Каракалпакстан, к которым относятся значительные загрязнения атмосферного воздуха, питьевых вод, сельскохозяйственных угодий, водных объектов хозяйственными и бытовыми сточными водами [6; 9; 13].

Для доказательства количественного влияния антропогенных загрязнителей на заболеваемость населения СД I типа были построены математические модели с вычислением коэффициента детерминации (R^2), отражающего доли влияния каждого загрязняющего фактора [8; 11]. На основании проведенных исследований установлено, что доля влияния неблагоприятных факторов внешней среды на эпидемиологические показатели СД I типа увеличивается по мере нарастания экологической нагрузки. На экологически благоприятных территориях Каракалпакстана заболеваемость СД I типа оказывается зависимой от экологических факторов в 4,25% случаев, на экологически условно благоприятных — в 10,15% случаев, на экологически неблагоприятных — в 13,75% случаев (табл.).

Полученные результаты свидетельствуют о возросшем вкладе пестицидных нагрузок не только на детский организм, но и на организм взрослого населения, проживающих на территориях с экологически неблагоприятным состоянием, что, вероятно, обуславливает экологически зависимое повреждение эндокринной функции поджелудочной железы с инициацией развития СД I типа в 7,24% случаев.

Таблица 1. Вклад влияния антропогенных загрязнений на заболеваемость населения СД I типа в зависимости от экологического состояния окружающей среды Республики Каракалпакстан (%)

	Общая заболеваемость населения	Болезни эндокринной системы	Заболеваемость СД I типа
1	2	3	4
Территории с условно благоприятными экологическими условиями			
Загрязнение атмосферного воздуха	8,52	2,24	0,76

1	2	3	4
Загрязнение почвы пестицидами	2,50	1,29	1,15
Качество питьевой воды и загрязненные сточные воды	-1,95	4,77	2,34
Множественный коэффициент детерминации R ²	12,97*	8,30	4,25
Территории с состоянием экологического риска			
Загрязнение атмосферного воздуха	10,28	5,22	1,14
Загрязнение почвы пестицидами	6,48	-6,31	-5,37
Качество питьевой воды и загрязненные сточные воды	-1,34	3,42	3,64
Множественный коэффициент детерминации R ²	18,10*	14,95	10,15
Территории с состоянием высокого экологического риска			
Загрязнение атмосферного воздуха	10,67	9,23	2,16
Загрязнение почвы пестицидами	12,35	8,34	-7,24
Качество питьевой воды и загрязненные сточные воды	-8,50	-6,58	4,35
Множественный коэффициент детерминации R ²	31,52*	24,15	13,75

Примечание: для стандартизованных коэффициентов дискриминантной функции учитываются только абсолютные значения показателя.

Доля чрезмерно загрязняющих веществ в составе сточных вод, сбрасываемых в открытые водоемы, а также качество питьевой воды не соответствующие нормативам ГОСТа (ГОСТ 950–2011 — Вода питьевая), увеличивают свое влияние на возникновение СД I типа на обследуемых территориях республики и инициируют его развитие (от 2,34% до 4,35%). Таким образом, выявлено, что из большого количества внешних загрязнителей окружающей среды патогенетически значимыми в формировании СД I типа у населения в экологических условиях Республики Каракалпакстан являются ксенобиотики в атмосферном воздухе, пестициды, азотные удобре-

ния, хлор- и фосфорорганические вещества, попадающие в организм человека через дыхательные пути, воду и продукты питания [9]. Доля влияния неблагоприятных факторов внешней среды на эпидемиологические показатели СД I типа увеличивается по мере нарастания экологической нагрузки. Из рассмотренных территорий Каракалпакстана экологически условно благоприятное состояние внешней среды со средними и низкими уровнями загрязнения имеет место в центральных и южных районах, а экологически неблагоприятное состояние среды обитания с высокими уровнями загрязнения — в северных районах Республики Каракалпакстан.

Список литературы:

1. Балаболкин М.И., Дедов И.И. Генетические аспекты сахарного диабета///Сахарный диабет. 2000. – № 1 – С. 2–9.
2. Веремчук Л. В. Экологическая обусловленность заболеваний сердечно-сосудистой системы и щитовидной железы в Приморском крае//Здоровье. Медицинская экология. Наука. 2009. № 4–5. Т. 39–40. – С. 31 –33.
3. Гарипова М. И. Изучение механизмов транспорта инсулина в крови человека.//Вестник Оренбургского государственного университета. – 2007. – № 75. – С. 72–74.

4. Гичев Ю. П. Загрязнение окружающей среды и экологическая обусловленность патологии человека. Новосибирск: Наука. – 2003. – 136 с.
5. Дедов И. И., Шестакова М. В. Сахарный диабет. – М.: Универсум паблишинг. – 2003. – 456 с.
6. Ещанов Т. Б., Бисалиев Н. Б. Здоровье населения Республики Каракалпакстан при сложившейся экологической ситуации // Экологические основы изучения проблем Приаралья: Материалы науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Нукус: 1999. – Т. 2. – С. 34–35.
7. Звиняковский Я. И. Влияние комплекса факторов окружающей среды на заболеваемость населения // Гигиена и санитария. 1979. – № 4. – С. 7–11.
8. Иберла К. Факторный анализ. – М.: Статистика, 1980. – 398 с.
9. Курбанов А. Б., Ещанов Т. Б., Константинова Л. Г., Косназаров К. А. Пестициды, применяемые в Республике Каракалпакстан. – Нукус. – Каракалпакстан, 2003. – 136 с.
10. Константинова Л. Г., Реймов Р. Р. Пространственная дифференциация территории Южного Приаралья как зона экологического бедствия // Вестник ККО АН РУз. 1992. – С. 3–8.
11. Черняк, И. Ю. Шашель В. А., Лопатина Л. М. Использование индексного метода для оценки экологических условий проживания детей // Сб. матер. III Межд. постоянно действующий конгресс «Экология и дети». – Анапа, 2006. С. 129–130.
12. Hayes C. Environmental risk factors // Cleft lip and palate. From Origin to Treatment. Oxford: Oxford University Press, 2002. – P. 159–169.
13. Kудайбергенова У. К., Мамбетуллаева С. М. Role of ecological factors in incidence formation population of Karakalpakstan // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. – 2014. – № 1. – P. 3–7.
14. Williams G. Handbook of diabetes t G. Williams. J.C Pickup. UK.: Blaekwell Science. – 2003–242p.

*Ulitko Maria Valeryevna,
Ural Federal University named after the first
President of Russia B. N. Yeltsin, docent, Institute of Natural Sciences
E-mail: Maria.ulitko@mail.ru*

*Gimal'tinova Alina Rafisovna,
Ural Federal University named after the first
President of Russia B. N. Yeltsin, student, Institute of Natural Sciences*

*Medvedeva Svetlana Ur'evna,
Institute of Immunology and Physiology, Ural Branch of Russian
Academy of Sciences, Senior Researcher, Laboratory of morphology and biochemistry*

*Malakhov Vladimir Vasil'evich,
Scientific Research Institute of Social synergetics
and traditional medicine, Gmb, Professor
E-mail: mafomv@gmail.com*

Researching of the effects of low-frequency pulsed electric and magnetic signals from physiotherapeutic stand-alone device «Tiline-EM» on the vital activity of cells in culture

Abstract: The paper presents the results of experimental studies of the effects of low-frequency pulsed electric current and magnetic field of physiotherapeutic stand-alone device «Tiline-EM» on the cell culture. Biological effect of simultaneous and separate electric and magnetic impulses on the viability and proliferation of cells in vitro is evaluates. Considerable attention is paid morphofunctional and ultrastructural changes in cells after exposure.

Keywords: pulsed electric current, magnetic field, cell culture, fibroblasts, viability, proliferation

Улитко Мария Валерьевна,
Уральский федеральный университет им. Первого Президента России
Б. Н. Ельцина, доцент, Институт Естественных Наук
E-mail: Maria.ulitko@mail.ru

Гимальтинова Алина Рафисовна,
Уральский федеральный университет им. Первого Президента России
Б. Н. Ельцина, студентка, Институт Естественных Наук

Медведева Светлана Юрьевна,
Институт иммунологии и физиологии УрО РАН,
ведущий научный сотрудник, лаборатория морфологии и биохимии

Малахов Владимир Васильевич,
НИИ социальной синергетики и традиционной медицины,
ООО, директор, профессор
E-mail: mafomv@gmail.com

Исследование воздействия низкочастотных импульсных электрического и магнитного сигналов от автономного физиотерапевтического аппарата «Тилайн — ЭМ» на жизнедеятельность клеток в культуре

Аннотация: В статье приводятся результаты экспериментальных исследований воздействия низкочастотных импульсов электрического тока и магнитного поля автономного физиотерапевтического аппарата «Тилайн — ЭМ» на клеточные культуры. Оценивается биологическое влияние одновременного и отдельных электрического и магнитного сигналов на жизнеспособность и пролиферацию клеток *in vitro*. Значительное внимание уделяется морфофункциональным и ультраструктурным изменениям клеток после воздействия.

Ключевые слова: импульсный электрический ток, магнитное поле, клеточные культуры, фибробласты, жизнеспособность, пролиферация.

Многочисленные экспериментальные исследования показали, что электрические и магнитные излучения оказывают всестороннее влияние на живые организмы [1]. Механизм этого влияния весьма разнообразен и зависит от многих факторов, в том числе от параметров электромагнитных полей, функционального состояния организма, уровня организации биологической системы [1; 2]. Действие электрических и магнитных сигналов различается по интенсивности и направленности биологических эффектов.

С одной стороны, электрические и магнитные излучения оказывают регулирующее действие на функциональное состояние нейроэндокринной, сердечно-сосудистой и иммунной систем, положительно влияют на различные виды обмена веществ, повышают реактивность организма, способствуют развитию компенсаторных возможностей [3, 39–42, 89–95]. С другой — вызывают дополнительную ионизацию плазмы, изменяют проводимость и структуру клеток, что постепенно приводит к функциональным нарушениям [4, 29–30].

Изучение особенностей адаптационных реакций

на разных уровнях организации биологических систем организма при воздействии низкочастотного импульсного электрического тока и магнитного поля является важной и актуальной задачей как с точки зрения понимания механизмов биологического действия, так и с точки зрения оценки этого фактора для здоровья человека.

Целью данной работы явилось исследование специфического и комплексного влияния низкочастотных импульсов электрического тока и магнитного поля на жизнеспособность, пролиферацию и морфофункциональные особенности клеточной культуры *in vitro*.

Исследование проводили на клеточной культуре фибробластов крысы линии К-22, полученных из Российской коллекции клеточных культур Института цитологии РАН, Санкт-Петербург. Клетки в концентрации $1,5\text{--}2,0 \times 10^5$ в 1 мл питательной среды Игла (Биолот, Россия) с добавлением 10% сыворотки крови плодов коровы (Биолот, Россия) и гентамицина в дозе 50 мкг/мл инкубировали в пластиковых планшетах при температуре 37 °С в атмосфере с 5% CO₂ 24 часа

до образования 70–80% монослоя. Суточная культура клеток подвергалась дистанционному воздействию импульсного магнитного поля крайне низкой частоты и низкочастотного электрического импульсного тока (с зависимостью формы импульсов от значений импеданса в подэлектродном участке), с использованием физиотерапевтического автономного аппарата «Тилайн — ЭМ» производства ООО «Производственные системы», г. Екатеринбург, Россия.

Индукция магнитного поля в эксперименте составила не менее 10 мТл, частота следования импульсов — 10 ± 3 Гц, амплитудные импульсные значения электрического тока составляли от — 30 В первой фазы, до +125 В второй фазы импульса при частоте импульсов 60 ± 10 Гц. Исследовали три режима воздействия на клеточные культуры: 1 — магнитный сигнал; 2 — электрический сигнал; 3 — сочетание магнитного и электрического сигнала. Время воздействия составило 10 минут для каждого режима. Биологические эффекты влияния электрического и магнитного сигналов оценивали в 10-ти повторностях, на 2-е, 4-е и 6-е сутки. В качестве контроля использовалась культура клеток, не подвергавшаяся воздействию.

Индекс пролиферации рассчитывали как отношение числа выросших клеток к числу посеянных. Процент жизнеспособных клеток оценивали согласно международному стандарту ISO 10993–5 при подсчете живых и мертвых клеток после их дезагрегации и окрашивания 0,4%-м раствором трипанового синего.

Для морфологического исследования клетки ин-

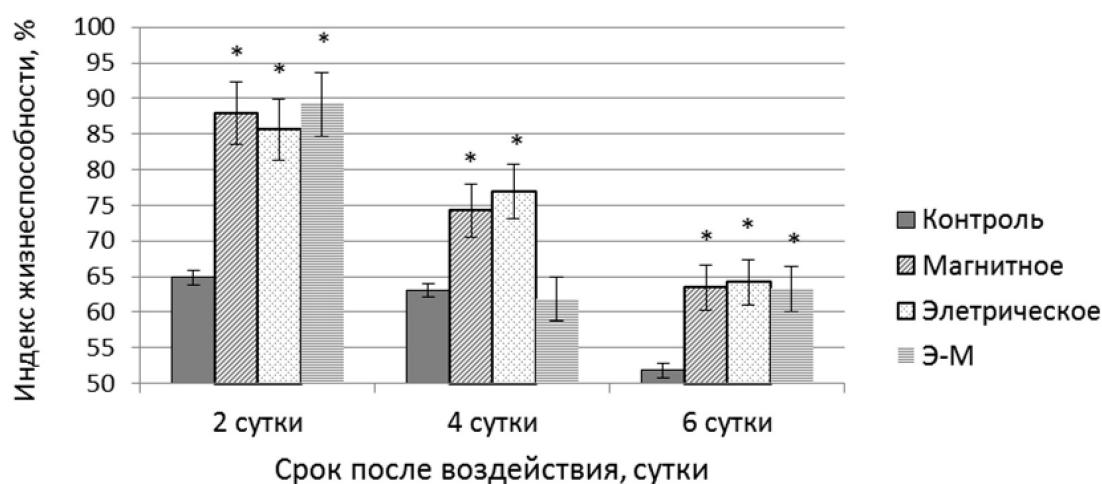
кубировали на предметных стеклах, фиксировали и окрашивали по Романовскому. Морфофункциональное состояние культур фибробластов оценивали с помощью светового микроскопа «Leica DM 5000 B» при увеличении в 400 раз.

Электронно-микроскопическое исследование ультраструктуры фибробластов проводили при помощи электронного микроскопа «Morgagni 268» (Нидерланды) в лаборатории электронной микроскопии муниципального автономного учреждения «Клинико-диагностический центр» г. Екатеринбург. Подготовка клеток заключалась в дезагрегации культуры фибробластов, центрифугировании клеток со скоростью 3000 об/мин в течение 30 мин, и фиксации в 4% глутаральдегиде.

Статистическую обработку результатов проводили, используя компьютерные программы «Microsoft Excel» и «Statistica». Вычислялось среднее и стандартное отклонение. Для оценки значимости различий между группами использовали критерий Манна — Уитни. При вероятности ошибки (p) < 0,05 различия между средними значениями считались достоверными.

Влияние электрического и магнитного сигналов на культуру фибробластов проявляется увеличением жизнеспособности клеток на 2-е, 4-е и 6-е сутки после воздействия.

Под влиянием комплексного действия магнитного и электрического сигналов, подобный эффект проявляется на 2-е и 6-е сутки эксперимента (рисунок 1).



* - различие с контролем достоверно ($p < 0,05$)

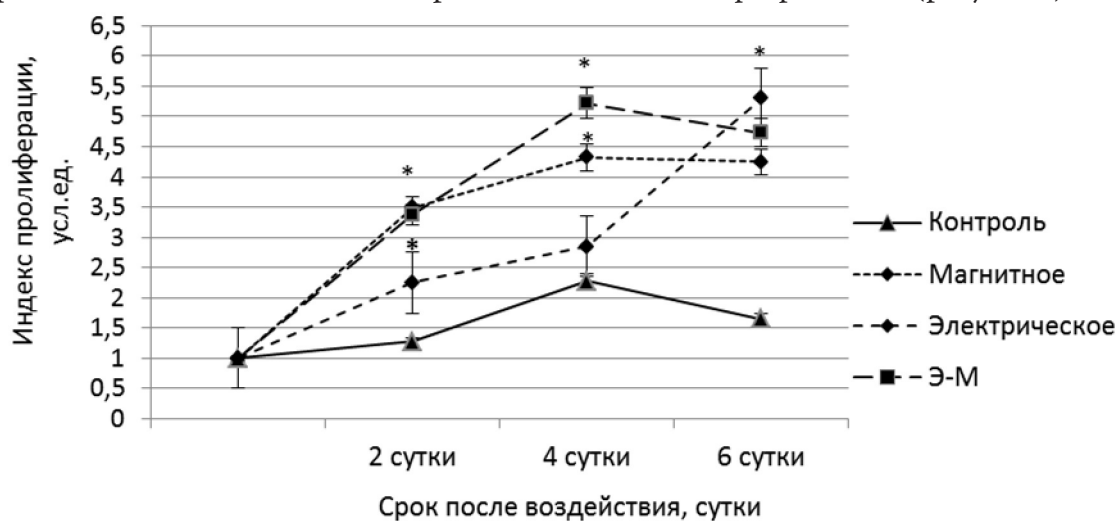
Рисунок 1. Динамика жизнеспособности культуры фибробластов линии K-22 после воздействия низкочастотных импульсов электрического тока и магнитного поля

Комплексное и магнитное воздействия увеличивают пролиферативную активность фибробластов

на всех сроках инкубации, а электростимуляция — на 2-е и 6-е сутки сроки эксперимента (рисунок 2).

Биологическое действие низкочастотных импульсов электрического тока и магнитного поля также проявляется изменением морфофункционального состояния клеток в культуре. В цитограмме клеток контрольной группы определяются клетки разной степени дифференцировки, умеренный процент клеток с дистрофическими изменениями в виде кариопик-

ноза, кариорексиса и лизиса цитоплазмы. При воздействии импульсами электрического тока и магнитного поля наблюдается более высокая, по сравнению с контролем, клеточность цитограммы, проявляются признаки высокодифференцированных клеток, при сочетанном воздействии усиливается синтетическая активность фибробластов (рисунок 3).



* - различие с контролем достоверно ($p < 0,05$)

Рисунок 2. Динамика пролиферативной активности культуры фибробластов после воздействия низкочастотных импульсов электрического тока и магнитного поля

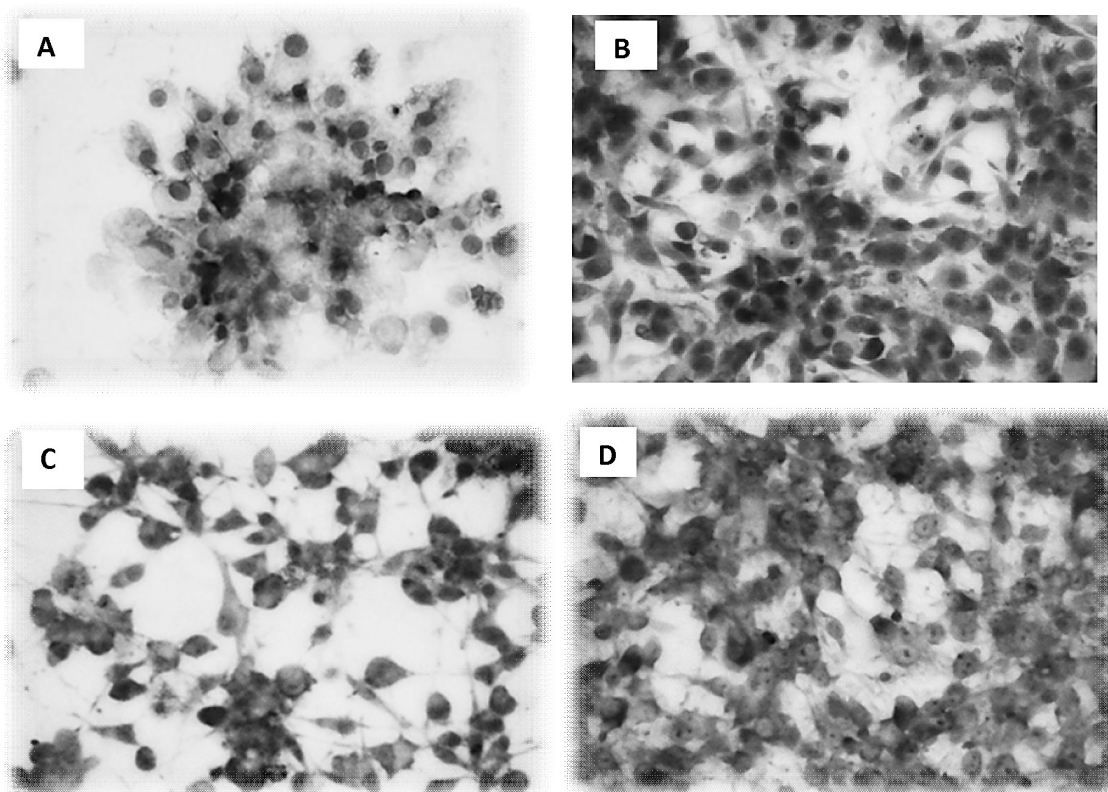


Рисунок 3. Фибробласты контрольной группы (А), после воздействия электрического тока с признаками дифференцировки клеток (В), после магнитного воздействия с признаками высокодифференцированных клеток (С), после комплексного воздействия с признаками повышенной синтетической активности (D). Время после воздействия: 4-е сутки, увеличение 400

Электронно-микроскопическое исследование показало, что под влиянием низкочастотных импульсов электрического тока и магнитного поля происходит изменение ультраструктуры клеток. В клетках контрольной группы на 4-е сутки инкубации наблюдаются очаги деструкции цитоплазмы, набухание митохондрий, просветление митохондриального матрикса, деструкция крист и мембран, расширение просветов канальцев ЭПС. В фибробластах, подвергнувшихся воздействию электрических импульсов ультраструктура митохондрий близка к типичной, наблюдается осмиофилия митохондриального матрикса (рисунок 4), что может свидетельствовать о повышении активности клетки. После магнитного воздействия

в клетках определяется типичная ультраструктура эндоплазматической сети, с равномерными просветами канальцев (рисунок 5). Таким образом, при магнитном воздействии улучшается ультраструктура канальцев эндоплазматической сети, при воздействии электрического тока — ультраструктура митохондрий. Комплексное воздействие магнитного поля и низкочастотных импульсов электрического тока сопровождается деструктивными ультраструктурными изменениями клеток и приводит к снижению жизнеспособности фибробластов на 4-е сутки после воздействия, как и в контрольной группе, однако к более позднему сроку пролиферативная активность и жизнеспособность клеток возрастает.

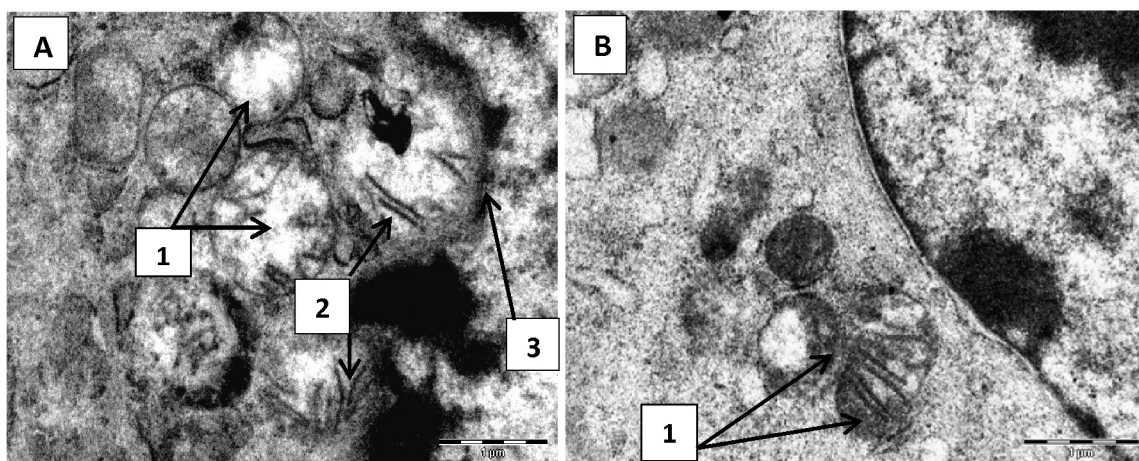


Рисунок 4. Митохондрии в цитоплазме фибробласта. Набухание митохондрий, просветление митохондриального матрикса (1), деструкция крист (2) и мембран (3) в контроле (А), осмиофилия митохондриального матрикса (1), типичная ультраструктура митохондрий после воздействия электрического тока (В). Увеличение 18000 (В)

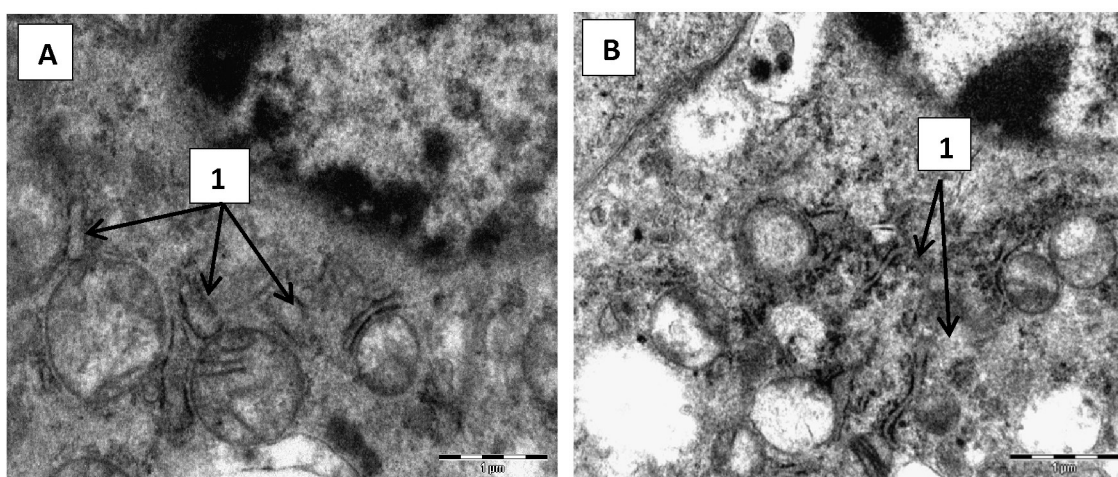


Рисунок 5. Расширенные просветы канальцев эндоплазматической сети (1) в контроле (А), типичная ультраструктура эндоплазматической сети, равномерные просветы канальцев (1) после магнитного воздействия (В). Увеличение 18000

Таким образом, низкочастотные импульсы электрического тока значительно увеличивают жизнеспособность, пролиферативную и синтетическую

активность, и дифференцировку фибробластов, улучшают ультраструктуру митохондрий. Эффект электрического воздействия скорее всего определяется

электроактивацией мембранных белков и повышением проницаемости клеточных мембран. Электрические импульсы также вызывают перераспределение интегральных протеинов мембраны, реорганизацию микрофиламентных структур и изменения внутриклеточной концентрации кальция, что может повлечь за собой деление клеток, изменение движения ионов и скорости химических реакций [5, 43–49].

Под влиянием магнитного поля увеличивается пролиферативная активность, жизнеспособность и дифференцировка фибробластов в культуре, улучшается ультраструктура канальцев эндоплазматической сети. Повышение пролиферативной активности фибробластов и усиление их дифференцировки может быть связано с увеличением при действии магнитного поля электронного потенциала молекул, и как следствие, повышением уровня метаболических процессов, окислительно-восстановительных реакций и свободнорадикального окисления [6, 54]. Такие изменения можно объяснить тем, что митохондрии и дыхательные цепи содержат в себе полный набор ферментов, участвующих в окислении, а также АТФ и железосодержащие белки — цитохромы [1, 45–49, 132; 7, 53–67].

При комплексном воздействии магнитного поля и низкочастотных импульсов электрического тока

возрастает пролиферативная и синтетическая активность клеточной культуры фибробластов, увеличивается их жизнеспособность в поздние сроки. Комплексное воздействие сопровождается деструктивными ультраструктурными изменениями, которые, вероятно, служат стимулом к усилению пролиферации и метаболизма клеток.

В результате проведенной работы установлено, что воздействие низкочастотных импульсного электрического тока и магнитного поля терапевтического аппарата «Тилайн — ЭМ» в целом оказывает положительное биологическое действие на жизнедеятельность фибробластов в культуре, повышая их жизнеспособность, пролиферативный и дифференцировочный потенциал. Однако остается много вопросов, касающихся эффектов совместного действия электрического и магнитного импульсов на клетки. Кроме того, культивируемые *in vitro* клеточные линии по многим признакам отличаются от типичных клеток целостного организма, объединенных в целостные системы тканей и органов, подчиненных и связанных межклеточными, гуморальными и нервными формами регуляции, что приводит к выводу о необходимости дальнейших исследований влияния исследуемых факторов на нормальные клетки.

Список литературы:

1. Бинги В. Н. Принципы электромагнитной биофизики. – М.: ФИЗМАЛИТ, 2011.
2. Гафиятуллина Г. Ш., Омельченко В. П., Евтушенко Б. Е., Черникова И. В. Физиотерапия. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010.
3. Казначеев В. П., Михайлова Л. П. Биоинформационная функция естественных электромагнитных полей. – Новосибирск: Наука, 1985.
4. Михайлова Л. П., В. В. Малахов, В. В. Чернышев, А. А. Гуров, Рубцова О. И., Сафронов А. А. Влияние ДЭНС на развитие клеточной культуры RH//Рефлексотерапия. – 2005. – № 1 (12).
5. Neumann F. Digression on chemical electromagnetic field effects in membrane signal transduction – cooperativity paradigm of the acetylcholine receptor//Biochemistry. – 2000. – Sep., 52 (1).
6. Григорян Г. Е. Магниторецепция и механизмы действия магнитных полей на биосистемы. – Ереван: Гитутюн, 1995.
7. Lenaz G. Role of mitochondria in oxidative stress and ageing//Biochimica et Biophysica Acta. – 1998. – V. 1366.

Section 2. Biotechnology

Секция 2. Биотехнология

*Fufaewa Tatjana Walentinowna
Natalja Anatolewna Kasakowa
Uljanowsker Staatliche Pädagogische Ilja Uljanow- Universität,
E-mail: tanya-fufaeva@yandex.ru*

Die Einschätzung des Einflusses verschiedener Dosen von Formaldehyd und Phenol auf Mikroorganismen von ausgelaugter Schwarzerde.

Zusammenfassung: Der Einfluss verschiedener Dosen von Phenol und Formaldehyd auf die quantitative und qualitative Zusammensetzung der Mikroorganismen von ausgelaugter Schwarzerde wurde untersucht. Die 5 Heterotrophebakterienstämme werden hervorgehoben und beschrieben, die Phenol als Quelle von Kohlenstoff benutzen können.

Stichwörter: ausgelaugte Schwarzerde, Phenol, Formaldehyd, Mikroorganismen, Bakterienstämme.

*Татьяна Валентиновна Фуфаева
Наталья Анатольевна Казакова
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
Ульяновский государственный педагогический университет им. И. Н. Ульянова
E-mail: tanya-fufaeva@yandex.ru*

Оценка влияния различных доз формальдегида и фенола на микроорганизмы чернозема выщелоченного

Аннотация: Изучено влияние различных доз фенола и формальдегида на количественный и качественный состав микроорганизмов чернозема выщелоченного. Выделены и охарактеризованы 5 штаммов бактерий гетеротрофов, которые способны использовать фенол в качестве источника углерода.

Ключевые слова: чернозем выщелоченный, фенол, формальдегид, микроорганизмы, штаммы бактерий.

Почва — одно из важнейших богатств, которыми располагает человек. Поэтому так важно для человека изучение почвы — источника нашего пищевого благосостояния. Вместе с тем проявляется тенденция к уменьшению площадей плодородных земель вследствие ветровой и водной эрозии, а также загрязнения почв человеком химическими веществами и отходами химических производств.

Почвенный покров выполняет функции биологического поглотителя, разрушителя и нейтрализатора загрязнений различного рода. Если это звено биосферы будет разрушено, то сложившееся функционирование биосферы необратимо нарушится. Именно поэтому чрезвычайно важно изучение глобального

биохимического значения почвенного покрова, его современного состояния и изменения под влиянием антропогенной деятельности, так как важнейшим значением почв является аккумуляция органического вещества, различных химических элементов и энергии. Охрана почв от загрязнений является важной задачей человека, так как любые вредные соединения, находящиеся в почве, рано или поздно попадают в организм человека [4].

Проблема оценки состояния почв, связанная с загрязнением ее отходами производства и потребления, выбросами от стационарных и передвижных источников, применения агрохимикатов, является весьма актуальной.

Материалы и методы. В данной работе были использованы физико-химические и микробиологические методы исследований. Отбор почвы проводили в соответствии с ГОСТ 28168–89 [1]. Был проведен отбор, подготовка и анализ почвы (чернозем выщелоченный), пробы почв, взятых с пробных площадок паспортизированного поля. В качестве загрязнителей были выбраны фенол и формальдегид.

С каждых 40 га паспортизированного поля методом маршрутных ходов были отобраны на глубину пахотного слоя (до 35 см) смешанные пробы (каждая из 40 индивидуальных проб). Смешанные пробы помещали в чистые маркированные полипропиленовые мешки по 25–30 кг.

Определение динамики численности микроорганизмов живущих в почве (чернозема выщелоченного) необходимо для выявления адаптивной способности аборигенных микроорганизмов к фенолу и формальдегиду, определения физиологических групп устойчивых к высоким концентрациям токсиканта. Проведя анализ динамики численности, можно определить длительность токсического эффекта действия на микробиоту и величину максимальной депрессии микроорганизмов.

Численность микроорганизмов в черноземе выщелоченном, содержащей различные концентрации загрязнителя, определяли методом последовательных разведений почвенной суспензии на 5 и 30 сутки [3]. Для этого брали по 1 г контрольных и опытных образцов почв и вносили в колбы со 100 мл физиологического раствора. Полученную взвесь тщательно взбалтывали в течение 15–20 минут. После осаждения крупных частиц почвы из колб отбирали по 1 мл взвеси для разведений, которые готовили в четырех стерильных пробирках с 9 мл физиологического раствора.

Плесневые грибы выявляли поверхностным методом, высевая 0,1 мл почвенной суспензии из разведения 10^{-2} на агаризованную среду Чапека-Докса. Актиномицеты

выделяли поверхностным методом, также как и грибы, высевая 0,1 мл из разведения 10^{-3} на среду Красильникова № 1. Гетеротрофные бактерии выявляли глубинным методом посева 1 мл суспензии из разведения 10^{-5} на ГРМ-агар. Культивирование посевов осуществляли в термостате при 25°C в течение 2 суток при выделении гетеротрофных, 5–7 суток при выделении актиномицетов и плесневых грибов. После инкубации посевов проводили количественный учет выросших колоний и определяли колониеобразующие единицы в 1 г почвы. Динамику численности микроорганизмов в почве с ксенобиотиком отражали в процентах по отношению к контролю.

При посеве в чашки Петри с селективной твердой агаризованной средой М9 + формальдегид отбирали изолированные колонии после 4 пассажа, а при посеве в чашки Петри с селективной твердой агаризованной средой М9 + фенол отбирали изоляты после 6 пассажей в новую питательную среду из культуральной жидкости с накопительной культурой. Определение систематического положения отобранных штаммов проводится в соответствии с определителем бактерий Берги [6] по настоящее время.

Статистическую обработку данных проводили с помощью встроенного статистического пакета Excel (MS Office 2007). Повторность всех экспериментов трехкратная.

Результаты исследований и их обсуждение.

Анализ почвенных образцов, в которые вносили 1,36, 13,6 и 136 мг/кг фенола, что соответствовало 10, 100 и 1000 доз ПДК, показал различные изменения микробиоценоза почв.

Исследования проб загрязненных почв были направлены на изучение численности гетеротрофных бактерий, актиномицетов и плесневых грибов, так как именно эти группы участвуют в почвообразовательных процессах и обеспечивают самоочищающую способность почвы [2].

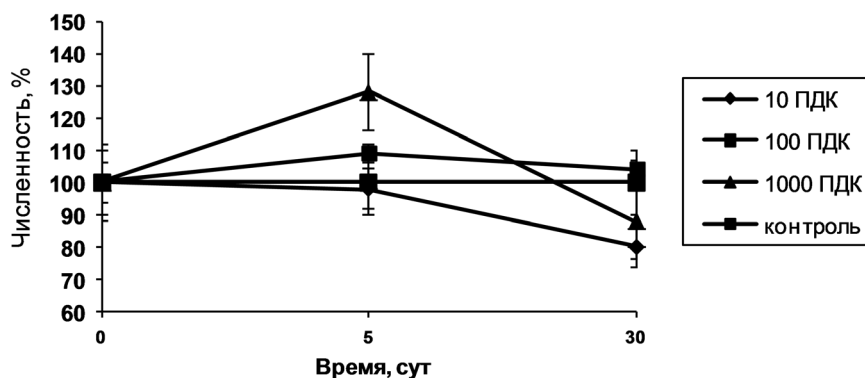


Рис. 1. Влияние различных доз формальдегида на численность плесневых грибов в почве.

При взаимодействии формальдегида с плесневыми грибами отмечено стимулирующее влияние максимальных концентраций. Данные по влиянию различных доз формальдегида на численность плесневых грибов в почве приведены на рисунке 1. Внесение 100 и 1000 доз ПДК увеличивало количество грибов на 10–30%, а в почве, содержащей 10 дозу ПДК, в первые дни численность грибов уменьшилась. На 30 сутки отмечено снижение содержания грибов во всех пробах почвы с формальдегидом, причем выделялись в основном грибы родов *Mucor* и *Penicillium*. Видимо, образующиеся продукты разложения препа-

рата обладали токсическим действием на грибы.

При взаимодействии фенола с плесневыми грибами было отмечено, что все дозы фенола в первые дни опыта обладали стимулирующим действием на плесневые грибы, увеличивая их количество в 1,5–2,5 раза, по сравнению с контролем. Причем стимулирующий эффект усиливался с увеличением концентрации ксенобиотика. Однако на 30 день выявлено снижение количественных показателей микромицетов до уровня контроля. Данные по влиянию различных доз фенола на численность плесневых грибов в почве приведены на рисунке 1.1

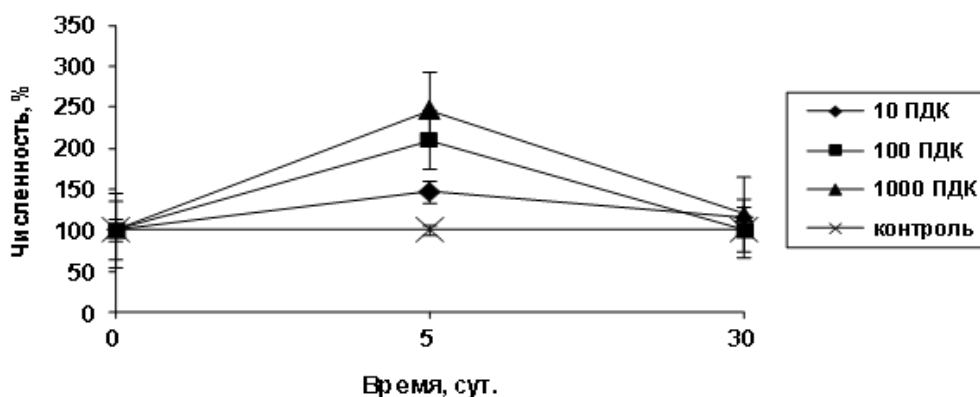


Рис. 1.1. Влияние различных доз фенола на численность плесневых грибов в почве.

Анализ динамики численности актиномицетов при внесении различных доз формальдегида показал ингибирующее действие на их размножение. Данные по влиянию различных доз формальдегида на численность актиномицетов в почве приведены на рисунке 2. В течение 30 суток отмечено

непрерывное снижение количества актиномицетов в пробах с формальдегидом. К 30 дню численность актиномицетов во всех пробах почвы уменьшилось до 90–97%. Таким образом, действие формальдегида выражается в негативном действии на их размножение.

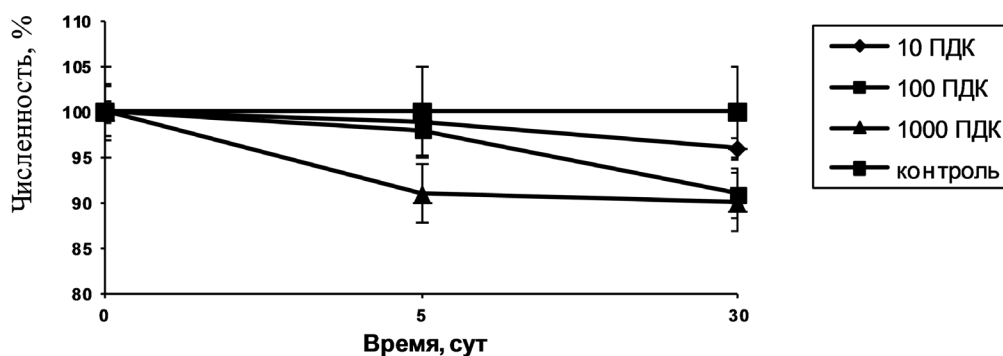


Рис. 2. Влияние различных доз формальдегида на численность актиномицетов в почве.

На актиномицеты фенол практически не оказывал никакого влияния. Лишь при внесении малой дозы, численность актиномицетов оставалась на исходном уровне. При внесении же повышенных доз наблюдалось торможение ростовых процессов, но на 30 день их численность восстанавливалась до контрольных показателей. Данные по влиянию различных доз фенола на численность актиномицетов приведены на рисунке 2.1.

На рисунке 3 показано влияние формальдегида на численность гетеротрофных бактерий. Установлено, что в течение 30 суток происходило увеличение содержания гетеротрофных бактерий в почве, содержащей формальдегид. Причем, внесение в почву концентрации 10 ПДК не сразу отразилось на размножении бактерий. В почве с максимальными дозами (100 и 1000 мг/кг) уже на пятые сут-

ки количество бактерий на 10 и 45% превышало контрольные значения. К 30 дню численность гетеротрофов во всех пробах почвы увеличилась до 147–154%. Так действие формальдегида выра-

жалось в непрерывном стимулировании процесса размножения бактерий, увеличение числа которых на 30 сутки превысило содержание их в контроле в 1,5 раза.

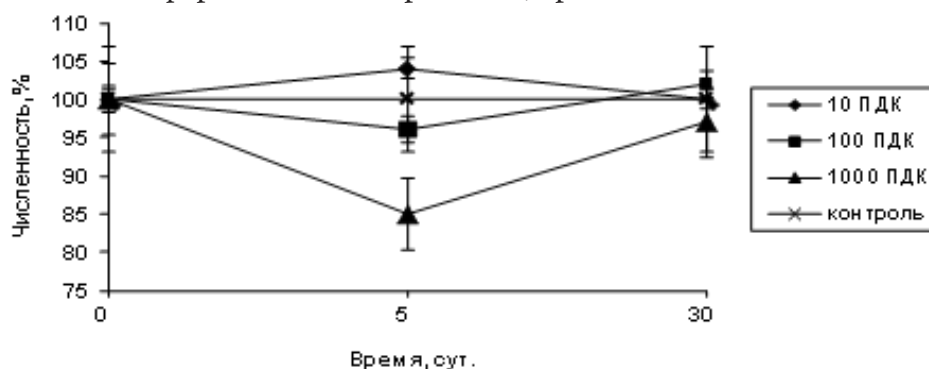


Рис. 2.1. Влияние различных доз фенола на численность актиномицетов.

Как видно из рисунка 3.1 гетеротрофные бактерии оказались весьма чувствительными к загрязнителю. Наблюдалось подавление их роста, снизившее их количественные показатели до 70%. К 30 суткам в пробах, содержащих рабочую концентрацию препарата и в 10 раз превышающую её, наблюдалось слабое

возобновление роста бактерий. Однако численность их все же не достигала контрольного уровня. В пробе почвы, содержащей дозу в 1000 раз превышающую ПДК, ингибирующее влияние фенола на бактерии сохранялось, что говорит о сильном бактерицидном свойстве фенола.

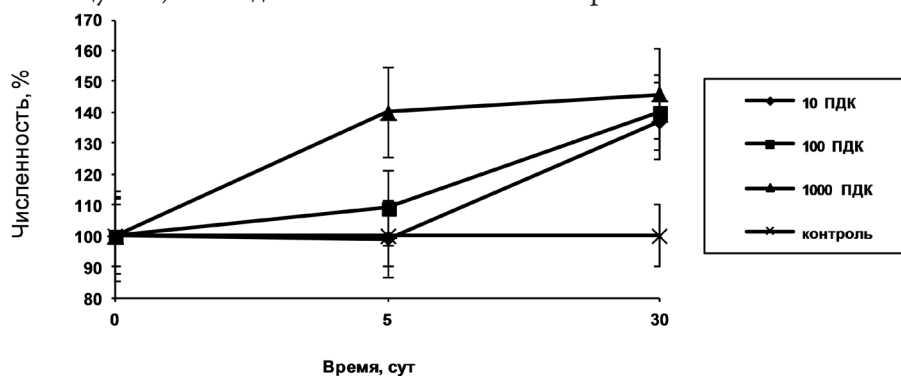


Рис. 3. Влияние различных доз формальдегида на численность гетеротрофных бактерий в почве.

После 4 пассажа в новую питательную среду из культуральной жидкости с накопительной культурой производили высев на чашки Петри с селективной твердой агаризованной средой М9 + формальдегид и отбирали изолированные колонии. Таким образом

удалось получить 2 изолята, устойчивых к формальдегиду в концентрации 50 мг/л, которые были исследованы на способность к деструкции в условиях непрерывного культивирования в аэробных условиях на минеральной среде М9.

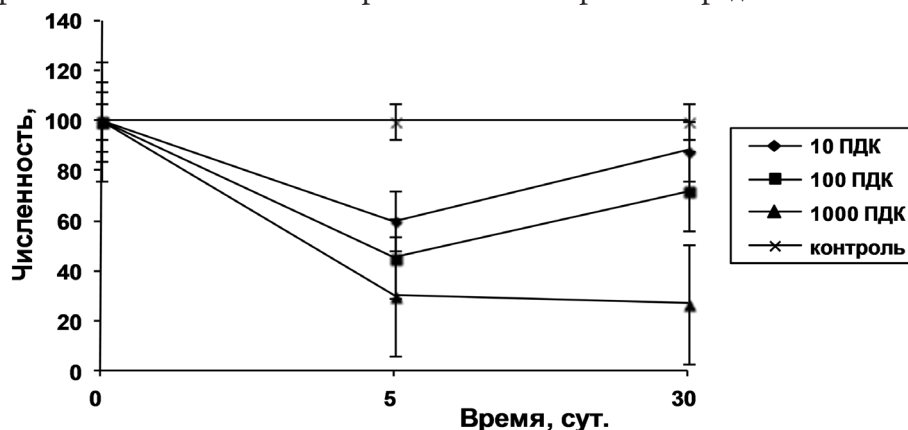


Рис. 3.1. Влияние различных доз фенола на численность гетеротрофных бактерий в почве

Выделенные 2 штамма бактерий были обозначены под шифрами Фд1 и Фд2. При микроскопическом изучении видов бактерий установлено, что это тонкие грамотрицательные палочки; на агаре Хоттингера рН 7,6 через 24 часа инкубации при температуре плюс 28°C вырастают матовые, бугристые, с фестончатым краем колонии, дающие цветочный запах. Вызывает равномерное помутнение бульона и образует белую пленку на поверхности. Штаммы подвижны. Физиолого-биохимические признаки: аэроб растет при температуре 5–42°C, оптимум роста 28–37°C. Оптимальный рН сред колеблется в пределах 7,0–7,6.

Определение систематического положения отобранных штаммов проводится в соответствии с определителем бактерий Берги [6] по настоящее время.

Деструкцию наблюдали в условиях непрерывного культивирования штаммов в колбах Эрленмейера со 100 мл жидкой среды М9, в которую вносили формальдегид в качестве единственного источника углерода и энергии в концентрациях 50 мг/л. Инкубацию культуры проводили при плюс 28 °С в течение 4 суток в условиях аэрации в шейкер-инкубаторе при частоте вращения платформы 50–70 оборотов/минуту.

Результаты исследования показывают, что после 48 часов инкубирования штаммы Фд 1 и Фд 2 разрушают 10 мг/л и 15 мг/л формальдегида.

После шести пассажей в новую питательную среду из культуральной жидкости с накопительной культурой производили высев на чашки Петри с активной твердой агаризованной средой М9 + фенол и отбирали изолированные колонии (изоляты). Таким образом удалось получить 5 изолятов, устойчивых к фенолу, которые были исследованы на способность к деструкции в условиях непрерывного культивирования в аэробных условиях на минеральной среде М9. Выделенные штаммы бактерий были обозначены под шифрами Фл 1, Фл 2, Фл 3, Фл 4 и Фл 5. При микроскопическом изучении видов бактерий установлено, что это мелкие грамположительные и грамотрицательные палочки гетеротрофных бактерий, образующие на агаре мелкие, блестящие, гладкие, с однородной структурой, выпуклые колонии с ровным краем. Определение систематического положения отобранных штаммов проводится в соответствии с определителем бактерий Берги [6] по настоящее время.

В связи с тем, что фенол достаточно сложно поддается трансформации и не способен подвергаться полной минерализации только одним штаммом в результате отсутствия одного или нескольких генов деструкции, то при изучении деструкции мы использо-

вали всю популяцию устойчивых штаммов. Известно, что в ассоциации или в консорциуме почвенных микроорганизмов генный пул, отвечающий за деструкцию, на несколько порядков выше и разнообразнее, чем у отдельных видов.

Выделенные штаммы изучали на способность разлагать фенол, используя его как единственный источник углерода. Деструкцию наблюдали в условиях непрерывного культивирования штаммов в колбах Эрленмейера со 100 мл жидкой среды М9, в которую вносили фенол в качестве единственного источника углерода и энергии в концентрациях 50 и 100 мкг/л. Инкубацию культуры проводили при плюс 28 °С в течение 10 суток в условиях аэрации в шейкер-инкубаторе при частоте вращения платформы 50–70 оборотов/минуту. Определение фенолов проводили в соответствии с ПНД Ф 16.1:2.3:3.44–05 [5].

Получены данные об изменении оптической плотности клеточной суспензии в процессе роста периодических культур в жидкой среде М9 с добавлением фенола в различной концентрации. Высокую плотность популяции штаммов наблюдали при внесении 50 мкг/л.

Для штаммов деструкторов в периодической культуре наблюдалось существенное изменение оптической плотности клеточной суспензии, начиная с 3-х суток культивирования. Наибольшей плотности культуры достигали к 6 суткам культивирования и затем заканчивали свой рост.

При добавлении концентрации 100 мкг/л происходила гибель культур на 2-е сутки инкубации. В процессе инкубации штаммов наблюдалось уменьшение концентрации фенола, которое уменьшалось на 6-е сутки от начальной концентрации 50 мкг/л до 15 мкг/л. Из этих данных следует, что выделенный консорциум бактерий осуществляет деструкцию фенола. Так как деструкция протекала при низкой концентрации фенола, поиск наиболее оптимальных условий и устойчивых штаммов ведутся и по настоящее время.

Таким образом, полученные результаты показывают характер влияния доз фенола и формальдегида на состав и функционирование комплекса почвенных микроорганизмов:

1. Установлено угнетающее действие фенола и формальдегида в высоких дозах 100 и 1000 ПДК на состав и жизнеспособность всех исследованных физиологических групп почвенных микроорганизмов чернозема выщелоченного.

2. Показана способность почвенных бактерий адаптироваться к загрязнению 10 и 100 ПДК загряз-

нителей в течение 30 суток: качественный и количественный состав микробоценоза соответствовал исходным показателям.

3. Выделены и охарактеризованы 5 штаммов бактерий гетеротрофов, которые способны использовать

фенол в качестве источника углерода, также выделены штаммы бактерий гетеротрофов, потенциально способных использовать формальдегид в качестве источника углерода и энергии и давать активный рост на среде М9.

Список литературы:

1. ГОСТ 28168–89. Почвы. Отбор проб. – введ.1990–04–01. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 8 с.
2. Егоров Н. С. Руководство к практическим занятиям по микробиологии. М.: МГУ, 1983. – 215 с.
3. Кауричев И. С. Практикум по почвоведению. М., 1980. С. 106–108.
4. Круглов Ю. В. Микрофлора почвы и пестициды/Ю. В. Круглов. – М., 1991, с. 88
5. ПНД Ф 16.1:2.3:3.44–05 Выполнения измерений массовой доли летучих фенолов в пробах почв, осадков сточных вод и отходов фотометрическим методом после отгонки с водяным паром.
6. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology//9-th. e Baltimore, London, Los Angeles. Sydney Vol. 1. 1984; vol. 2, 1986; vol. 3. 1989; vol. 4. 1989

Section 3. Mathematics

Секция 3. Математика

*Tyumikov Dmitry Kondratovich, Samara State University of Transport,
PhD in Engineering, Associate Professor,
E-mail: DKTyumikov@mail.ru*

*Shcherbakov Mikhail Alexandrovich, Penza State University,
Doctorate in Engineering, Professor*

Structural characteristics of statistical relationships of multidimensional nonlinear systems

Abstract: Characteristics of multidimensional nonlinear statistical relationships are considered. Various types of statistical characteristics are compared.

Keywords: correlation, variance ratio, entropic information characteristics, multidimensional nonlinear statistical relationships.

*Тюмиков Дмитрий Кондратович, Самарский государственный университет
путей сообщения к. т.н., доцент
E-mail: DKTyumikov@mail.ru*

*Щербаков Михаил Александрович, Пензенский государственный университет
Д. т.н., профессор*

Характеристики структуры статистических связей многомерных нелинейных систем

Аннотация: Рассматриваются характеристики многомерных нелинейных статистических связей. Сравниваются различные типы статистических характеристик.

Ключевые слова: корреляция, дисперсионное отношение, энтропийно-информационная мера, многомерные нелинейные статистические связи.

Введение. Исследование многомерных систем по экспериментальным данным представляет собой достаточно сложную задачу. Трудности ее решения связаны с многомерностью, нелинейностью, отсутствием априорной информации о моделях системы и, в методологическом плане, отсутствием единого подхода к идентификации таких систем. Прежде чем синтезировать многомерную модель системы и произвести параметрическое оценивание необходимо провести предварительную обработку экспериментальных данных для определения структуры многомерной системы. С точки зрения синтеза регрессионных моделей необходимо определить входные доминантные переменные, вид связей этих переменных как между собой, так и с выходной переменной,

выяснить величину идентичности возможно построенной модели, определить парные маргинальные зависимости входных переменных с выходной и дать рекомендации по синтезу многомерной модели, по возможности с меньшим количеством коэффициентов для параметрического оценивания. Определение наличия и величины статистических связей между переменными является важной задачей структурной идентификации многомерных статических систем. Как правило, эта задача должна быть решена при отсутствии какой-либо информации о структуре системы и виде зависимости «вход-выход», а решение основывается на обработке имеющихся экспериментальных данных о входных и выходных переменных — выборки. В [2; 6] эта задача относится

к проблеме идентификации «в широком смысле», или к проблеме структурной идентификации.

Среди многочисленных характеристик статистических связей наибольшее распространение на многомерный вариант получили коэффициенты корреляции [1; 3; 7], «квадраты» вариаций в дисперсионном анализе [15], дисперсионные отношения [1; 2; 3; 7] и энтропийно-информационные меры [1; 3; 5; 6; 8; 14]. Каждая группа характеристик связи эффективна для соответствующих типов объектов, которые могут быть отображены характерными зависимостями с признаками: линейность — нелинейность, однозначность — неоднозначность.

В работе приводится анализ и классификация статистических мер связей согласно приведенным признакам и даются характеристики элементов структурной идентификации

Постановка задачи. Рассмотрим статический нелинейный систему с n входными переменными $x = \{x_1, \dots, x_n\} \in X^n \subset R^n$ и одной выходной переменной $y \in Y \subset R^1$. Пусть система может быть описана некоторой зависимостью $y = f_k(x) + \varepsilon$, $f_k(x) \in F(x)$, $k = 1..K$, — где $F(x)$ — множество классов функций, ε - погрешность модели.

В общем случае множество классов функций включает линейные, нелинейные однозначные и нелинейные неоднозначные многомерные и маргинальные статистические зависимости (связи), ставится задача определить тип статистической связи, и, соответственно, классифицировать этот тип на основе выборки $\{x_i, y_i\}$, где $i=1..N$, N — число экспериментов. Классификация основывается на многомерных и маргинальных характеристиках статистических связей, позволяющих отнести по представленной выборке объект к классу согласно признакам классификации зависимостей: линейность — нелинейность, однозначность — неоднозначность.

Рассмотрим наиболее распространенные на данный момент характеристики многомерных статистических связей.

Статистические характеристики связей. Корреляционный анализ. Нормальность закона распределения данных является необходимым и достаточным условием применения корреляционного анализа [1; 3; 4; 7]. Обычно используется нормированный коэффициент линейной статистической связи (или коэффициент корреляции К. Пирсона):

$$r_{xy} = \frac{\frac{1}{N} \sum_{k=1}^N (x_k - M[x])(y_k - M[y])}{\sigma_x \sigma_y}$$

M — математическое ожидание, σ_x среднеквадратическое отклонение.

Коэффициент корреляции изменяется в пределах: $-1 \leq r_{xy} \leq 1$.

В многомерном корреляционном анализе используются парные, частные и множественные коэффициенты корреляции (ПКК, ЧКК, МКК), вычисление которых основывается на использовании матрицы коэффициентов парной корреляции и расширенной матрицы парных корреляций.

Метод дисперсионных отношений. Метод основывается на разложении [1; 2; 3; 4; 6]

$$D[y] = M[D[y / X_{v,k}]] + D[M[y / X_{v,k}]] \quad (1)$$

где $D[M[y / X_{v,k}]]$ — дисперсия условного математического ожидания — представляет число, выражающее долю дисперсии $D[y]$, объяснимой переменными $x_i \in X_{v,k}$. (v -ое подмножество размерности k из множества X^n) Это число, поделенное на дисперсию $D[y]$, является величиной, характеризующей степень идентичности (множественное дисперсионное отношение — МДО). Рассмотрим это соотношение более подробно, разложив дополнительно $D[M[y / X^n]]$ на соответствующие компоненты, когда рассматриваются все n -переменных. Введем обозначение:

$$n_1 = C_n^{n-j}, \quad j = \overline{0, n-1}; \quad n_2 = C_{n-j}^{n-j-i}, \quad i = \overline{1, n-j};$$

$$M[y / X_{v,k}] = M[y]$$

при $k=0$.

В общем случае разложение дисперсии y и МДО может быть представлено [11]:

$$D[y] = M \left[\left(y - M[y / X^n] \right)^2 + \sum_{j=0}^{n-1} \sum_{v=1}^{n_1} M \left[\left(M[y / X_{v,n-j}] + \sum_{i=1}^{n-j} \sum_{v'=1}^{n_2} (-1)^i M[y / X_{v',n-j-i}] \right)^2 \right] \right] + 2 \sum_{j=0}^{n-1} \sum_{v=0}^{n_1} \sum_{j'=0}^{n'-1} \sum_{v'=1}^{n'_1} M \left[\left(M[y / X_{v,n-j}] + \sum_{i=1}^{n-j} \sum_{v'=1}^{n_2} (-1)^i M[y / X_{v',n-j-i}] \right) \times \left(M[y / X_{v',n-j'}] + \sum_{i'=1}^{n-j'} \sum_{v''=1}^{n'_2} (-1)^{i'} M[y / X_{v'',n-j'-i'}] \right) \right]$$

$$X_{v',n-j-i} \subset X_{v,n-j} \quad X_{v'',n-j'-i'} \subset X_{v',n-j'}$$

Для одной выходной и двух входных переменных это выражение, поделенное на $D[y]$ имеет вид [9; 11].

$$1 = \theta_{y, x_1 x_2} + \eta_{y(x_1 x_2)} + \eta_{y, x_1} + \eta_{y, x_2} + 2(\eta_{y(x_1 x_2)(x_1)} + \eta_{y(x_1 x_2)(x_2)} + \eta_{y(x_1)(x_2)}) \quad (2)$$

где $\theta_{y, x_1 x_2}$ — доля (дисперсионное отношение) остаточной дисперсии (ДООД), $\eta_{y(x_1 x_2)}$ — дисперсионное отношение эффекта взаимодействия двух переменных (ДОЭВД); $\eta_{y, x_1}, \eta_{y, x_2}$ — парные дисперсионные отношения (ПДО); $\eta_{y(x_1 x_2)(x_1)}$ — дисперсионно-кор-

реляционные отношения эффектов влияния взаимосвязей переменных x_p, x_2 и $x_p, i=1,2$ (ДКОЭВС). Сумма $\eta(\cdot)$ — слагаемых представляет множественное дисперсионное отношение (МДО). При значениях $\eta(\cdot) \approx 1$ и $R_{yx} \approx 0$ можно сделать вывод о нелинейной однозначной или нелинейной не однозначной по аргументу зависимости $M[y/x]$.

Частное дисперсионное отношение (ЧДО) можно определить по следующей формуле [7,11]:

$$\eta_{yX_{v,k}(\bar{X}_{v,k})} = \frac{\eta_{yX^n} - \eta_{y\bar{X}_{v,k}}}{1 - \eta_{y\bar{X}_{v,k}}}$$

где η_{yX^n} — множественное дисперсионное отношение.

$$X_{v,k} \cup \bar{X}_{v,k} = X^n, \quad X_{v,k} \cap \bar{X}_{v,k} = \emptyset.$$

Переписывая для $\dim x=2$, получим [11]:

$$\eta_{yx_2(x_1)} = \frac{\eta_{yx_1x_2} + \eta_{yx_2} + \eta_{y(x_1x_2)(x_1)} + \eta_{y(x_1x_2)(x_2)} + \eta_{y(x_1)(x_2)}}{1 - \eta_{yx_1}}$$

Следовательно, в методе дисперсионных отношений используются: МДО, ПДО, ДОЭВД, ДКОЭВС, ЧДО.

Дисперсионный анализ. Основные модели и ограничения дисперсионного анализа можно найти в [1; 3; 15]. Различные схемы и обозначения формул типа «разложения квадратов» не позволяют кратко описать свойства всех характеристик этого анализа. Поэтому перечислим основные, которые характеризуют эффекты влияния входных переменных — факторов на выходную — зависимую: главные эффекты факторов (переменных) -ГЭ, эффекты взаимодействия -ЭВ, сумма эффектов-СЭ.

Энтропийно-информационные характеристики статистической связи.

Перечисленные виды статистических связей, а также объекты с неоднозначной по значениям функции зависимостью могут быть выявлены энтропийно-информационными мерами [1; 3; 5; 6; 7; 8]. Пусть имеет место следующее разложение [1]

$$H_y = I_{yx} + H_{y/x} \quad (3)$$

где H_y — энтропия выходной переменной, I_{yx} — совместная информация выходной переменной и входных, $H_{y/x}$ условная энтропия выходной переменной относительно входных. Поделив это выражение на H_y получим:

$$1 = q_{yx} + \bar{q}_{yx},$$

$$\text{где } q_{yx} = \frac{I_{yx}}{H_y}; \quad \bar{q}_{yx} = \frac{H_{y/x}}{H_y} \text{ или } q_{xy} = \frac{I_{yx}}{1 + I_{yx}}; \quad \bar{q} = \frac{1}{1 + I_{yx}}.$$

Полученные величины соответственно играют роль меры возможной идентичности (неидентич-

ности) восстановленной модели (аналитической зависимости). Для исследования структуры многомерной зависимости эту меру необходимо разложить на маргинальные меры различных сочетаний входных переменных, аналогично разложению множественного дисперсионного отношения (1.2). Известные разложения [8] имеют иерархическую схему относительно входных переменных, что затрудняет их использование при анализе структур многомерных связей. Множественную совместную информационную меру статистической связи n входных переменных с выходной представим в виде взвешенной суммы парных взаимных и взаимных условных информационных мер по всем возможным сочетаниям входных переменных [13].

$$\begin{aligned} I_{yx_1, x_2, \dots, x_n} &= \frac{1}{C_n^1 \cdot C_1^0} \cdot \sum_{i_1} I_{yx_{i_1}} + \frac{1}{C_n^2 \cdot C_2^1} \times \sum_{i_1} \sum_{i_2 (i_2 \neq i_1)} I_{yx_{i_1}/x_{i_2}} + \\ &+ \frac{1}{C_n^3 \cdot C_3^2} \times \sum_{i_1} \sum_{i_2 (i_2 \neq i_1)} \sum_{i_3 [(i_3 \neq i_1), (i_3 \neq i_2)]} I_{yx_{i_1}/x_{i_2}x_{i_3}} + \dots \\ &+ \frac{1}{C_n^n \cdot C_n^{n-1}} \times \sum_{i_1} \sum_{i_2 (i_2 \neq i_1)} \dots \sum_{i_n [(i_n \neq i_{n-1}), (i_n \neq i_{n-2}), \dots, (i_n \neq i_1)]} I_{yx_{i_1}/x_{i_2}x_{i_3} \dots x_{i_n}} \end{aligned} \quad (4)$$

где n — количество входных переменных;

C_n^k — количество сочетаний по k элементов из n ;

i_p, i_2, \dots, i_n — индексы входных переменных, пробегающие значения в диапазоне $1 \dots n$;

$\sum_{i_k [(i_k \neq i_{k-1}), (i_k \neq i_{k-2}), \dots, (i_k \neq i_1)]} I_{yx_{i_1}/x_{i_2}x_{i_3} \dots x_{i_k}}$ — сумма по всем i_k ,

где i_k не равно i_{k-1} , i_k не равно i_{k-2} , ..., i_k не равно i_1 .

Первая сумма правой части равенства (4) представляет усредненную сумму парных взаимных информационных мер, вторая — усредненную сумму условных взаимных информационных мер первого порядка (условную по одной переменной) и т. д.

Преобразовав выражение для $\dim x=3$, получим:

$$\begin{aligned} I_{y(x_1, x_2, x_3)} &= \frac{1}{3} \cdot (I_{yx_1} + I_{yx_2} + I_{yx_3}) + \frac{1}{6} \cdot (I_{yx_1/x_2} + \\ &+ I_{yx_1/x_3} + I_{yx_2/x_1} + I_{yx_2/x_3} + I_{yx_3/x_1} + I_{yx_3/x_2}) + \\ &+ \frac{1}{3} \cdot (I_{yx_1/x_2x_3} + I_{yx_2/x_1x_3} + I_{yx_3/x_1x_2}); \end{aligned}$$

В результате в энтропийно-информационном анализе статистических связей используются множественная взаимная информационная мера (МВИМ), парная взаимная информационная мера (ПВИМ), условная различного порядка информационная мера (УВИМ).

Терминология структурного анализа. Из приведенных разложений и следуя [1; 2] можно определить основные характеристики, необходимые для предварительного анализа данных, на основе которых можно

выдвигать гипотезы о структуре взаимосвязей многомерного объекта, а в случае переменных измеренных в числовых шкалах и о структуре регрессионной зависимости. В частности такими характеристиками являются: *коэффициенты корреляции, дисперсионные отношения, энтропийно-информационные характеристики*. На основе выбранного класса парных характеристик выбираются *доминантные переменные* с контролем величины множественной связи — *критерием идентичности* [9]. Следуя определению *относительной степени нелинейности* зависимостей [2; 6], вводится характеристика *энтропийно-информационной относительной степени нелинейности* на основе МВИМ и МДО. Для более тщательного анализа показатели нелинейности можно определить и по соответствующим парным характеристикам статистических связей.

Для определения степени нелинейности используется характеристика [2; 6]:

$$n_{yx}^2 = \eta_{yx}^2 - r_{yx}^2.$$

Таблица 1. Аналогия характеристик статистических связей

Характеристика связи	Корреляционный анализ	Дисперсионный анализ	Метод дисперсионных отношений	Энтропийно-информационный метод
многомерной связи	МКК	СЭ	МДО	МВИМ
парной связи	ПКК	ГЭ	ПДО	ПВИМ
частной связи	ЧКК	—	ЧДО	ЧВИМ
эффектов взаимодействия x -ов	—	ЭВ	ДОЭВД	—
эффектов взаимосвязи x -ов	—	—	ДКОЭВС	УВИМ

Заключение. Рассмотрены четыре вида статистических характеристик для анализа структуры многомерных нелинейных зависимостей. Отмечаются различные элементы этой структуры: многомерные, парные, частные, эффекты взаимодействия и эффекты взаимосвязей. Совместное использование различных характеристик позволяет получить новые характеристики структур: характеристику нелинейности и характеристику неоднозначности. По парным характеристикам можно выбрать доминантные переменные для соответствующего вида класса. Определить аддитивность или мультипликативность композиции многомерной зависимости на основе парных зависимостей. Представлена аналогия статистических характеристик, что позволяет проследить преемственность статистического подхода при переходе от анализа линейных объектов к нелинейным. Приведенные характеристики исследованы на численных примерах и на реальной статистической информации [9; 10; 11; 12; 13]. Результаты вычислительных экспериментов подтверждают теоретические выводы.

Список литературы:

1. Айвазян С. А., Енюков И. С. Мешалкин Л. Д. Прикладная статистика. Исследование зависимостей. – М.: Финансы и статистика, 1985. С. 487.
2. Дисперсионная идентификация/под ред. Н. С. Райбмана. – М.: Наука, 1981. С. 336.
3. Елисеева И. И. Группировка, корреляция. Распознавание образов. Статистические методы классификации и измерения связей/И. И. Елисеева, В. О. Рукавишников. – М.: Статистика, 1977. С. 143.
4. Кендалл М. Дж. Статистические выводы и связи/М. Дж. Кендалл, А. Стьюарт. – М.: Наука, 1973. С. 899.
5. Кульбак С. Теория информации и статистики. – М.: Наука 1967. С. 408.

6. Райбман Н. С. Построение моделей процессов производства/Н. С. Райбман, В. М. Чадаев. – М.: Энергия, 1975.С. 375.
7. Рао С. Р. Линейные статистические методы и их применение. – М.: Наука, 1968.С. 548.
8. Стратонович Р. Л. Теория информации. – М.: Советское радио, 1975.С. 423.
9. Тюмиков Д. К. Алгоритм определения доминантных переменных в задачах нелинейной регрессии/Д. К. Тюмиков, О. А. Кацюба//Автометрия СО АН СССР. – Новосибирск, 1983.– № 3.С. 18–24.
10. Тюмиков Д. К. Выбор композиции многомерной зависимости в задаче нелинейной регрессии.//Автометрия СО АН, – Новосибирск; 2010. № 5.С. 53–61. D. K. Tyumikov Choosing the composition of multivariate relationships in nonlinear regression problem. Physics and Astronomy. Optoelectronics, instrumentation and data processing. Volume 46, Number 5, 443–449.
11. Тюмиков Д. К. Идентификация многомерных нелинейных объектов на основе дисперсионных отношений. – Самара: СНЦ РАН, 2008. – 162 с.
12. Тюмиков Д. К. Регрессионно-логическая модель диагностики заболеваний/Д. К. Тюмиков, С. А. Блашнечева, А. М. Субботин, Н. Н. Савченков//Проблемы управления. – 2011. – № 1.С. 63–67.
13. Тюмиков Д. К. Энтропийно-информационные меры многомерных статистических связей Самара, СамГУПС, 2012. – 134 с.
14. Шеннон К. Математическая теория связи, 1948. В кн. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике/под ред. Р. Л. Добрушина и О. В. Купанова. – М., 1963.С. 243–332.
15. Шеффе Г. Дисперсионный анализ. – М.: Наука, 1980.С. 512.

Section 4. Mechanical engineering

Секция 4. Машиностроение

*Stupnytskyy Vadym Vladimirovich, National University "Lviv Polytechnic", Lviv, Ukraine
PhD, the Institute of Mechanical Engineering and Transport
E-mail: stupn@i.ua*

*Kuk Andrij Mihaylovich, National University "Lviv Polytechnic", Lviv, Ukraine
PhD, the Institute of Mechanical Engineering and Transport
E-mail: andrij.kuk@gmail.com*

Determination of deformation component roughness parameters using the methods of rheological simulation modeling of the cutting process

Abstract: Worked out methodology of mathematical modeling of deformation component roughness as a result edge cutting machining. The offered methodology is based on the rheological modeling of cutting process in the software system Deform. The brought results over of researches of modeling of deformation constituent of surface pattern at treatment of steel AISI 1045.

Keywords: surface roughness, Prandtl's problem, technological factors, rheological modeling.

Problem. The roughness of machined surfaces is defined as the mechanical process of interaction between two surfaces — machined tool and frictional contact deformation processes and transformations cutaway layers in chips. The first part can be represented as the estimated height, determined by geometric constructions [1], and its growth is due to the cutting process with regard to vibration phenomena, including regenerative. It can be designed to perform the operation. Second — is formed in the course of operations is the integration — dependent functioning of cutting and is mainly determined by the processes of interaction frictional contact ending in the formation of secondary transition plastically deformed zone. Quasi-stable surface area of partially or completely replace the front and rear surface of the tool and, as a result, alter the geometry and microgeometry shape-generating blades. The degree of influence frictional contacts on surface roughness in machining metal processing depending on the selected mode processing and geometry of the cutting wedge. When finishing technology transitions, this factor makes the prevailing value [2].

If the calculation of the residual scallop height calculation of the geometric component represents solved problem [1], the analytical component of the deformation is a particularly complicated task because this problem is related to bulk plastic deformation. The complexity of the analytical formalization is

connected with the use of the theory of plasticity and nonlinear thermodynamics, which requires a number of assumptions that severely reduce the reliability of the results obtained [1]. Development of methods for the simulation of dynamic interpretation of nonlinear processes cutting research based on the results of rheological modeling of the cutting process has opened additional opportunities to study the deformed state chip forming area with access to the roughness of the machined surface. This determined the feasibility and validity of the following studies.

Research Methodology. The relief of the treated solid surface as a result of plastic deformation withstand fluctuations at nanometer level, and these fluctuations relief is, in fact, a manifestation of fluctuations in heat. But we should recognize that these fluctuations of thermal energy in this case are such that do not destroy, but rather lead to the formation of stable spatial structures in the structure of the surface. The formation of surface roughness and layer superimposed result of kinematic and power conversion truncated aftereffect allowance in chips, which leads to the formation of secondary transition plastically-deformed zone (so-called secondary contact zones of plastic). To identify patterns of residual comb is necessary to establish the magnitude of the plastic displacement of metal that is deformed in the process of cutting along the cutting blade support.

In this case, consider the phenomenon of plastic displacement as a particular case of Prandtl problem [3,4]. This kind of deformation of surfaces occurs when the contact stress reaches the yield strength and the material flows counterbody entered in the contact zone of the friction pair «tool — workpiece», depending on the strain state. Physically, this phenomenon during cutting may be caused by longitudinal and transverse plastic deformation with respect to the geometry (the ratio of the main and auxiliary ϕ and ϕ_1 in terms of the angle, radius r at the top of the tool) and the kinematics of the cutting edge of the tool.

Solving the problem of forming deformation component prof. A. Suslov cutting methodology [1], we obtain:

– on condition that $\phi < \arcsin\left(\frac{S}{2r}\right)$ i $\phi_1 < \arcsin\left(\frac{S}{2r}\right)$:

$$\Delta_3 = \frac{0,5 \cdot r \cdot \left(1 - \frac{\tau_{xy}}{\sqrt{\tau_{xy}^2 + \bar{\sigma}^2}}\right)}{\frac{1}{\text{tg}\phi} + \frac{1}{\text{tg}\phi_1}} \quad (1)$$

– on condition that $\phi > \arcsin\left(\frac{S}{2r}\right)$ i $\phi_1 \geq \arcsin\left(\frac{S}{2r}\right)$:

$$\Delta_3 = \frac{\left(1 - \frac{\tau_{xy}}{\sqrt{\tau_{xy}^2 + \bar{\sigma}^2}}\right) \cdot \left(2S_i + \frac{r}{2} \cdot \left(1 - \frac{\tau_{xy}}{\sqrt{\tau_{xy}^2 + \bar{\sigma}^2}}\right)\right)}{64} \quad (2)$$

– on condition that $\phi < \arcsin\left(\frac{S}{2r}\right)$ i $\phi_1 < \arcsin\left(\frac{S}{2r}\right)$:

$$\Delta_3 = \frac{0,5 \cdot r \cdot \left(1 - \frac{\tau_{xy}}{\sqrt{\tau_{xy}^2 + \bar{\sigma}^2}}\right)}{\frac{1}{\text{tg}\phi_1} + \frac{2r}{S_i}} \quad (3)$$

– on condition that $\phi < \arcsin\left(\frac{S}{2r}\right)$ i $\phi_1 > \arcsin\left(\frac{S}{2r}\right)$:

$$\Delta_3 = \frac{0,5 \cdot r \cdot \left(1 - \frac{\tau_{xy}}{\sqrt{\tau_{xy}^2 + \bar{\sigma}^2}}\right)}{\frac{1}{\text{tg}\phi} + \frac{2r}{S_i}} \quad (4)$$

where τ_{xy} — dynamic shear stress, MPa;

$\bar{\sigma}$ — effective mean stress, MPa;

r — the radius of curvature of the cutting blade, mm.

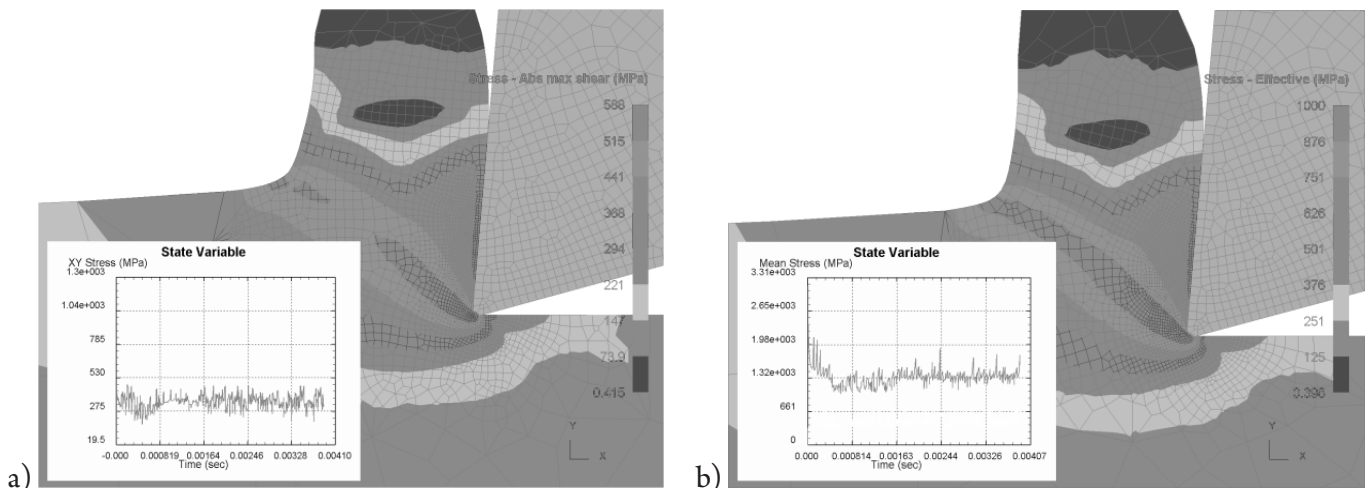


Fig. 1. Painting rheological forming input data for the calculation of the deformation component of microscopic profile: a) τ_{xy} — dynamic shear stress, MPa; b) $\bar{\sigma}$ — effective mean stress, MPa (as example of turning workpiece from AISI 45; $V=120$ m/min; $S=0,2$ mm; $t=1$ mm)

Microscopic deformation component profile Δ_3 at any time of chip-formation process can be calculated if the use of rheological simulation of the cutting process according to the methodology.

Initial data for calculation of the microscopic deformation component, in addition to the set of geometric

parameters of the instrument (r, ϕ, ϕ_1) is the dynamic shear stress τ_{xy} and normal stresses $\bar{\sigma}$ (e.g. formation of such data is shown in Fig. 1 for the lathe processing, steel AISI 45; $V = 120$ m/min; $S = 0,2$ mm, $t = 1$ mm). Figure 2 shows the results of modeling the deformation component of microscopic Δ_3 profile for cutting steel AISI

45 depending on the radius r at the top of the tool and the tool feed S . In this case, the conditions were accepted: $\phi = \phi_1 = 45^\circ$, and therefore Δ_3 calculated by formula (3). The analysis above allows graphical dependencies conclude that the magnitude of the deformation increases as the microscopic component with increasing radius r at the top of the tool and the tool feed S . Moreover,

the increase in S just feed more significant impact on the result of the formation of deformation component Δ_3 . Thus, the increase in the radius of the top 10 times (from 0.1 to 1.0 mm) caused an increase in the value Δ_3 only 2.2 times — from 5 to 11 microns. At the same time, increasing the feed from 0.05 to 0.8 mm boosted Δ_3 to 7 times (from 2 to 14 microns).

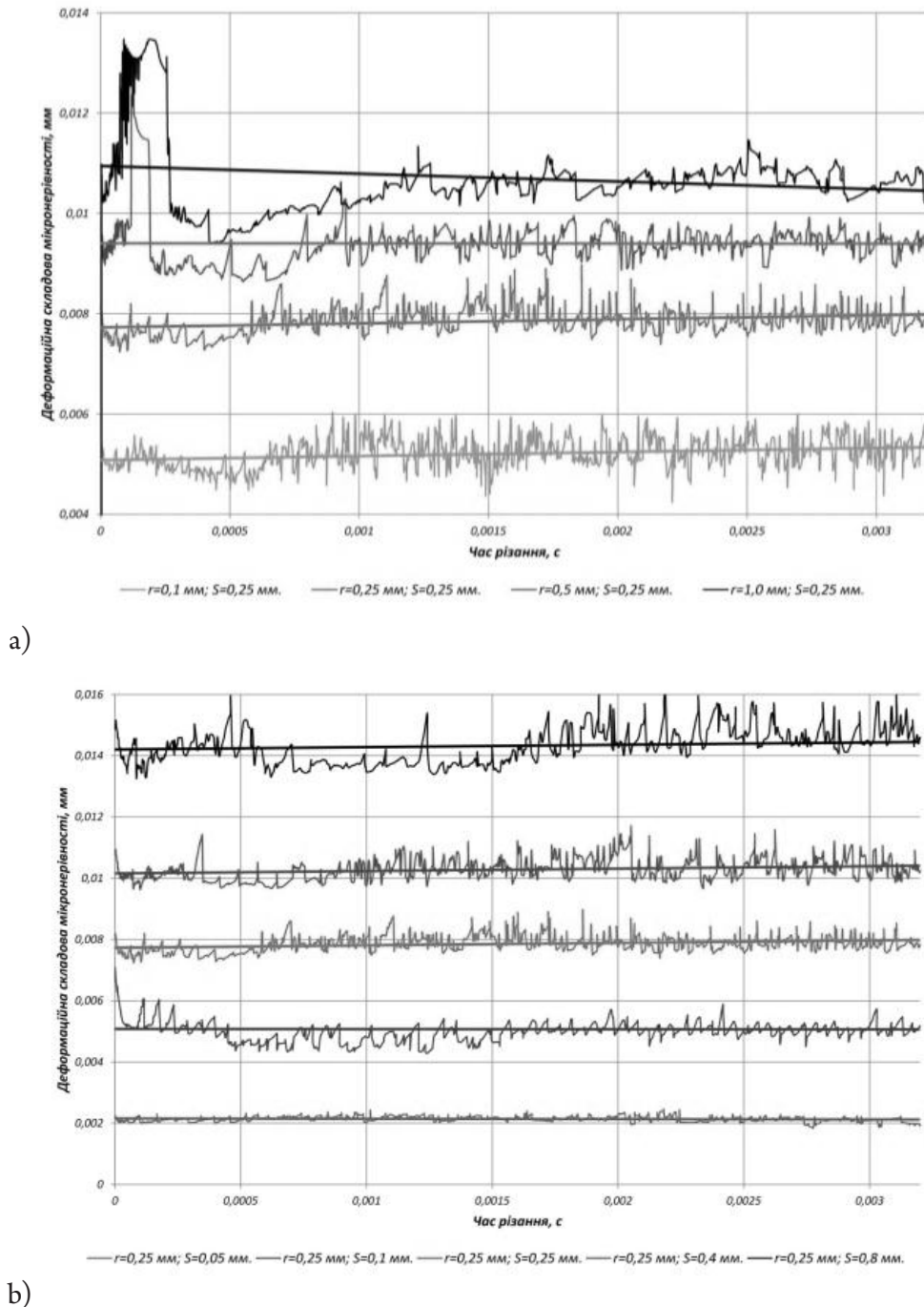


Fig. 2. Simulation results constituent microscopic deformation profile in steel AISI45 processing (a) — dependence Δ_3 from the radius at the top of the instrument; (b) — the dependence Δ_3 from the tool feed

To analyze the influence of different mechanical properties of the materials for the formation of microscopic deformation component, a comparative simula-

tion study of the rheological steel AISI 45 processing, aluminum alloy AL6061, and stainless steel 4340 (Fig.3). Cutting for all experiments: feed $S = 0,25$ mm; cutting

depth $t = 1$ mm; cutting speed $V = 120$ mm/min; radius at the top of the instrument $r = 0,25$ mm.

Simulation results confirm the adequacy of the calculated data in the real cutting process: the largest deformation changes in surface roughness characteristic of soft plastic material — aluminum alloy AL6061, which is 1.8 times higher than the roughness component in steel AISI 45 processing and 2.6 times — when cutting corrosion-resistant stainless steel 4340 (the average value of Δ_3 — 9.2 microns, 5.1 microns and 3.5 microns, respectively). This confirms Meyer formula, according to which a spherical indenter cave at the surface of the material acting force P is associated with deep imprint Δh by the formula [1]:

$$P = m \left(\frac{4 \cdot \Delta h}{\pi} \right)^{n/2} \quad (5)$$

where m and n — coefficients, dependent on the properties of the material.

On the other hand, the efforts of strain, according to the theory of contact interaction [5], depending on the hardness of the material being treated and is determined from the formula:

$$P = HB \cdot u \cdot \Delta h \quad (6)$$

where u — the degree of permanent deformation of the part's material.

For example, structural steel during hardness indentation with radius 0,794 (which roughly corresponds to the range of curvature radius of the cutting blade), the depth of plastic deformation is the linear dependence of hardness is determined by the formula [6]:

$$\Delta h = P \cdot (130 - HRC) \cdot 0,002 \quad (7)$$

where HRC — Rockwell hardness of the material.

If the measured hardness from Brinell or Vickers, the microhardness is approximating a linear dependence of hardness. When measuring the hardness of Rockwell — a stepped dependence. Numerous experiments have shown that when measuring hardness Brinell tension described by the equation [7]:

$$\sigma_0 = (0,32 \div 0,37) \cdot HB \quad (8)$$

Thus, the magnitude of the deformation component of roughness is directly connected with the hardness of the material, as confirmed by rheological modeling (Fig. 3).

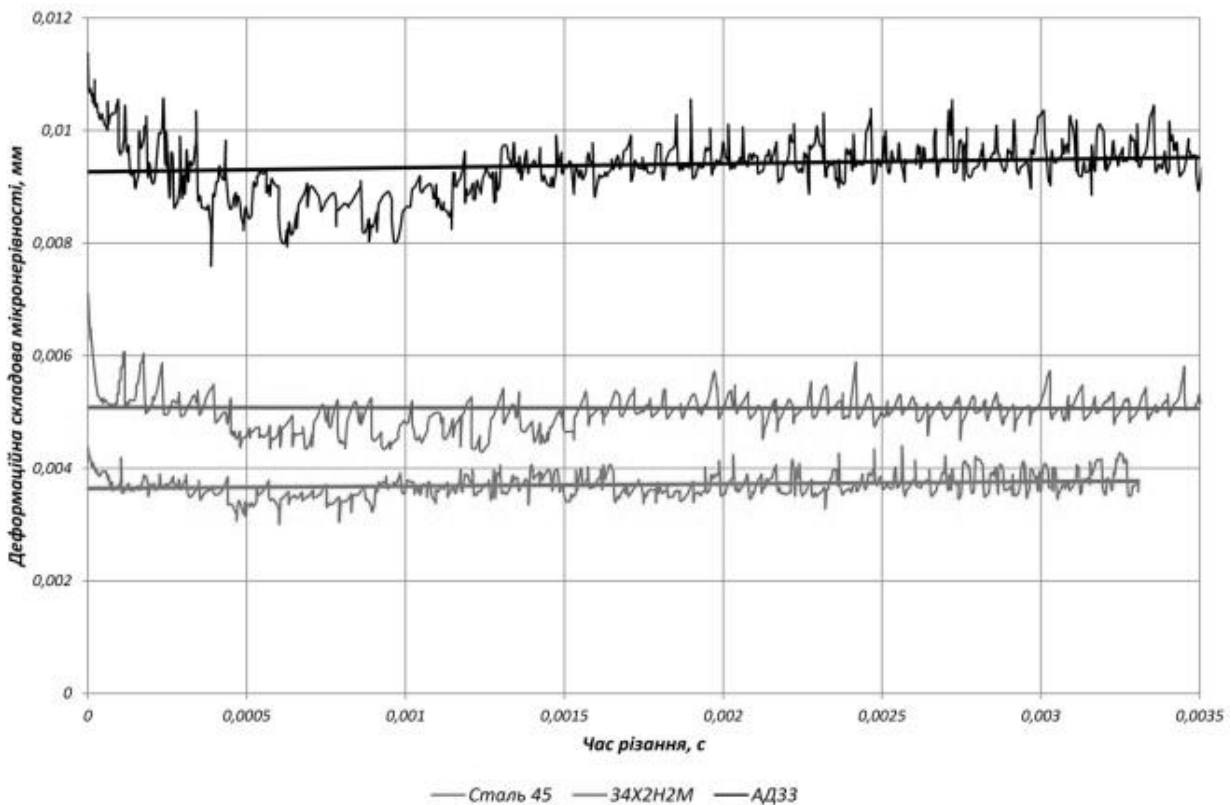


Fig. 3. Graphical interpretation of simulation deformation component of surface roughness in turning cutting piece of steel 45 aluminum alloy AD33 and corrosion-resistant stainless steel 34H2N2M (feed $S = 0,25$ mm; cutting depth $t = 1$ mm, cutting speed $V = 120$ m/min)

Conclusions. Research roughness of machined surfaces suggesting and get confirmation that the process of forming a surface layer of microgeometry defined and accompanied by intense deformations on the scheme of

compression and shear. They apply to the area and chip formation zone and frictional contact front and rear surfaces of the chip and the workpiece. Deformations reach depths of 2 to 5 mm ... 15 ... 25 mm, and the roughness becomes

dependent on the stress- strain state, kinematics deformed zones, as well as nucleation, growth and destruction of the stepping stones to the frictional contact zone. The result is a deformation component of roughness, resulting from the interaction frictional contact surfaces that are formed during the cutting process and is dependent on the mode of treatment. Formation of the analytical model for calculating this component is virtually impossible without the use of the rheological simulation results.

Using the capabilities of the rheological modeling can be at a significant degree of reliability predict all the important components of microscopic profile, taking into account not only the kinematics of geometrical parameters of the technological system, but also such important factors as the dynamic change of the stress-strain state of the workpiece and vibration (including regenerative) tool during cutting.

References:

1. Суслов А. Г. Качество поверхностного слоя деталей машин – М.: Машиностроение, 2000. – 320 с.
2. Свинин В. М. Фрезерование с модулированной скоростью резания. – Иркутск: Изд.-во ИрГТУ, 2007. – 302 с.
3. Ишлинский А. Ю., Ивлев Д. Д. Математическая теория пластичности. М.: Физматлит. 2001. – 702 с.
4. Колмогоров В. Л. Теория обработки материалов давлением. Екатеринбург: УрГТУ-УПИ, 2001. – 377 с.
5. Котенева Н. В. Упругопластический контакт гладкой сферы с плоской поверхностью при динамическом нагружении.- Известия Томского политехнического университета. – 2005. Т. 308. № 2, С. 114–116
6. Дрозд М. С., Матлин М. М., Сидягин Ю. И. Инженерные расчеты упругопластической контактной деформации. – М.: Машиностроение, 1986. – 220 с.
7. Дель Г. Д. Технологическая механика. М., «Машиностроение», 1978. – 174 с.

Section 5. Medical science

Секция 5. Медицина

*Beletskaya Eleonora Nikolaevna, MD, Professor,
head of General Hygiene Department
Onul Natalya Mikhaylovna, PhD, assistant
SI «Dnepropetrovsk Medical Academy of Health Ministry of Ukraine»
E-mail: sangreena@mail.ru*

Morphological changes of feto-placental barrier during lead intoxication and under the condition of correcting zinc influence

Abstract: The article presents results of experimental researches of zinc bioprotective action on the blood-placental barrier in conditions of lead intoxication.

Key words: lead, zinc, influence, placenta, experimental studies.

Negative changes in public health and demographic situation on the background of unfavorable ecological situation in Ukraine caused increased attention of scientists to the problem “environment — human health” [6, 7–22]. Among environmental pollutants lead is one of the most dangerous because it related to the poisons with polytropic action, capable to accumulation in the body, causing a wide range of adverse effects, including reproductive system [1, 34–37].

Long-term epidemiologic studies of scholars of general hygiene department of SI «DMA» found that in conditions of technogenic biogeochemical provinces biological substrates of the system “mother-placenta-fetus” contain lead in the increased concentrations [6, 50–70] that determines development of complications of pregnancy, childbirth and postnatal period and is potentiated by deficiency of essential micronutrients, primarily — zinc, this is caused both by its insufficient entry with food rations and its bio-antagonism with lead [6, 71–94].

Female reproductive system is highly sensitive to the effects of external and internal factors of the environment, especially during pregnancy [5, 464–465]. Due to the complexity of field research among female population and considering data of the structural similarity of the utero-placental relationship of women and that of female rats [2, 54–97], experimental investigations on laboratory animals are of particular importance to establish peculiarities of xenobiotics impact on the structural and functional features of formation and functioning of the

placental barrier, maternal-fetal relationship [1, 5–9].

Thus, study of mechanisms of pathology development in pregnant women in modern ecologic conditions is an actual task of clinical and preventive medicine, having caused the purpose of this study.

Objective. To determine features of bioprotective action of zinc combinations on structural organization and state of the blood-placental barrier in conditions of lead intoxication in a laboratory experiment on rats.

Materials and methods. Experimental studies were conducted on female rats of Wistar line (nursery — “Dali-2001”). After 12-days’ quarantine 40 animals with persistent rhythm of the estrous cycle aged 3–3.5 months weighing 170–200 g at the stage of pro estrus and estrus were matched with intact males according to the scheme 2:1 [2, 57–62]. Studies on animal were conducted to the Law of Ukraine “On protection of animals from cruelty” (Kyiv, 2001), “General ethical experiments on animals” (Kyiv, 2009), which are consistent to the European Convention for the Protection of experimental animals (Strasbourg, 1985) [3, 1–53]. The animals were kept in optimal conditions of the vivarium on a standard diet with free access to food and water.

Female rates with dated gestation period were divided into 4 groups, one of which — the control (group N1), three ones — research (8–9 females in each group). Experimental groups were administered isolated lead acetate at the dose of 0.05 mg/kg (group N2), and in combination with zinc chloride at a dose of 1.5 mg/kg body weight (group N3) and zinc citrate obtained by

nanotechnology [4, 1–4] at the dose of 1.5 mg/kg (research group N4) by means of daily intragastric tube from 1 to 19th day of pregnancy. At the same terms rats in the control group were injected solvent used in preparing agents of influence, i. e. distilled water. Doses of metals were increased by 10 times as compared with the level of their total daily entering in an organism of pregnant in industrial areas [1, 34–37]. The selection of female rats in control and experimental groups was performed in random order.

At the final stage of the study, animals were withdrawn from the experiment under thiopental anesthesia and sampling of biological materials for their further their studies was done. Uterus with horns was isolated, fetuses with placenta were isolated from the uterus, mass-metric parameters of placentas and fetuses were measured [2, 1–191]. For the histological examination placenta of rats was fixed in 10% solution of neutral formalin, followed by dehydrated of paraffinic blocks. Histological sections with 5 mm of thickness were prepared using a rotary microtome. Dying of sections released from paraffin was performed with hematoxylin-eosin.

Light microscopy was performed using microscope «Leika CM-E» (USA), lens $\times 10$, $\times 20$,

$\times 40$, $\times 100$, $\times 200$. With the digital camera Canon, microscopic data were recorded as digital images in JPEG format. Quantitative study of placenta area was performed using the software package ImageJ 1,47 v. In addition to histological, histomorphometrical analysis of total thickness of placenta, thickness of labyrinthine, spongiotrophoblast and decidual zones was conducted.

All data received were processed by licensed computer programs Microsoft Excel, Statistica 10. Statistical significance of differences was determined by Student t-test.

Results and discussion

Analysis of macroscopic study of the placenta, its mass-metric parameters in animals of the control and experimental groups (Table 1) show that the average weight of placentas in all groups of experimental animals varies between 0.43 ± 0.01 – 0.59 ± 0.02 g, making up 1.40 ± 0.02 – $1.58 \pm 0.03\%$ of mass of pregnant females. In combined administration of zinc chloride with lead acetate a significant increase in weight and size of the placenta as compared with the group treated with lead acetate only is observed, but significant differences appeared only for diameter finding — by 9.7% ($p < 0.05$).

Table 1. – Mass-metric parameters of placenta in animals of the control and experimental groups ($M \pm m$)

Indexes	Groups			
	N1 control	N2 lead acetate	N3 lead acetate+ zinc chloride	N4 lead acetate+ zinc citrate
Weight of placenta, g	$0,59 \pm 0,02$	$0,57 \pm 0,02$	$0,59 \pm 0,02$	$0,57 \pm 0,01$
Diameter of placenta, sm	$1,51 \pm 0,04$	$1,44 \pm 0,03$	$1,58 \pm 0,03^{***}$	$1,49 \pm 0,03$
Fetus-placenta coefficient	0,24	0,25	0,26	0,27
Total placenta thickness, μm	$2537,3 \pm 163,7$	$2867,5 \pm 185,4$	$2529,4 \pm 194,2$	$2647,4 \pm 185,8$
Thickness of labyrinthine zone, μm	$1945,7 \pm 184,2$	$2496,4 \pm 203,7^*$	$2075,1 \pm 207,6$	$2127,4 \pm 198,5$
Thickness of spongiotrophoblast, μm	$452,6 \pm 48,2$	$221,8 \pm 52,9^{**}$	$279,7 \pm 56,8^*$	$386,6 \pm 49,7$
Thickness of decidual zone, μm	$139,4 \pm 71,1$	$149,3 \pm 74,5$	$174,6 \pm 58,7$	$133,4 \pm 73,2$

Note. * — the differences with the control group significant ($p < 0.05$), ** - $p < 0,01$, *** — the differences with the research group N1 significant ($p < 0.001$).

Despite the fact that macroscopic and weight-metric parameters of placenta in control and experimental groups were virtually identical, results of histological and histomorphometrical studies testify to the development of dystrophic-degenerative and discirculatory changes of histological structure of all placental zones of varying

degree of manifestation, in maintaining the overall plan of the body structure.

The total placenta thickness in the group receiving lead acetate was not significantly different from the control group values and made up $2867.5 \pm 185.4 \mu\text{m}$. At the same time thickness of the labyrinthine

zone increased by 28.3% ($p < 0,05$) as compared with controls (Fig. 1-A), due to the development of destructive-degenerative processes and edema. In the experimental group N2 number of fetal capillaries and degree of their development decreased, vessels contained a small amount of corpuscular blood cells with empty spaces, somewhere being devastated (Fig. 1-B). Quite often phenomenon of erythrocyte sludge syndrome was observed in capillaries. For dilated maternal lacunae stagnant plethora with formation of red blood cells stasis and thrombosis was characteristic.

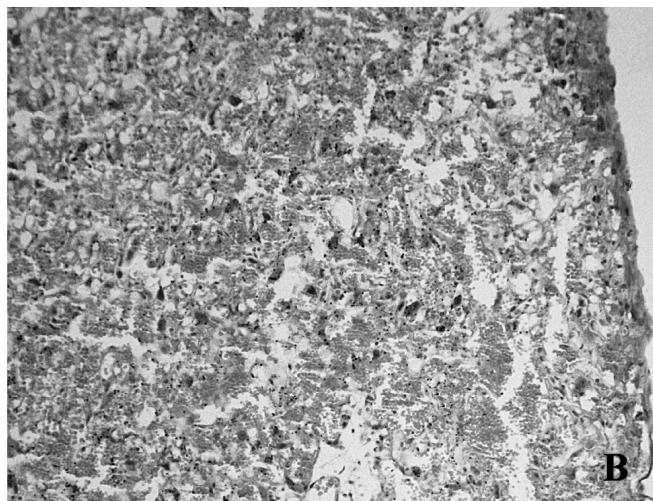
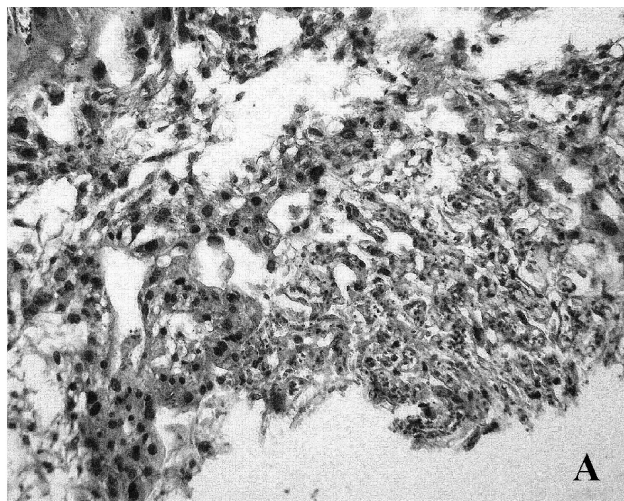


Fig. 1. Placenta at 20th day of pregnancy in control group (A) end group, which received lead acetate (B). Labyrinthine zone. Hematoxylin-eosin. $\times 200$

In combined administration of lead and zinc compounds labyrinthine zone thickness was not significantly different from the control group. In the labyrinthine zone of placenta in experimental group N3 fetal capillaries were somewhat devastated, in some places phenomena of erythrocyte sludge syndrome was observed (Fig. 2-A). The study did not reveal reliable differences from the norm. In trophoblast

cells degenerative changes, focal accumulation of syncytiotrophoblast nuclei in beams, accumulation of fibrin deposits were found. Thickness of trophoblast beams varied considerably. A big number of glycogen cells corresponded to the normal values. Maternal lacunae were moderately dilated, phenomenon of red blood cells stasis, in the periphery of labyrinth — stagnant hyperemia, thrombosis were observed.

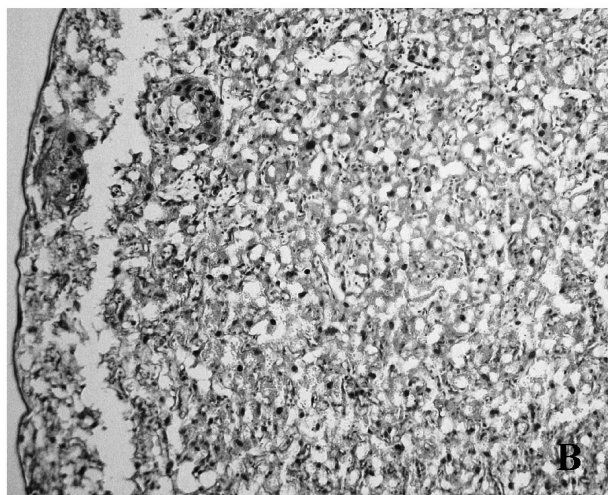
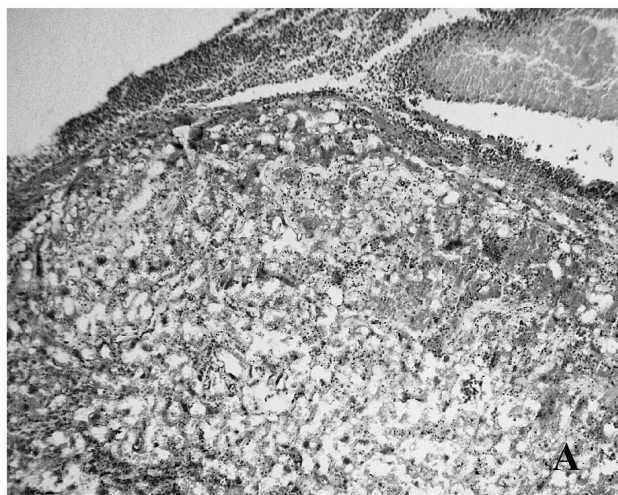


Fig. 2. Placenta at 20th day of pregnancy in experimental groups, which received combination lead acetate with zinc chloride (A) and zinc citrate (B). Labyrinthine zone. Hematoxylin-eosin. $\times 200$

Introduction of lead acetate and zinc citrate (Fig. 2-B) led to the increase of trophoblast giant cells number with a large dense core. In some cytotrophoblast areas necrotic foci were revealed, but their number was not significant. Glycogen islet cells occurred as well. The degree of fetal capillaries development did not differ from the control group, maternal lacunae in the center and trophoblast periphery were moderately dilated, in some places phenomenon of erythrocyte stasis, accumulation of fibrin deposits was observed.

Thickness of placenta spongiotrophoblast of rats receiving lead acetate was $221.8 \pm 52.9 \mu\text{m}$, being 50,9% ($p < 0,05$) less than normal. There was marked enhancement of destruction in islands of glycogen cells, cavities were formed on their places. Number of their glycogen granules was lower than the control. A layer of trophoblast giant cells was significantly narrowed and consisted mainly of one row of fine cells, in their cytoplasm numerous inclusions were present, this testified to the increased phagocyte activity of cells. Area of boundary maternal sinusoids and of peripheral maternal lacunae decreased, in their lumen thrombosis and erythrocyte aggregation phenomena were observed.

Introduction of zinc supplements reduced pathological manifestations. Thus, while administering inorganic zinc compounds thickness of spongiotrophoblast was less than the norm already by 38.2% ($p < 0,05$), number spongiotrophoblast cells was reduced, they were located loosely, forming cavities and gaps often filled with fibrinoid. Strengthening of destruction of glycogen cells was also noted, but it was less expressed than in the experimental group N1, cavities were formed in their places. Peripheral maternal lacunae and sinusoids were dilated and plethoric and characterized by mild stagnation signs and aggregation of red blood cells, and in their lumen thrombosis phenomena were observed. Giant trophoblast cells were smaller in size than normal ones, they were characterized by the signs of phagocytic activity. Among leukocytes clusters necrotically changed cells with altered pyknotic nuclei were revealed.

Index of spongiotrophoblast thickness in the group receiving zinc citrate as a protective agent did not differ

from the norm and was $386.6 \pm 49.7 \mu\text{m}$. This area was represented by polygonal spongiotrophoblast cells that formed correct bands. Among them cluster of glycogen cells was revealed. A layer of trophoblast giant cells was characterized by normal development, cells were arranged in several rows and had inherent elongated, bean-like shape, rounded or oval nucleus. In the cells moderate phagocyte activity was revealed. Area of peripheral maternal lacunae and marginal sinusoids did not differ from the norm, moderate erythrocyte aggregation was observed, accumulation of glycogen cells occurred.

Thickness of the decidual zone in administration of isolated lead acetate and in combination with the compounds of zinc did not differ significantly from the findings of the control group, but light-optic investigation revealed increase of necrosis foci and fibrin deposits, reduce of a big number of lipid granules and amount of lipids and glycogen in the decidual cells. Herewith pathological changes in the combined administration of lead and zinc compounds were significantly lower as compared with the isolated administration of lead acetate.

Conclusions

1. Introduction of lead acetate during pregnancy causes pathological changes in all placenta areas, this affects the state of the blood-placental barrier, results in distinct dystrophic-degenerative changes and discirculatory changes of histological structure of all placenta zones.

2. Application of zinc in macro- and nanoform decreases negative impact of lead acetate on the organ state. Herewith zinc chloride demonstrates protective effect on formation of labyrinthine zone, namely on the character of development of maternal lacunae and fetal capillaries. Protective effect of zinc in nanoaquachelate form is more expressed and lies in the activation of compensatory reactions both in the labyrinthine area and in spongiotrophoblast where dystrophic, necrobiotic and circulatory changes were minimal.

References:

1. Beletskaya EN, Onul NM, Glavatskaya VI, Antonova EV, Golovkova TA. Individual biocorrection of ecologically dependent states in critical groups of the population. Hygiene and sanitation. 2014; 2: 34–37 (in Russian).
2. Dynerman AA. The role of environmental contaminants in violation of embryonic development. Moscow: Medycyna, 1980. 191 p (in Russian).
3. European convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes. Council of Europe, Strasburg, 1986.

4. Kosinov MV, Kaplunenko VG. Method of obtaining metal carboxylates "Nanotechnology of obtaining carboxylates of metals". Ukrainian patent, no. 38391, 2009 (in Ukrainian).
5. Onul NM. Ecological and hygienic aspects of reproductive health. Hygienic science and practice: current realities: Proceedings XV Congress of hygienists Ukraine. Lviv, 2012: 464–465. (In Ukrainian).
6. Serdyuk AM, Beletskaya EN, Paranko NM, Shmatkov GG. Heavy metals of environment and their impact on the reproductive function of women. Dnepropetrovsk: ART-PRESS, 2004. 148 p (in Russian).

*Shevchuk Vladimir Vasilyevich,
Bukovinian State Medical University,
postgraduate student, Faculty of Medicine
E-mail: olivfed@mail.ru*

The effectiveness of L-arginine in nonalcoholic steatohepatitis in patients with metabolic syndrome

Abstract: The efficacy of L-arginine in nonalcoholic steatohepatitis in patients with metabolic syndrome was studied. It was established that the stepwise treatment of L-arginine with basic therapy with the purpose of parenteral forms of the drug at the beginning (L-arginine hydrochloride), and further use of the oral formulation of the drug (L-arginine aspartate) helps eliminate cytokine imbalance.

Keywords: nonalcoholic steatohepatitis, metabolic syndrome, cytokines, L-arginine.

*Шевчук Владимир Васильевич,
Буковинский государственный медицинский университет,
аспирант, медицинский факультет
E-mail: olivfed@mail.ru*

Эффективность L-аргинина при неалкогольном стеатогепатите у больных с метаболическим синдромом

Аннотация: Изучалась эффективность применения L-аргинина при неалкогольном стеатогепатите у больных с метаболическим синдромом. Установлено, что ступенчатое лечение L-аргинином на фоне базисной терапии с назначением вначале парентеральной формы препарата (L-аргинина гидрохлорида) и дальнейшим применением пероральной формы препарата (L-аргинина аспартата) способствует устранению цитокинового дисбаланса.

Ключевые слова: неалкогольный стеатогепатит, метаболический синдром, цитокины, L-аргинин.

Аргинин — условно незаменимая аминокислота, впервые выделена в 1886 г Е. Schulze и Е. Steiger, а структура его установлена Е. Schulze и Е. Winterstein в 1897 г. Средний суточный уровень потребления L-аргинина составляет 5,4 г. Аргинин является субстратом для синтеза оксида азота (NO) и необходимым предшественником для синтеза белков, орнитина, пролина, полиаминов, креатина, агматина. L-аргинин, который поступает с пищей, всасывается в тонком кишечнике и транспортируется в печень, где основное его количество утилизируется в орнитинном цикле. Часть L-аргинина, которая не метаболировалась в печени, используется как субстрат для продукции NO. Основным поставщиком эндогенного аргинина является обмен белка в организме, однако

эндогенный синтез аргинина не играет важной роли в регуляции гомеостаза у здоровых взрослых людей [1, 24–30; 2, 150–158]. Доказано, что последовательное повышение дозы L-аргинина улучшает общий печеночный кровоток, микроциркуляцию и тканевую оксигенацию в печени крыс с ожирением и у контрольных животных [3, 125–133]. Вместе с тем нет сведений об эффективности применения L-аргинина гидрохлорида и L-аргинина аспартата при неалкогольном стеатогепатите (НАСГ).

Цель работы. Изучить влияние ступенчатого применения Тивортин[®] (L-аргинина гидрохлорида) и Тивортин[®] аспартата (L-аргинина аспартата) на уровень некоторых цитокинов в плазме крови у больных неалкогольным стеатогепатитом, ассоции-

рованным с метаболическим синдромом (МС).

Материал и методы исследования. Обследовано 128 больных НАСГ, ассоциированным с МС. Согласно принципам доказательной медицины с целью проведения исследования эффективности и сравнения предложенных программ лечения была проведена рандомизация больных на 4 группы.

39 пациентов (24 больных НАСГ, ассоциированным с классическим МС, и 15 больных НАСГ, ассоциированным с МС без дислипидемии (ДЛП) — фенотип артериальная гипертензия (АГ) + абдоминальное ожирение (АО) + нарушение толерантности к глюкозе (НТГ)/сахарный диабет (СД) 2 типа), составившие первую (основную) группу (группа IА), на фоне стандартной базисной терапии получали препарат Тивортин® (L-аргинина гидрохлорид) по 100 мл в/в капельно 1 раз в сутки 10 дней на первом этапе лечения с последующим приемом Тивортин аспартата® по 20 мл 2 раза в сутки.

38 пациентов (24 больных НАСГ, ассоциированным с классическим МС, и 14 больных НАСГ, ассоциированным с МС без дислипидемии — АГ + АО + НТГ/СД 2 типа), вошедшие во вторую группу (группа сравнения IБ), получали стандартную терапию: лечебное питание, гепатопротекторы (Эссенциале Форте Н — по 10 мл в/в в крови 1 раз в день № 10, затем по 1800 мг (6 капсул) в день) метформин (по 1000 мг/сут).

26 человек (7 больных НАСГ, ассоциированным с метаболическим синдромом фенотипа АГ+ДЛП + НТГ/СД 2 типа и 19 больных НАСГ, ассоциированным с метаболическим синдромом без нарушения толерантности к глюкозе — фенотип АГ+ДЛП+АО), составившие третью (основную) группу (группа IIА), на фоне базисной терапии получали Тивортин® по 100 мл в/в капельно 1 раз в сутки — 5 дней с последующим переходом на применение Тивортин аспартата® по 10 мл 2 раза в сутки.

25 человек (7 больных НАСГ, ассоциированным с метаболическим синдромом фенотипа АГ+ДЛП+НТГ/СД 2 типа и 18 больных НАСГ, ассоциированным с метаболическим синдромом без нарушения толерантности к глюкозе — фенотип АГ + ДЛП + АО), вошедшие в четвертую группу (группа сравнения IIБ), получали стандартную базисную терапию: лечебное питание, Урсохол — по 15 мг/кг массы тела в день, при наличии нарушения толерантности к глюкозе — метформин (по 1000 мг/сут). Контрольную группу (III группа) составили 34 практически здоровых лица (ПЗЛ).

Использовали общепринятые клинические, лабораторные, инструментальные данные, результаты ультразвукового и морфологического исследования печени, а также определение сывороточных маркеров вирусов гепатита В и С. Исследование проводили до начала лечения и в динамике (через 4 недели от начала лечения).

Содержание фактора некроза опухолей-α (ФНОα) в сыворотке крови определяли с использованием набора реагентов «ProCon TNFα» (ООО «Протеиновый контур», Россия), трансформирующего фактора роста-β1 (ТФРβ1) — с использованием наборов фирмы «Quantikine®» (R & D Systems, Inc., США), уровень интерлейкина-10 (ИЛ-10) — с использованием наборов реактивов фирмы «Вектор Бест» (Новосибирск, Россия) на иммуноферментном анализаторе «Униплан-М» (Россия).

Статистическая обработка результатов исследования проводилась с помощью программы STATISTICA 6.0. Подсчитывали среднее (M), стандартную ошибку среднего (m) и показатель достоверности различия (p).

Результаты и обсуждение. При анализе динамики изменения содержания цитокинов установлено, что повышенное до лечения содержание ФНПа (81,32±2,75 пг/мл — IА группа, 80,18±2,26 пг/мл — IБ группа, 63,24±2,19 пг/мл — IIА группа, 62,59±2,64 пг/мл — IIБ группа) после включения в лечебный комплекс L-аргинина уменьшалось на 40,8% (IА группа) и на 39,6% (IIА группа), в то время как соответствующие изменения при применении стандартной базисной терапии составляли 26,3% (IБ группа) и 24,7% (IIБ группа).

В результате проведенного лечения через 4 недели существенно уменьшалось также содержание ТФРβ1 (с 95,34±6,35 пг/мл до 29,27±2,54 пг/мл — в IА группе, с 92,68±9,12 пг/мл до 51,34±5,45 пг/мл — в IБ группе, с 66,34±6,35 пг/мл до 21,68±6,12 пг/мл — во IIА группе, с 60,27±5,73 пг/мл до 41,34±5,63 пг/мл — во IIБ группе).

Уровень ИЛ-10 в сыворотке крови, несколько повышенный до лечения (p<0,05), после проведенной терапии возвратился к уровню нормы.

З целью оценки выраженности цитокинового дисбаланса при НАСГ, ассоциированном с МС, вычисляли индекс соотношения содержания ИЛ-10 к содержанию ФНОα в сыворотке крови по формуле: (ИЛ-10/ФНОα)×100, что дает возможность объективно оценить соотношение между активностью воспаления при НАСГ, ассоциированном с МС, что подтверждается изменениями уровня ФНОα и проти-

вовоспалительного ответа организма, которая характеризуется динамикой содержания ИЛ-10.

Указанный индекс достоверно увеличивался после лечения только в IA группе (с $12,62 \pm 0,43$ до $18,62 \pm 0,97$, $p < 0,05$). Кроме того отмечались достоверные отличия ($p < 0,05$) при сравнении этого показателя после лечения в IA ($18,62 \pm 0,97$) и IB группах ($14,14 \pm 0,72$), а также во ПА ($21,92 \pm 1,25$) и во ПБ ($17,72 \pm 0,98$) группах.

Выводы. Таким образом, назначение комплексного лечения с использованием ступенча-

того назначения разных форм L-аргинина способствует устранению нарушений цитокинового баланса и существенному улучшению состояния больных неалкогольным стеатогепатитом на фоне МС.

Перспектива дальнейших исследований. Требуется более углубленного изучения механизмы положительного влияния препаратов L-аргинина при лечении неалкогольном стеатогепатита у больных с метаболическим синдромом.

Список литературы:

1. Бабушкина А. В. Эффективность перорального применения L-аргинина у пациентов с эндотелиальной дисфункцией/А. В. Бабушкина//Укр. мед. часопис. – 2010. – № 1. – С. 24–30.
2. Кишко Т. О. Аргинин: биологическое действие, влияние на синтез оксида азота/Т. Кишко, С. Шандренко, Н. Дмитренко//Ж. АМН України. – 2008. – Т. 14, № 1. – С. 150–158.
3. Эффект последовательно увеличивающихся доз L-аргинина на печеночные микроциркуляцию и тканевую оксигенацию при стеатозе/S. Ijaz, M. C. Winslet, A. M. Seifalian//Сучасна гастроентерологія. – 2010. – № 4. – С. 125–133.

*Shtefan Anatoly Vasilyevich,
CHVUZ «International Academy of Ecology and Medicine» Kiev.
E-mail: Shtephan@ukr.net*

*Tsao Tszun Nan,
VGUZ Ukraine «Ukrainian Medical Dental Academy», Poltava.
Novikov Vadim Mikhailovich, Professor,
VGUZ Ukraine «Ukrainian Medical Dental Academy», Poltava.*

Examination of dentitions in patients with pathology of the temporomandibular joint occlusal genesis

Abstract: Examination of patients with temporomandibular joint (TMJ) pathology of occlusive genesis showed that in the majority of cases occlusive disorders in the form of supracontacts, originated due to deformities of dentitions, have been detected. Sensory data, changed by the supracontacts, initiated the process of incoordination of masticatory muscles and TMJ's performance. Elimination of revealed supracontacts normalizes the masticatory muscles and TMJ's performance.

Key words: occlusive disorders, defects of dentitions, deformities of dentitions, supracontacts, TMJ pathology.

*Штефан Анатолий Васильевич,
ЧВУЗ «Международная академия экологии и медицины», г. Киев.
E-mail: Shtephan@ukr.net*

*Цао Цзюнь Нань
ВГУЗ Украины «Украинская медицинская стоматологическая академия», г. Полтава.
Новиков Вадим Михайлович, профессор
ВГУЗ Украины «Украинская медицинская стоматологическая академия», г. Полтава.*

Обследование зубных рядов у пациентов с патологией височно-нижнечелюстного сустава окклюзионного генеза

Аннотация: Обследование пациентов с патологией височно-нижнечелюстного сустава (ВНЧС) окклюзионного генеза показали, что в большинстве случаев определялись окклюзионные нарушения в виде супракон-

тактов, которые возникли вследствие деформаций зубных рядов. Сенсорная информация, изменённая супраконтактами, запускала процесс дискоординации работы жевательных мышц и ВНЧС. Устранение выявленных супраконтактов нормализует работу жевательных мышц и ВНЧС.

Ключевые слова: Окклюзионные нарушения, дефекты зубных рядов, деформации зубных рядов, супраконтакты, патология ВНЧС.

Актуальность

Окклюзионные нарушения в зубочелюстной системе могут являться как причиной, так и отягощающими факторами при целом комплексе стоматологических заболеваний. [1, 17–18; 2, 49–54]

За последние десятилетия появилось большое количество публикаций, посвященных функциональным нарушениям зубочелюстной системы, что указывает на значительное распространение и оправдывает постоянный интерес к данной патологии. [3, 66–69; 4, 42–44]

Объекты исследования

Объектами клинического исследования были жители Киева, Киевской и Полтавской областей в количестве 93-х человек (69 женщин и 24 мужчины) в возрасте 16–73 лет с клиническими признаками болевого синдрома дисфункции височно-нижнечелюстного сустава (БСД ВНЧС).

Большинство пациентов обращались с жалобами на боль, щелканье в одном или в обеих ВНЧС с иррадиацией боли в затылок, шею, теменную, височную и подчелюстную области, на невозможность найти

«удобное» положение челюсти. Из опроса пациентов установлены или давняя потеря зубов, или недавние вмешательства стоматологов (ортопедов или терапевтов), после которых и возникли симптомы описанные выше.

Обсуждение полученных результатов

Результаты обследования моделей челюстей 93-х пациентов с БСД ВНЧС окклюзионного генеза показали, что в преобладающем большинстве случаев (64 пациентов (68,82%)) обнаруживался не симметричный латерально направляющий супраконтакт, эти пациенты составили I-ю группу. Во 2-ю группу вошли 12 (12,9%) пациентов с двусторонним симметричным мезиально направляющим супраконтактом. В 3-ю группу вошли 17 (18,28%) пациентов с симметричным дистально направляющим супраконтактом.

При клиническом обследовании 93 пациентов выявлены дефекты зубного ряда у 56 пациентов (60,21%), у 3 пациентов (3,23%) были беззубые челюсти, а у 34 пациентов (36,56%) определялся полный зубной ряд. Результаты обследования зубных рядов представлены в таблице 1.

Таблица 1. – Результаты обследования зубных рядов у 93 пациентов

	1-я группа		2-я группа		3-я группа		Всего	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
1 класс	2	2,15%	0	0%	3	3,23%	5	5,38%
2 класс	11	11,83%	0	0%	2	2,15%	13	13,98%
3 класс	27	29,03%	4	4,30%	5	5,38%	36	38,71%
4 класс	0	0%	2	2,15%	0	0%	2	2,15%
Итого зубных рядов с наличием дефектов	40	43,01%	6	6,45%	10	10,76%	56	60,22%
Беззубые челюсти	2	2,15%	1	1,08%	0	0%	3	3,23%
Полный зубной ряд	31	33,33%	2	2,15%	1	1,08%	34	36,56%

Качественный анализ дефектов зубных рядов у 56 пациентов позволил установить, что у 29-и пациентов (51,77%) имели место дефекты зубных рядов малой протяженности, у 16 человек (28,57%) — средней протяженности, и у 11-и пациентов (19,64%) — большой протяженности. Результаты обследования зубных рядов представлены в таблице 2.

Таблица 2. – Результаты обследования зубных рядов 56 пациентов

Дефекты зубных рядов	1-я группа		2-я группа		3-я группа		Всего	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
Большие дефекты	6	10,71	1	1,78%	4	7,14%	11	19,64%
Средние дефекты	11	19,64%	3	5,36%	2	3,57%	16	28,57%
Малые дефекты	20	35,71%	8	14,29%	1	1,78%	29	51,77%

Наличие дефектов на челюстях у 56 пациентов представлены в таблице 3.

Таблица 3. – Локализация дефектов зубных рядов у 56 пациентов

Наличие дефектов на челюстях	1-я группа		2-я группа		3-я группа		Всего	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
На нижней челюсти	16	28,57%	3	5,36%	5	8,93%	24	42,86%
На верхней челюсти	7	12,5%	3	5,36%	1	1,78%	11	19,64%
Обе челюсти	14	15,05%	4	7,14%	3	5,36%	21	37,5%

Наиболее часто дефекты зубного ряда локализовались на нижней челюсти — 24 пациента (42,86%), либо на обеих челюстях одновременно — 21 пациент (37,5%). На верхней челюсти дефекты были обнаружены у 11-и пациентов (19,64%).

Исходя из этого, можно предположить, что даже небольшие по протяженности дефекты вызывали деформации в зубных рядах и играли значимую роль в развитии заболевания. Это подтверждает тот факт, что у 46 пациентов (82,14%) с включенными дефектами развивалось привычное одностороннее жевание на стороне, противоположной дефекту, как компенсаторная реакция на ухудшение измельчения пищи.

На основании проведённого анализа диагностических данных была определена концепция развития БСД ВНЧС окклюзионного генеза. Ключевым звеном в патогенезе развития БСД ВНЧС у пациентов с нарушениями зубных взаимоотношений и деформацией зубных рядов является дискоординация деятельности жевательных мышц, которая приводит к изменению взаимоотношений внутрисуставного диска и головки нижней челюсти и, следовательно, к нарушению внутрисуставных взаимоотношений (внутренние нарушения ВНЧС), а действие травмирующего агента (супраконттакт) нарушает равновесие (гомеостаз) в зубочелюстно-лицевой системе. Сенсорная информация, изменённая супраконтрактами, от периферических рецепторов полости рта через сенсорно-моторные системы поступает в ЦНС. Поступившая информация «сигнализирует» о случившемся в периферических отделах жевательного аппарата. В результате происходит «включение» компенсаторных механизмов, и в первую очередь механизмов охранительного торможения. Значение охранительного торможения заключается в избирательном действии на двигательный нерв, который подавляет мышечный автоматизм. Движения нижней челюсти предотвращают или ограничивают смыкание с верхней в тех положениях, которые в этот период передают сенсорную информацию в ЦНС от рецепторов пародонта о чрезмерной нагрузке.

По нашим данным, если в период до 3 месяцев искусственно или естественным путем убирается травмирующий агент (супраконттакт), то поступление сенсорной информации прекращается, действие торможения постепенно начинает угасать, при этом двигательный нерв входит в своё изначальное состояние. Движения нижней челюсти носят условно-безусловный характер и после нормализации сенсорной информации от структур полости рта в 3-х месячный период, происходит отмена охранительного рефлекса, координация сенсорно-моторных систем жевательного аппарата быстро восстанавливается.

Выводы. Таким образом, изучение моделей челюстей позволяет установить или предположить причину, приводящую к развитию патологии ВНЧС и болезненному спазму мышц. Устранение выявленных супраконтрактов нормализует объём суставного пространства, позволяет предупредить развитие адгезивно-спаечных процессов в сочленении, восстановить функциональное пространство движения диска и его амортизационную функцию.

Список литературы:

1. Новиков В. М. Избирательное шлифование зубов при дисфункциональных состояниях ВНЧС //Український стоматологічний альманах. № 1. – 2003. – С 17–18.
2. Новиков В. М., Штефан А. В. Диагностика патологии Височно-нижнечелюстного сустава окклюзионного генеза. //Вісник проблем біології та медицини. – 2014. – Випуск 2, том 2 [108]. – С 49–54.
3. Штефан А. В., Новиков В. М. Лечение пациентов с патологией височно-нижнечелюстного сустава окклюзионного генеза. //Луганський державний медичний університет. – Український Медичний Альманах науково-практичний журнал. Луганськ, – 2014. --№ 2 (Т. 17). –С 66–69.
4. Новіков В. М. Морфометричні особливості функціональнодіючих елементів зубощелепної системи за даними МР-томографії. //Український стоматологічний альманах. – 2006. –№ 4. – С 42–44.

Section 6. Agricultural sciences

Секция 6. Сельскохозяйственные науки

Kokolova Luidmila Michailovna, Doctor of Veterinary Science

E-mail: kokolova_lm@mail.ru

Gavrilyeva Lubov Yurevna, Ph. D. in veterinary science

Maksymivna Svetlana Stepanova, graduate student

*The Russian Federation of the Yakut scientific research Institute
of agriculture laboratory of helminthology*

The study of environmental change on epizootology parasitic diseases herd of horses content of Yakutia

Abstract: One of the limiting factors increase the productivity of horse breeding are diseases caused by helminths, which are widely spread on the territory of Yakutia and damage due to the lower productivity of animals and mortality of young animals. Also found in the body of the animal often parasitizes not one worms, and several pathogens that are in the complicated relations both with one another and with the host organism. Today the infection of horses Yakutia helminths is 100%, species composition, 49 species of worms.

Keywords: horses, worms, *Delafondia vulgaris*, *Alfortia edentates*, *Strongylus equines*, *Trichonematidae*.

Коколова Людмила Михайловна, доктор ветеринарных наук

E-mail: kokolova_lm@mail.ru

Гаврильева Любовь Юрьевна, кандидат ветеринарных наук

Максимовна Степанова Светлана, аспирант

*Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства
лаборатория гельминтологии*

Изучение экологических изменений по эпизоотологии паразитарных заболеваний лошадей табунного содержания Якутии

Аннотация: Одним из сдерживающих факторов увеличение продуктивности табунного коневодства являются заболевания вызываемые гельминтами, которые широко распространены на территории Якутии и причиняют ущерб из-за снижения продуктивности животных и падежа молодняка. Также установлено, что в организме животного чаще всего паразитирует не один гельминт, а несколько возбудителей, которые находятся в сложных взаимоотношениях как друг с другом, так и с организмом хозяина. На сегодняшний день зараженность лошадей Якутии гельминтами составляет 100%, видовой состав представлен 49 видами гельминтов.

Ключевые слова: лошади, гельминты, *Delafondia vulgaris*, *Alfortia edentates*, *Strongylus equines*, *Trichonematidae*.

Табунное коневодство в Якутии является традиционной и важной отраслью животноводства. Табунное содержание лошадей и развитие этой технологии в Якутии способствует разведению местной якутской породы лошадей, хорошо приспособленных круглогодичному пастбищно-тебеневочному содержанию и к суровому климату севера. По данным М. Г. Сафро-

нова (1966) зараженность параскаридозом у молодняка лошадей в возрасте от 1 до 2 лет экстенсивность инвазии составляет (ЭИ) 92,2%, при интенсивности инвазии (ИИ) от 12 до 245 гельминтов. У взрослого поголовья в возрасте от 5–8 лет, ЭИ составляет 31,8–44,3%, при ИИ от 5 до 76 экз. на голову. При описании развития параскарида, он пришел к выводу, что

яйца параскарид в условиях Якутской АССР достигают инвазионной стадии в конце мая и в начале июня, когда устанавливается теплое время года с устойчивой температурой воздуха свыше $+9-10^{\circ}\text{C}$. В условиях Центральной Якутии жеребята заражаются параскаридозом уже в первые дни жизни. Необходимо отметить, что ЭИ у жеребят текущего года рождения начиная с августа, постепенно нарастает, и в октябре-ноябре достигает 100% инвазированности. С декабря процент зараженности молодняка параскаридами снижается и в марте-мае следующего года ЭИ составляет 41–47%. При стронгилятозах ЭИ у лошадей табунного содержания составляет 100%, при ИИ более 100000 экземпляров на голову. При анолоцефалидозах ЭИ — 68%, ИИ — от 15 до 116 экземпляров на голову. ЭИ лошадей табунного содержания оксиурозом составляет 42,2%, при ИИ до 34 экз. на голову [5].

С. И. Исаков (1973), отмечает 100% инвазированность лошадей табунного содержания стронгилятами, из них 85,8% занимают трихонематиды, 14,2% — стронгилиды. По данным С. И. Исакова (1973) фауна стронгилят представлена 6 родами: *Delafondia* (43,6%), *Alfortia* (35,6%), *Graterostomum* (8,2%), *Strongylus* (7,5%), *Triodontochorus* (4%), *Oesophagodontus* (1,1%).

ЭИ у молодняка *Delafondia vulgaris* составляет 13–78,2%, *Alfortia edentates* 13,0–60,8%, *Strongylus equinus* 17,4–56,5% и *Trichonematidae* 40,0–100%. У взрослого поголовья *Delafondia vulgaris* отмечаются 80,0–93,3%, *Alfortia edentates* 66,6–93,3%, *Strongylus equinus* 33,3–60,0% и *Trichonematidae* 100%. Также он отметил, что у жеребят текущего года рождения *Trichonematidae* в желудочно-кишечном тракте появляются в июле-сентябре, максимальное количество — октябре-ноябре, постепенно снижаясь в течение зимы. ЭИ жеребят *Delafondia vulgaris*, *Alfortia edentates* и *Strongylus equinus* постепенно увеличивается с ноября и достигает максимума в марте-мае следующего года [4].

По результатам исследований М. В. Андреева (1992) установила, что одним из широко распространенных паразитарных заболеваний лошадей табунного содержания является анолоцефалидоз (от 48,2% до 70,4%). М. В. Андреева (1992) отмечает, что интенсивность инвазии при анолоцефалидозе у жеребят до 1-го года в среднем составляет $9,5 \pm 1,21$ экз. (при колебании от 2 до 43 экз.), молодняка 1–3 лет — $14,3 \pm 4,17$ экз. (1–41), у взрослых лошадей — $13,9 \pm 3,58$ экз. (2–57). Жеребята текущего года

впервые заражаются в начале июня, в возрасте 1,0–1,5 месяцев. Выделение яиц анолоцефалид во внешнюю среду начинается в начале августа, максимальная инвазия регистрируется в октябре (ЭИ 58,3%) [1].

Исследование В. А. Большаковой (1998) показывают, что паразитарные заболевания лошадей Центральной и Западной зоны Якутии протекают в виде смешанных инвазий (микстинвазии), где участвуют возбудители нескольких паразитарных болезней. По данным В. А. Большаковой экстенсивность инвазии при параскаридозе составляет 56,4–63,8%, стронгилятозе и оксиурозе 97,0–100%, и 40,8–52,9% соответственно по зонам исследования. При параскаридозе жеребят до года интенсивность инвазии составляет $13,2 \pm 1,1$ экз., молодняка 1–3 лет — $11,1 \pm 1,4$ экз., взрослых лошадей — $10,2 \pm 1,4$ экз.; при стронгилятозе — $104,5 \pm 2,6$ экз., $103,4 \pm 3,2$ экз., $85,0 \pm 3,2$ экз.; при оксиурозе $84,9 \pm 4,25$ экз., $110,6 \pm 13,6$ экз., $233,4 \pm 31,1$ экз. соответственно [2].

При изучении эпизоотологии параскариоза лошадей в Центральной зоне Якутии В. П. Григорьев (1999, 2001) отмечает широкое распространение заболевания. По результатам исследований экстенсивность инвазии (ЭИ) составляет 44,3% при обнаружении в г фекалий $34,9 \pm 4,9$ экз. яиц *Parascaris equorum*, интенсивность инвазии (ИИ) составляла 22,5±4,7 гельминта на голову. ЭИ у жеребят в возрасте до года равнялась 89,4%, 1–2 лет — 63,7%, 2–4 лет — 39,6% и старше 4 лет — 18,4% при ИИ, равной соответственно $33,2 \pm 5,4$; $25,7 \pm 5,2$; $21,4 \pm 4,7$ и $14,5 \pm 4,5$ гельминта на голову [3].

Результаты исследования

Проведены гельминтологические вскрытия 35 жеребят в возрасте до года и 12 лошадей старше 4 лет, из них в Намском районе 7 жеребят и лошадей старше 4 лет — 3, Мегино-Кангаласском 8 жеребят и старше 4 лет — 2, Амгинском 6 и 2, (Центральная зона), Сунтарском 8 и 3 и Нюрбинском 6 и 2 (Западная зона), соответственно. При вскрытии лошадей нами установлено 100% зараженность стронгилятозами. При определении видового состава гельминтов лошадей табунного содержания Центральной и Западной зоны Якутии наиболее распространенными и основными видами стронгилят являются *Alfortia edentates*, *Delafondia vulgaris*, *Strongylus equinus* и многочисленные виды *Trichonematidae*. При вскрытии установили, что из общего числа 47 исследованных голов лошадей табунного содержания в Центральной и Западной зонах Якутии обнаружены: у 43 лошадей *Alfortia edentatus* (Looss, 1900; Skrjabini, 1933), что составило 91,5%,

при средней интенсивности инвазии $314 \pm 5,2$ экз.; у 36 голов *Delafondia vulgaris* (Looss, 1902), экстенсивность инвазии — 76,6%, при среднем количестве до $295 \pm 8,2$ экз.; у 24 лошадей *Strongylus equinus* (Muller, 1784) — 51,1%, при средней интенсивности инвазии $161 \pm 3,4$ экз. на 1 голову. *Oesophagodontus robustus* (Giles, 1892) Railliet et Henry, 1902 обнаружены в Центрального и Юго-Восточного районов и в Заполярье (Среднеколымский район) — 25,5% и 9 голов в Западной Якутии — 19,1%, в среднем $25 \pm 5,6$ экземпляров. *Craterostomum acuticaudatum* (Kotlan, 1919) этот вид стронгилят нами обнаружены у 6 голов в Центральной — 12,8% и 8 голов в Западной Якутии — 17%, среднее количество обнаруженных стронгилид составляет $161 \pm 3,4$ экземпляров. *Triodontophorus brevicauda* (Boulenger, 1916) зарегистрированы в Среднеколымском, Усть-Майском и в Верхоянском районах, в Центральной зоне — 6,4% жеребят и у 2-х взрослых лошадей Западной зоны Якутии — 4,3%, в среднем количество гельминтов составляло $22 \pm 1,2$ экземпляров. *Triodontophorus serratus* (Looss, 1902) обнаружен в районах Юго-Востока и Крайнего Севера Якутии, обнаружен у двух жеребят в Центральной — 4,3% и одной взрослой лошади Западной зоны — 2,1%, в количестве $31 \pm 1,4$ экземпляров. *Triodontophorus tennicollus* (Boulenger, 1916) нашли у лошадей в районах Юго-Восточного и Крайнего Севера (Усть-Майский, Среднеколымский, Верхоянский), в Центральной и Западной Якутии у всех исследованных лошадей — 100%, в среднем $26 \pm 1,3$ экземпляров. *Trichonema aegyptiacum* (Railliet, 1923) обнаружен в Усть-Майском и Верхоянском районах. Нами обнаружен в Сунтарском районе (Западная зона) у одного жеребенка — 2,1% в количестве 5 экземпляров. *Trichonema alveatum* (Looss, 1900) в Якутии впервые регистрировался в Усть-Майском районе, затем в Мегино-Кангаласском районе (Центральная зона) у одной лошади — 2,1% в количестве 8 экземпляров. *Trichonema calicatum* (Looss, 1900) в Якутии впервые этот вид был отмечен М. Г. Сафроновым (1953) в Алексеевском районе. Нами обнаружен в Мегино-Кангаласском и Намском районах (Центральная зона) у двух лошадей — 4,3% в количестве 230, 367 экземпляров. *Trichonema longybursatum* (Yorke et Macfie, 1918), *Trichonema minutum* (Yorke et Macfie, 1918), *Trichonema subcoronatum* (Jamaguti, 1943) распространены повсеместно. *Caballonema longicapsulatum* (Abuladze, 1937) в Якутии впервые был зарегистрирован М. Г. Сафроновым (1953), мы обнаружили в Сунтарском районе (Западная зона)

у одного жеребенка — 2,1% в количестве 6 экземпляров. *Cylicocyclus adersi* (Boulenger, 1929) Erschow, *Cylicocyclus brevicapsulatum* (Ihle, 1920) Erschow, 1939, *Cylicocyclus elongatum* (Looss, 1900) Erschow, 1939 обнаружили в Намском у 11 голов, Мегино-Кангаласском у 10 голов (Центральная зона — 44,7%) и Сунтарском районе у 11 голов (Западная зона — 23,4%) в среднем $11 \pm 1,2$ экземпляров. *Cylicocyclus insigne* (Boulenger, 1917) Erschow, 1939, *Cylicocyclus nassatum* (Looss, 1900) Erschow, 1939, *Cylicocyclus radiatum* (Looss, 1900) Erschow, 1939, *Cylicocyclus ultrajectinum* (Ihle, 1920) Erschow, 1939 в Якутии распространены повсеместно, в Центральной Якутии обнаружили у 8 голов (17%) и 11 голов Сунтарского района (Западная зона — 23,4%), средняя интенсивность инвазии составило $35 \pm 1,1$ экземпляров.

Cylicodontophorus bicoronatum (Looss, 1900) Erschow, 1939, *Cylicodontophorus euproctus* (Boulenger, 1917) Erschow, 1939, *Cylicodontophorus mettami* (Leiper, 1913) Erschow, 1939, *Cylicodontophorus ornatum* (Kotlan, 1919) Erschow, 1939, *Cylicodontophorus pateratum* (Yorke et Macfie, 1919) Erschow, 1939, *Cylicodontophorus sagittatum* (Kotlan, 1920) Erschow, 1939 нами были обнаружены в Намском, Мегино-Кангаласском, Хангаласском (Центральная зона) и Сунтарском районах (Западная зона) при вскрытии 6-месячных жеребят до 2,1% в количестве 1–2 экземпляров.

Gyalosephalus capitatus (Looss, 1900) в Якутии этот вид обнаружили в Намском районе (Центральная зона) при вскрытии одной взрослой лошади — 2,1% в количестве 13 экземпляров. *Petrovinema rosulatum* (Looss, 1900) Erschow, 1943 у лошадей в Центральной Якутии обнаружили до 35 экз. на 1 голову.

Petrovinema skrzyabini (Erschow, 1930) Erschow, 1943 в Среднеколымском и Усть-Майском районах, в Сунтарском районе (Западная зона) у одного 6-месячного жеребенка — 2,1% в количестве 7 экземпляров. *Poteriostomum imparidentatum* (Quiel, 1919) в Центральной Якутии. Нами обнаружен в Намском районе (Центральная зона — 2,1%) в количестве 3 экземпляров. *Poteriostomum ratzii* (Kotlan, 1919) нами обнаружен в Сунтарском районе (Западная зона) у двух 6-месячных жеребят — 4,3% с интенсивностью инвазии 7 и 11 экземпляров. *Poteriostomum skrzyabini* Erschow, 1939 обнаружили в Сунтарском районе (Западная зона) у одного жеребенка — 2,1% в количестве 18 экземпляров.

Schulzitriconema asymmetricum (Theiler, 1923) Erschow, 1943 впервые зарегистрирован С. И. Иса-

ковым (1969) в Верхоянском районе, нами обнаружены в Намском районе (Центральная зона) у одной взрослой лошади — 2,1% в количестве 3 экземпляров. *Schulzitriconema goldi* (Boulenger, 1917) Ershow, 1942 у 9 голов в Сунтарском (Западная зона — 19,1%), у 4 голов Мегино-Кангаласского и 7 голов Намского районов (Центральная зона — 23,4%) среднее количество $840 \pm 7,8$ экземпляров. *Schulzitriconema leptostomum* (Kotlan, 1920) Erschow, в Среднеколымском районе, в Намском районе (Центральная зона — 2,1%) в количестве 15 экземпляров.

Выводы

При сравнении результатов наших исследований с результатами исследований Н. М. Губанова (1964),

М. Г. Сафронова (1966, 1975), С. И. Исакова (1971) к ранее установленным видам стронгилят лошадей табунного содержания другие виды не были выявлены.

Таким образом, фаунистические исследования гельминтов и изучение распространенности видов стронгилят у лошадей табунного содержания в Центральной и Западной зонах Якутии, показали, что у лошадей паразитируют 42 вида стронгилят. Наиболее распространенным и основными видами стронгилят являются *Strongylus equinus*, *Alfortia edentates*, *Delafondia vulgaris* и многочисленные виды *Trichonematidae*. Установили, 100% зараженность лошадей табунного содержания стронгилятами, притом с высокой интенсивностью инвазии.

Список литературы:

1. Андреева М. В. Аноплогофалидозы лошадей в условиях республики Саха (Якутия) (биология, эпизоотология и меры борьбы): автореф. дис. ... канд. вет. наук/М. В. Андреева. – М., 1992. – 17 с.
2. Большакова В. А. Нематодозы пищеварительного канала лошадей республики Саха (Якутия) и усовершенствование мер борьбы с ними: автореф. дис. ... канд. вет. наук/В. А. Большакова. – М., – 1998. – 25 с.
3. Григорьев В. П. Эколого-эпизоотическая характеристика параскариоза и оптимальные схемы дегельминтизации табунных лошадей центральной зоны Республики Саха (Якутии): автореф. дис. ... канд. вет. наук/В. П. Григорьев. – М., 1999. – 19 с.
4. Исаков С. И. Гельминтозы лошадей в условиях косячно-табунного содержания и терапия этих заболеваний//Вредные насекомые и гельминтозы Якутии: Сб. ин-та биологии Якутск. Филиала СО АН СССР. – Якутск, 1971. – С. 109–115.
5. Сафронов М. Г. К изучению фауны паразитических червей лошадей Якутской АССР/М. Г. Сафронов//Работы по гельминтологии. – 1953. – С. 636–641.

Section 7. Technical sciences

Секция 7. Технические науки

Kim Aleksey Yurievich, Dr. of technical science, «Theory of structures and constructions»

Department, Saratov State Technical University, Named after Y. A. Gagarin, Saratov

E-mail: alexukim@yandex.ru

Ermilov Dmitry, Student of 3th course, Yuri Gagarin Saratov State Technical University of Saratov

Smirnov Alexander, Student of 3th course, Yuri Gagarin Saratov State Technical University of Saratov

E-mail: Movlit_tolekov@rambler.ru

Calculation of combined pressurized systems using iterative incremental approach

Abstract: This research paper describes an updated calculation procedure being developed by the author for combined membrane inflated/pressurized systems considering nonlinear factors and elastic action of air in pressurized hollow spaces. Modern air-inflated pneumatic systems consist of the following components: air pressurizing fan/blower which can be combined with heat generator, air locks and flexible properly secured enclosure which forms hollow space with positive pressure. In contrast to air-inflated structures where positive air pressure is created in the building between the enclosure and the floor lens-shaped structures do not require sealing of the internal building and installation of air locks. Cover membranes can be made of metals or man-made light transmissive materials.

Keywords: membrane pneumatic constructions, method increments parameters, step method, the finite element method.

*Ким Алексей Юрьевич, Научный руководитель, д-р техн. наук,
профессор кафедры ТСК, СГТУ имени Гагарина Ю. А., г. Саратов*

E-mail: alexukim@yandex.ru

*Ермилов Дмитрий, Смирнов Александр
студенты 3 курса, СГТУ имени Гагарина Ю. А., РФ, г. Саратов*

E-mail: Movlit_tolekov@rambler.ru

Итерационный метод приращений в задачах расчёта мембранно-пневматических сооружений

Аннотация: Статья знакомит специалистов с разрабатываемой автором уточненной методикой расчета комбинированных мембранно-пневматических сооружений с учетом нелинейных факторов и упругой работы воздуха в пневматических полостях. Современное воздухоопорное пневматическое сооружение содержит воздухонагнетательный вентилятор, который может быть совмещён с теплогенератором, шлюзы и гибкую оболочку, закреплённую по контуру и образующую полость с избыточным давлением воздуха. В отличие от воздухоопорных сооружений, в которых избыточное давление воздуха создается в помещении между оболочкой и полом, линзообразные сооружения не требуют герметизации внутреннего помещения и устройства шлюзов.

Ключевые слова: мембранно-пневматические сооружения, метод приращения параметров, шаговый метод, метод конечных элементов.

Авторы статьи студенты 3 курса СГТУ имени Гагарина Ю. А. под руководством проф. Кима А. Ю. исследовали ряд воздухоопорных и линзообразных сооружений, обладающих высокими технико-экономическими показателями.

По данным известного российского ученого профессора Московского архитектурного института В. В. Ермолова пневматические сооружения очень эффективны для строителей, МЧС и в виде спортивных сооружений. [1]

В статье описывается итерационный метод последовательных приращений параметров с поэтапным применением метода конечных элементов, с помощью которого автор рассматривает линзообразные пневматические и воздухоопорные сооружения.

Прежде чем излагать итерационный метод приращений параметров, напомним историю создания известного шагового метода приращений параметров.

Численный метод приращений параметров, применяемый для решения нелинейных операторных уравнений, получил развитие во второй половине двадцатого века. [2]

Начиная с семидесятых годов данный метод, широко применяется и совершенствуется учёными многих стран и постепенно получает устойчивое название «метод приращений параметров». [3]

В известном методе приращений параметров варьируются различные параметры: параметры, характеризующие нагрузочные воздействия, параметры, характеризующие жёсткость системы и, наконец, параметр времени. Поэтапная линеаризация системы нелинейных уравнений производится по выбираемым параметрам x . Затем варьируемым параметрам последовательно придаются малые приращения Δx . Исходное напряженно-деформированное состояние системы, соответствующее некоторым значениям x_i варьируемых параметров x , считается известным. Все последовательные этапы расчета состоят в определении изменения напряженно-деформированного состояния при задаваемых изменениях варьируемых параметров. Для того чтобы на каждом этапе можно было в рамках требуемой точности пренебречь нелинейными членами (с применением на шаге численной процедуры Эйлера), приращения Δx параметров назначаются достаточно малыми.

На конечной стадии монтажа система определена, усилия в её элементах соответствуют равновесному состоянию, система обладает достаточной несущей способностью. На стадии эксплуатации к системе могут быть приложены пневматическая нагрузка, силовая нагрузка, температурное воздействие и кинематическое воздействие в любых сочетаниях.

На каждом шаге приращения параметров с помощью матрицы связанности узлов формируется исходная система поэтапно линеаризованных алгебраических уравнений:

$$[r_{ab}]\eta = (R_a), \quad (1)$$

где gab — глобальная матрица жесткости системы; η — матрица — столбец искомых перемещений; (Ra) — матрица — столбец свободных членов.

Порядок матрицы $[gab]$ равен $N = 3K - d$, где d —

количество заданных опорных связей закрепленных узлов системы.

Вычислив коэффициенты системы уравнений (1) при $a = 1, K$, в соответствии с номерами узлов системы формируем разрешающую систему уравнений метода конечных элементов

$$[r_{ik}]\bar{x}_k = (R_i), \quad i = \overline{1, K}; \quad k = \overline{1, K}, \quad (2)$$

в соответствии с глобальной нумерацией наложенных на систему связей.

Решая систему уравнений (2), находим искомые перемещения xk и распределяем их по узлам системы, т. е. определяем узловые перемещения u_{na} , v_{na} и w_{na} , полученные системой на шаге n по направлению осей x , y и z .

Далее определяем приращение продольного усилия ΔN_{ab} в каждом стержне ab на шаге n . Значения координат узлов системы x_a , y_a , z_a в конце n -го шага варьирования параметров определяются по формулам

$$x_{n+1,a} = x_{na} + u_{na}; \quad y_{n+1,a} = y_{na} + v_{na}; \quad z_{n+1,a} = z_{na} + w_{na}. \quad (3)$$

При расчете мембранно-пневматических систем проф. Ким А. Ю. предложено учитывать упругие свойства воздуха, закаченного в герметически замкнутую полость сооружения, т. е. учитывать влияние на давление p_n упругих перемещений поясов линзообразного покрытия. При этом приращение объема пневмолинзы ΔV определяется в зависимости от давления P и температуры T воздуха в замкнутой полости пневмолинзы.

Из универсального уравнения состояния газа

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P V}{T}, \quad (4)$$

объединяющего известные законы Бойля-Мариотта и Гей-Люссака, в котором параметры P_1 , V_1 , T_1 характеризуют систему на конечной стадии монтажа, с учетом зависимостей

$$P = P_1 + \Delta P, \quad V = V_1 + \Delta V, \quad T = T_1 + \Delta T$$

находим, что

$$\Delta P = \frac{P}{T} \Delta T - \frac{P_1}{V} \Delta V. \quad (5)$$

Вычисляем приращение объема ΔV замкнутой полости (помещения, пневмолинзы или нескольких пневмолинз, если они являются сообщающимися сосудами) в зависимости от вертикальных прогибов поясов покрытия на произвольном шаге n нагружения системы.

Полагая

$$\begin{aligned} \Delta P &= p_n, \quad \Delta V = \Delta V_n, \quad \Delta T = \Delta T_n, \\ P &= P^0, \quad V = V^0, \quad T = T^0, \end{aligned} \quad (6)$$

где P_0, V_0, T_0 характеризуют невозмущённое состояние системы на текущем шаге n , т. е.

$$P^0 = P_1 + \sum_{r=1}^{n-1} p_r + 0,5 p_n^{(c-1)}, \quad V^0 = V_1 + \sum_{r=1}^{n-1} V_r + 0,5 \Delta V_n^{(c-1)},$$

$$T^0 = T_1 + \sum_{r=1}^{n-1} T_r = 0,5 \Delta T_n^{(c-1)}, \quad (7)$$

выражаем приращение давления в замкнутой полости на шаге n через приращения на шаге n температуры ΔT_n и объёма ΔV_n замкнутой полости

$$\Delta P_n^{(c)} = p_n^{(c)} = \frac{P^0}{T^0} \Delta T_n - \frac{P_1}{V^0} \Delta V_n. \quad (8)$$

Список литературы:

1. Ермолов В. В. Воздухоопорные здания и сооружения. – М.: Стройиздат, 1980. – 304 с.
2. Ким А. Ю. Численное исследование нелинейных мембранно-пневматических систем. СГАУ, Саратов, 2001. – 263 с. Монография депонирована в ВИНТИ РАН 28.04.01 № 1122 – В2001.
3. К решению задач в нелинейных операторах/ Давиденко Д. Ф. Москва.: Высшая школа. – 1953–412 с.

*Kim Aleksey Yurievich, Dr. of technical science, «Theory of structures and constructions»
Department, Saratov State Technical University Named after Y. A. Gagarin, Saratov
E-mail: alexukim@yandex.ru*

*Ambaradan Ara, Student of 3th course, Yuri Gagarin Saratov State Technical University of Saratov
Arakelyan Arsen, Student of 3th course, Yuri Gagarin Saratov State Technical University of Saratov
E-mail: Movlit_tolekov@rambler.ru*

Static calculation methodology for nonlinear pressurized structures using semianalytical incremental approach with step-by-step iterative procedure

Abstract: The calculation procedure for special membrane pneumatic and suspension framed systems considering geometrical nonlinear features is based on the well-known iterative method of sequential loading. Step-by-step (incremental) approach of sequential loading gained the wide recognition in late fifties and early sixties of the twentieth century. The programs developed using this technique enabled to accurately calculate many complicated systems including nonlinear ones i. e. pneumatic systems.

Keywords: iterative method, membrane pneumatic constructions, cable-rod system.

*Ким Алексей Юрьевич, Научный руководитель, д-р техн. наук,
профессор кафедры ТСК, СГТУ имени Гагарина Ю. А., г. Саратов
E-mail: alexukim@yandex.ru*

*Амбарданян Ара, Аракелян Арсен
студенты 3 курса, СГТУ имени Гагарина Ю. А., РФ, г. Саратов
E-mail: Movlit_tolekov@rambler.ru*

Методика статического расчета нелинейных пневматических сооружений полуаналитическим методом приращений с итерационной процедурой на шаге

Abstract: Излагаемая в статье методика расчета пространственных мембранно-пневматических и вантово-стержневых систем с учетом геометрической нелинейности основана на известном итерационном методе

последовательных нагружений. Шаговый метод последовательных нагружений приобрёл широкую известность в конце пятидесятых начале шестидесятых годах двадцатого столетия. С помощью основанных на нём программ удалось достаточно точно рассчитать многие сложные системы, в том числе сугубо нелинейные, такие как пневматические сооружения.

Ключевые слова: итерационный метод, мембранно-пневматические сооружения, вантово-стержневые системы.

Рассмотрим сначала идейную сторону известного метода последовательных нагружений на примере произвольной гибкой системы, в которой при действии произвольных статических нагрузок проявляются нелинейные факторы. [1].

Пусть напряженно-деформированное состояние произвольной гибкой системы описывается некоторым нелинейным функционалом A ,

$$A(x, y) = 0, \quad (1)$$

который включает в себя непрерывно зависящие от множества параметров x системы функции накоплений $y \subset Z$, отражающие изменение жесткости системы в процессе её деформирования, и искомые функции Z , выражающие собой перемещения, деформации и напряжения в системе.

Если эти функции непрерывны и дифференцируемы по Фреше в точке x, y , то при достаточно малой величине Δx , т. е. при $\|\Delta x\| \leq \delta$, справедливо равенство: $A(x + \Delta x, y + \Delta y) - A(x, y) = A'(x, y)\Delta x + O\|\Delta x\|$, (2)

где $A'(x, y)$ — производная Фреше функционала A в точке x, y ;

$A'(x, y)\Delta x$ — дифференциал Фреше;

$\|\ \|$ — норма.

Вводя обозначение

$$\frac{\partial Z_v}{\partial x_\mu} = A'_{v\mu}(x, y), \quad (3)$$

запишем на основании равенства (2) решение уравнения

$$A(x, y) = 0, \quad (4)$$

по методу последовательных нагружений с применением численной процедуры метода Эйлера первого порядка точности, впервые применённой проф. Петровым В. В.:

$$\Delta Z_{nv} = \Delta x_{n\mu} \cdot A'_{v\mu}(x_{n-1,\mu}, y_{n-1}), \quad (5)$$

где: n — номер текущего шага;

$\Delta x_{n\mu}$ — приращение параметра x_μ на шаге n ;

$x_{n-1,\mu}$ — значение μ -го параметра системы в конце предыдущего шага;

y_{n-1} — значение некоторой функции накоплений y в конце предыдущего шага $n-1$.

Решение в начальной точке $x_{0,\mu}, y_0$ считаем известным. Погрешность решения на шаге n в данном случае составляет $O(h)$, где $h = \Delta x_{n\mu}$.

Алгоритм метода последовательных нагружений с поэтапным применением итерационной процедуры Эйлера-Коши, впервые применённой в шаговых расчетах проф. Кимом А. Ю., включает в себя следующую последовательность операций:

1. Решение задачи в первом приближении, т. е. методом приращений первого порядка точности с применением формулы Эйлера:

$$\Delta Z_{nv}^{(1)} = \sum_{\mu=1}^{\mu=\mu} \Delta x_{n\mu} \cdot A'_{v\mu}(x_{n-1,\mu}, y_{n-1}).$$

2. Решение задачи в c -ом приближении по формуле:

$$\Delta Z_{nv}^{(c)} = \sum_{\mu=1}^{\mu=\mu} \Delta x_{n\mu} \cdot A'_{v\mu}\left(x_{n-1,\mu} + \frac{\Delta x_{n\mu}}{2}, y_{n-1} + \frac{\Delta y_n^{(c-1)}}{2}\right), \quad (6)$$

где $c > 2$.

Заметим, что при решении задачи во втором приближении ($c = 2$) формула (6) эквивалентна формуле метода Рунге-Кутты второго порядка точности. При этом приращения функций накоплений Δy_n осредняются численной процедурой Рунге-Кутты в пределах шага [1].

Дальнейшим усовершенствованием шагового итерационного метода является разработанный Кимом А. Ю. итерационный полуаналитический метод последовательных нагружений. График решения изображен на рис. 1.

Итерационный полуаналитический метод последовательных нагружений на произвольном шаге n включает в себя следующую последовательность операций:

1. Решение задачи в первом приближении, т. е. методом приращений первого порядка точности с применением формулы Эйлера:

$$\Delta Z_{nv}^{(1)} = \sum_{\mu=1}^{\mu=\mu} \Delta x_{n\mu} \cdot A'_{v\mu}(x_{n-1,\mu}, y_{n-1}).$$

2. Решение задачи в c -ом приближении по формуле:

$$\Delta Z_{nv}^{(c)} = \sum_{\mu=1}^{\mu=\mu} \Delta x_{n\mu} \cdot A'_{v\mu}\left(x_{n-1,\mu} + \frac{\Delta x_{n\mu}}{2}, y_{n-1} + \frac{\Delta y_n^{(1)}}{6} + \frac{\Delta y_n^{(c-1)}}{3}\right). \quad (7)$$

Повышенная точность формулы (7) достигается за счет интегрального осреднения на шаге n приращений функций накоплений Δy_n в соответствии с решением, аппроксимированным на данном шаге

квадратичным многочленом. [2]

Применяя подвижную систему координат, точка отсчета которой совпадает с началом текущего шага n (рис. 1), квадратичный многочлен принимаем в виде:

$$y(x) = A_n x^2 + B_n x + C_n, \text{ где } 0 \leq x \leq \Delta X_{n,\mu}. \quad (8)$$

Определяя коэффициенты квадратичного многочлена из граничных условий параболы на шаге n :

$$y(x=0) = 0; \quad y'(x=0) = \operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta Y_n^{(1)}}{\Delta X_{n,\mu}},$$

$$y(x = \Delta X_{n,\mu}) = \Delta Y_n^{(c-1)}, \text{ где } c \geq 2, \text{ получим:}$$

$$A_n = \left[\Delta Y_n^{(c-1)} - \Delta Y_n^{(1)} \right] / (\Delta X_{n,\mu})^2;$$

$$B_n = (\Delta Y_n^{(1)}) / (\Delta X_{n,\mu}); \quad C_n = 0.$$

Интегрируя принятое аналитическое решение $u_p(x)$ и осредняя результат по длине шага $\Delta X_n, \mu$, получаем:

$$\Delta y_n = \frac{1}{\Delta X_{n,\mu}} \int_0^{\Delta X_{n,\mu}} (A_n x^2 + B_n x + C_n) dx =$$

$$\frac{A_n \Delta X_{n,\mu}}{3} + \frac{B_n \Delta X_{n,\mu}}{2}$$

или

$$\Delta y_n = \frac{\Delta Y_n^{(1)}}{6} + \frac{\Delta Y_n^{(c-1)}}{3}. \quad (9)$$

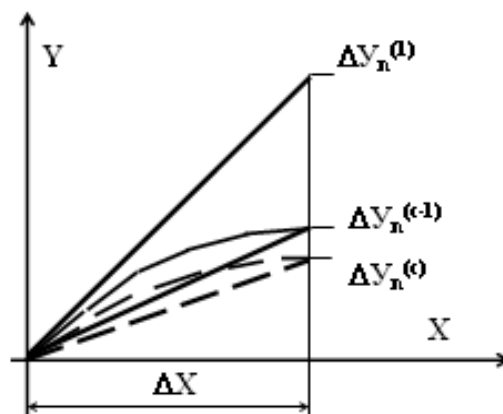


Рисунок 1. Итерационный полуаналитический метод

При решении задачи во втором приближении ($c=2$) формула (9) эквивалентна формуле метода Рунге-Кутты второго порядка точности. При этом приращения функций накоплений ΔY_n аппроксимируются линейным многочленом. Осредненные на шаге приращения функций накоплений Y_n , а, следовательно, и осредненные на шаге производные Фреше $A'(\Delta X_{n,\mu}^{(c)}, Y_n^{(c)})$, подбираются из условия, при котором решение эквивалентно линеаризованной задаче совпадает с решением нелинейной задачи с точностью c -го порядка. Принцип эквивалентной линеаризации нелинейной задачи позволяет применить на каждой итерации шага принцип суперпозиции.

В то же время, как показали исследования проф. Кима А. Ю., для расчета мембранно-пневматиче-

ских сооружений, обычно требуется итерационный метод приращений параметров с достаточно большим числом итераций (двадцать и более). За счет таких итераций не только достигается высокая точность расчета пневматического сооружения, но также имитируются такие сложные процессы, как накачка воздуха в пневматическую полость, утечка воздуха, изменение давления под действием нагрузок и т. д.

Студенты 3 курса СГТУ имени Гагарина Ю. А. под руководством профессора кафедры ТСК Кима А. Ю. провели численное исследование линзообразных мембранно-пневматических систем полуаналитическим методом приращения параметров и получили результаты расчетов для трех видов сооружений.

Список литературы:

1. Ким А. Ю. Расчет мембранно-пневматических систем с учетом нелинейных факторов. Книга 1. Континуальные расчетные схемы. Саратовский государственный аграрный университет, Саратов, 2000. – 198 с. Монография депонирована в ВИНТИ РАН 24.04.00 № 1148 – В2000.
2. Ким А. Ю. Расчет мембранно-пневматических систем с учетом нелинейных факторов. Книга 2. Дискретные расчетные схемы. СГАУ, Саратов, 2000. – 129 с. Монография депонирована в ВИНТИ РАН 29.05.00 № 1547 – В2000.

*Petrachenko Dmitriy Aleksandrovich, post-graduate student
Lutsk national technical university (Lutsk, Ukraine)
E-mail: dpetrachenko@mail.ru*

*Koropchenko Sergej Petrovich, candidate of technical sciences
Research station of bast crops (Hlukhiv, Ukraine)*

Influence of the preparatory operations on the process of layer forming on the output of long fibre

Abstract: the question of increase of output of long fibre of fiber flax by the leadthrough of additional preparatory operations at the process of layer forming of retted flax stems is considered. Influence of these operations on the fiber output is investigated.

Keywords: fiber flax, retted flax stem, layer forming, long fiber.

*Петраченко Дмитрий Александрович, аспирант
Луцкий национальный технический университет (г. Луцк, Украина)
E-mail: dpetrachenko@mail.ru*

*Коропченко Сергей Петрович, кандидат технических наук
Опытная станция лубяных культур (г. Глухов, Украина)*

Влияние подготовительных операций в процессе формирования слоя на выход длинного волокна

Аннотация: рассмотрен вопрос увеличения выхода длинного волокна льна-долгунца путем проведения дополнительных подготовительных операций в процессе формирования слоя тресты. Исследовано влияние данных операций на количество полученного волокна.

Ключевые слова: лен-долгунец, треста, подготовка слоя, длинное волокно.

Рост спроса на длинное льноволокно и снижение посевных площадей под лен-долгунец затрагивает вопрос увеличения процента его выхода на предприятиях первичной переработки. Процент полученного длинного трепаного волокна является определяющим фактором работы льнозавода, поскольку от его количества и качества зависит экономическая эффективность предприятий первичной переработки. Ведь на рынке цена за тонну длинного льняного волокна составляет порядка 1100 евро, в то время как за короткое волокно предлагают всего 600 евро.

На сегодняшний день в льноводстве широко используется комбайновая технология уборки льна-долгунца с последующим прессованием приготовленной тресты в рулоны. Данная технология регламентирует последовательное выполнение следующих технологических операций: тербления льна с одновременным очесом семенных коробочек и расстилом стеблей в ленты на поле; приготовление тресты природным способом, в процессе которого обязательное 1–2 разовое оборачивание или ворошение лент; прессование готовой тресты в рулоны; транспортировка рулонов в места хранения или переработ-

ки. Преимущества комбайновой технологии состоит в том, что ее использование позволяет механизировать все технологические операции, за счет чего существенно снижаются сроки проведения агротехнических работ [1; 2].

Однако в ходе заготовки льнотресты, через разного рода причины, происходит снижение качественных параметров сырья. Так нами было установлено (табл. 1), что треста поступает на механическую обработку с характеристиками, которые не соответствуют нормативным показателем первичной переработки.

Как видим из табл. 1, в процессе заготовки льнотресты возрастает масса слоя на единице длины, что влечет за собой, соответственно, и увеличение толщины слоя стеблей. В слое возникает растянутость стеблей один относительно другого.

Вследствие угловой дезориентации стеблей, последние, размещаясь хаотически под разными углами, образуют сетку, а в вершинной и комлевой частях ленты возникает большая сцепленность стеблей. В результате пригодность такой тресты к трепанию для получения длинного волокна существенно снижается, затрудняется процесс формирования тонкого

слоя и выравнивания его по комлям, возрастает его неравномерность. Все это приводит к снижению эф-

фективности процессов мятья и трепания, а результат — снижения выхода длинного волокна.

Таблица 1. – Сравнительная характеристика тресты льна-долгунца

Название показателя	Единицы измерения	Нормированные показатели слоя	Фактические показатели слоя
Масса слоя	гр./м. п.	300–400	1000–2740
Толщина слоя	см	1–2	5–10
Растянность слоя	-	1,0	1,3
Угловая ориентация стеблей в слое	град.	$\pm 20^0$	$\pm 10-70^0$
Параллельность стеблей в слое	-	присутствует	отсутствует
Сетка и путаница в слое	-	отсутствует	присутствует

Поэтому, непосредственно перед механической обработкой тресты, рекомендуется проведения ряда подготовительных операций: разматывание рулона, прочес вершинной и комлевой частей слоя, выравнивание стеблей в слое по комлям, утонения слоя [3]. Цель данных операций — устранение недостатков рулонного способа заготовки тресты, что обеспечит более качественное формирование однородного по своей структуре, тонкого, с параллельным расположением стеблей слоя, в соответствии с нормированными показателями первичной переработки. Ведь при проведении правильной и качественной подготовки тресты возможно устранение тех больших потерь длинного волокна, которыми очень часто сопровождается первичная переработка льнотресты на заводах.

Одним из мало изученных вопросов среди подготовительных операций выступает процесс прочесывания вершинной и комлевой частей стеблей. Причиной тому

является сложность протекания процесса, непредсказуемый характер поведения сцепленных стеблей, в результате чего количественное описание данного явления сложное. Поэтому теоретическое и практическое исследование данной операции является актуальным вопросом, требующим детального изучения.

В связи с вышеизложенным, нами был поставлен двухфакторный эксперимент (ПФЭ²) по изучению влияния подготовительных операций на выход длинного волокна [4]. Исследуемыми факторами (табл. 2) в процессе проведения эксперимента служили следующие подготовительные операции: операция прочеса слоя тресты (X_1) и операция выравнивания стеблей в слое по комлям (X_2).

За параметр оптимизации при проведении эксперимента был взят комплексный показатель (Y_0), величина которого определяется количеством полученного длинного волокна.

Таблица 2. – Уровни факторов и их натуральные значения

Факторы	Значения	Уровни факторов	
		Нижний (-)	Верхний (+)
Прочес тресты	X_1	без прочеса	с прочесом
Выравнивание тресты по комлям	X_2	без выравнивания	с выравниванием

В результате проведения двухфакторного эксперимента получено математическую модель, которая с вероятностью 95% адекватно описывает изучаемый процесс.

$$Y = 17,3 + 1,11X_1 + 0,48X_2$$

Фактор парного взаимодействия X_1X_2 в нашем случае оказывает несущественное влияние на параметр оптимизации, поэтому им можно пренебречь. При этом необходимо отметить, что полученная модель справедлива лишь в области варьируемых факторов.

При анализе полученной математической модели необходимо отметить, что свободный член соответ-

ствует среднему условному выходу длинного волокна. Величина коэффициентов при исследуемых факторах свидетельствует о значимости данных факторов. В процессе получения длинного волокна для установленных значений изменения факторов наибольшее влияние на процесс обработки имеет проведение операции прочеса слоя стеблей (X_1). Следующим по значимости влияния идет операция выравнивания стеблей в слое по комлям (X_2). Знак плюс в математической модели при исследуемых факторах говорит о том, что с увеличением размера фактора увеличивается и размер критерия оптимизации.

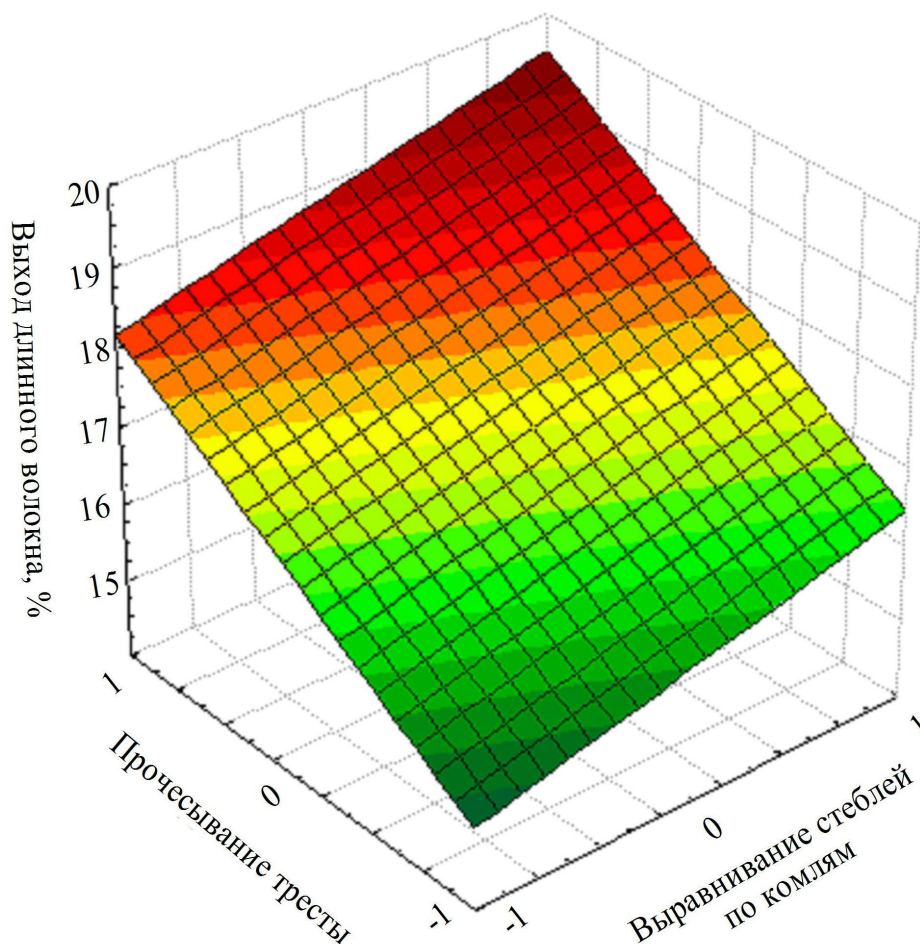


Рис. 1 Поверхность отклика в трехмерном пространстве в соответствии с полученной математической моделью

Представленная на рис. 1 поверхность отклика свидетельствует о том, что использование таких подготовительных операций как прочесывание стеблей тресты и выравнивание стеблей по комлям, позволяет подготовить к переработке более качественный слой, за счет чего обеспечивается увеличения количества получаемого длинного волокна. Чем меньше будет растянутость слой и угловая дезориентация стеблей, тем больший процент выхода длинного волокна в результате можно получить.

Таким образом, увеличить выход длинного волокна на этапе формирования слоя для переработки возможно за счет качественного проведения подготовительных операций. Комплексное использование операции прочеса стеблей и выравнивания их по комлям позволяет поднять процент выхода длинного волокна, что является существенным в сложившейся в отрасли ситуации.

Список литературы:

1. Гілязетдінов Р. Н. Сучасний стан механізації збирання льону-довгунця в Україні та перспективи розвитку/Р. Н. Гілязетдінов//Актуальні питання розвитку галузей льонарства та коноплярства: мат. наук.-техн. конф. молодих вчен., 7 груд. 2006 р. – Суми, 2007. – С. 49–53.
2. Макаев В. І. Механізація збиральних процесів у коноплярстві та льонарстві/В. І. Макаев//36. наукових праць Інституту луб'яних культур УААН. – Вип. 4. – 2007. – С. 70–76.
3. Коропченко С. П. Аналіз причин втрат довгого волокна льону/С. П. Коропченко, Р. Н. Гілязетдінов, О. П. Рябченко та ін.//36. наукових праць Інституту луб'яних культур УААН. – Вип. 5. – 2009. – С. 158–162.
4. Мараманов В. А. Основы научных исследований и техника эксперимента механико-технологических процессов первичной обработки лубяных волокон/В. А. Мараманов, А. Н. Пигалов//Костр. технол. ин-т. – Ярославль, 1989. – 88 с.

*Utgof Svetlana Sergeevna, Belarusian State Technological University,
postgraduate student, the Forestry Engineering and Wood Technology Faculty
E-mail: Utgof.Svetlana@yandex.by*

*Ignatovich Lyudmila Vladimirovna, Belarusian State Technological University,
associate professor, the Forestry Engineering and Wood Technology Faculty
E-mail: lignatovich6@gmail.com*

Mathematical modeling application to determine the effect of technological factors on physical and mechanical properties of densified low density deciduous wood

Abstract: The article describes the modeling of deciduous wood compaction process, thereby reducing the cost of finding rational technological regimes of wood with improved physical and mechanical properties. The material is based on a statistical analysis of the experimental results on deciduous wood compaction process. The study determined the physical and mechanical characteristics of compacted wood hardness, wear resistance and degree of compaction and these characteristics are obtained depending on technological factors.

Keywords: densified wood, low density deciduous wood, physical and mechanical properties, compaction regimes, mathematical modeling, activation energy of lignin thermal oxidative degradation.

Introduction. Numerous studies show that the most advanced method for predicting the properties of the obtained materials is the mathematical modeling process. The main advantages of this approach are the reduction in the possibility of multiple complex and time-consuming experimental studies and simply varying the values of technological factors. The resulting simulation data on the effect of technological factors on the properties of the densified wood are the basis for the development of the technological process of the densified wood with the desired properties.

Main part. Durability of all wood species can be improved by densification that is by increasing the amount of wood substance per unit volume, if the densification will not be associated with the destruction of the wood cells. Wood of any kind is capable of deformation under the action of forces.

Consequently, the main technological factor in the densification process is the force — pressure. The highest wood pliability for compaction is to be expected at a temperature of 90–100 °C and humidity 25–30% [1].

Wood in this state has the least resistance to pressure, resulting in a significant softening of the filler the densification of wood cellulose skeleton occurs with minimal micro destruction. But wood high humidity complicates the technological process, as requires additional energy for drying the densified wood to exploitation humidity $10 \pm 2\%$, resulting in significant increase in the duration of the process. In the previous studies [2], it was found that the plastification of wood takes place due to transition more thermostable

lignin state, primary condensation of lignin bonds after softening occurs at a temperature of 90–100 °C. The presence of moisture effect on the lignins softening. Water has a plasticizing effect on the lignin and reduces the softening temperature (up to 80–130 °C). However, this effect is caused by only a small amount of water. Thus, at a moisture content of about 2% natural lignin softening temperature decreases to 115 °C. Further increase of the moisture content does not reduce the softening temperature [3]. Given the above, take moisture content equal exploitation humidity $10 \pm 2\%$.

Wood is a complex component of polymeric nature, the main of which are cellulose (35–50%) and lignin (18–35%). The physical properties of cellulose and lignin vary greatly cellulose is characterized by high elasticity and tensile strength, lignin, conversely, brittleness and high resistance to compression. Natural lignin in the wood softens when heated and passes from the glassy state of relaxation into high (and sometimes the viscous). With decreasing temperature, lignin becomes more thermally stable state is to provide dimensional stability of densified wood.

As a criterion for assessing the degree of wood plasticization can take the activation energy of thermal oxidative degradation. The activation energy for thermal oxidative degradation — the excess energy required to break chemical bonds forming the main chain of the polymer, under the influence of heat, oxygen and ambient air.

Thermogravimetric analysis was conducted [2]. TG curves allow us to determine the activation energy of

thermal oxidative degradation (E_d), which is calculated using the method Broido applied to the pyrolysis of cellulose and based on double logarithms [4, 5]. This calculation method has been improved in [6] and is now widely used to study the dependence of the mechanical properties of polymers from their chemical composition and structure.

Parameter E_d increases with partial crosslinking of the polymer macromolecules. Parameter E_d , ceteris paribus, is a measure of the stability of the polymer oxidative degradation. Therefore, the greater the degree of crosslinking, the higher the value of E_d . Calculation E_d based on the mathematical treatment of the TG curve using a sufficiently accurate for polymers of the double logarithm Broido, performed by the formula 1 [5]:

$$\ln\left(\ln\frac{100}{100-\Delta m}\right) = -\frac{E_d}{R} \cdot \frac{1}{T} + const \quad (1)$$

where Δm — mass loss of the sample% at each of the temperatures within the range of degradation; R — universal gas constant, equal to $8,31 \cdot 10^3$ kJ/mol \cdot K.

The condition of applicability of the first order is Broido decomposition reaction, which is true for many polymers [4]. Losing weight is a process substance 1st order ($n = 1$), if the following linear dependence $\ln 100/100 - \Delta m$ from T , K. Knowing the mass loss (Δm) of the sample at temperature T , graphically build the line, which expressed Unit a slope of the logarithmic Δm T [5, 6]. Then, the value of activation energy degradation in kJ/mol found by the formula (2):

$$E_d = tg\phi \cdot R \quad (2)$$

Processing of the results of the experiment is to perform a mathematical transformation TG weight loss curve (DTG) was performed in Excel. Below is a graph of the logarithmic dependence Δm T (Fig. 1).

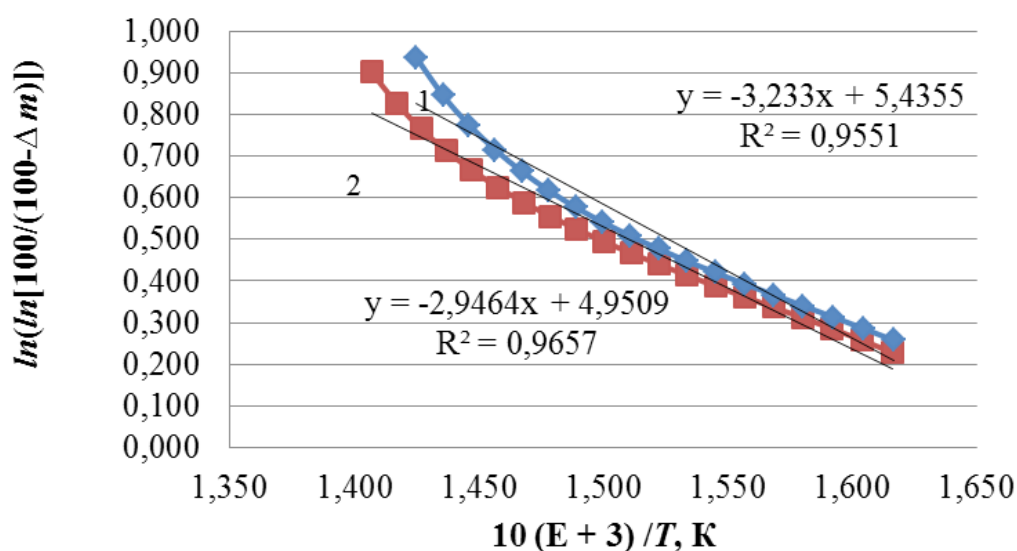


Fig. 1. Δm logarithmic dependence of T for the thermal degradation of Row 1 — densified alder wood; Row 2 — natural alder wood

The activation energy of thermal oxidative degradation of densified wood lignin exceeds the activation energy of natural wood lignin by 12.5%, indicating an increase in stability after processing wood lignin and the appropriateness of the activation energy as a criterion for assessing the degree of densified wood plasticization.

During the analysis of the main factors affecting the process of the wood densification were identified features that reduce the number of major factors studied to three: densification pressure, temperature and time of the densification. Accepts the following values of variables factors: pressure 9.8–19.6 MPa, the temperature of the press platens 70–110 °C and densification time 1–3 min.

To assess changes in the physico-mechanical properties of densified wood accept the following controlled output parameters: the densification degree, hardness and wear resistance of the wood.

Densified wood has better physical and mechanical properties than the original, while in the process of compaction do not apply chemical compositions, and improvement of properties occurs only at high temperatures and pressures.

The purpose of the experimental study was to obtain the dependency of physical and mechanical properties of densified wood on technological factors and the development of regimes produce material with properties equivalent hardwood.

For testing were selected the most common in the territory of the Republic of Belarus low density deciduous wood: birch (22.6%) and alder (8.4%).

The main types of birch species are medium density. Their average density (at 12% moisture content) — 640 kg/m³. Birch responds well to bending and other kinds of processing, easily simulate a valuable species. Application for birch construction parts is limited because of its tendency to warp.

Alder refers to low-density species. Average density alder wood at standard moisture (12%) — 525 kg/m³. Alder wood is soft, light, well-cut, a little warped by drying, has good dimensional stability. For compaction were manufactured samples of 100 × 100 mm and a thickness of 6 mm, the density of samples corresponds to the average indicator. For planning the experiment used Box plan. Planning matrix in natural terms, and the results of the experiment are shown in Table 1

Table 1 – Planning matrix in natural terms, experimental results of compwood

№ regime	Matrix experiment in physical terms			The experimental results for birch			The experimental results for alder wood		
	P, MPa	T, °C	t, min	Y ₁ , %	Y ₂ , MPa	Y ₃ , g	Y ₁ , %	Y ₂ , MPa	Y ₃ , g
1.	19,6	110	3	39,8	54,5	0,147	48,9	59,1	0,116
2.	9,8	110	3	31,8	46,8	0,185	43,3	43,6	0,136
3.	19,6	70	3	35,9	45,3	0,163	42,6	52,9	0,157
4.	9,8	70	3	22,5	38,8	0,211	40,1	32,9	0,177
5.	19,6	110	1	34,9	45,9	0,207	45,8	48,8	0,156
6.	9,8	110	1	27,2	40,4	0,222	42,0	38,3	0,166
7.	19,6	70	1	34,6	45,8	0,226	38,1	36,5	0,200
8.	9,8	70	1	20,4	39,6	0,251	36,4	32,5	0,202
9.	19,6	90	2	35,6	45,1	0,175	44,9	59,4	0,155
10.	9,8	90	2	22,8	38,7	0,212	41,2	50,7	0,168
11.	14,7	110	2	30,7	42,7	0,189	44,5	58,7	0,128
12.	14,7	70	2	25,8	39,7	0,211	39,9	52,3	0,173
13.	14,7	90	3	30,0	43,4	0,212	43,8	56,1	0,153
14.	14,7	90	1	26,3	40,8	0,276	40,1	47,6	0,195

The table shows the mean value of parallel experiments. The experimental data were determined according to the regression of the response functions of the dependent and independent factors. The calculations of regression equations of second order natural notation, taking into account the impact of each technological factor on the value of hardness, the densification degree and wear resistance.

Checking the regression equation using Fisher's exact test confirmed the adequacy of the data models [7]. The resulting mathematical models allow you to choose a rational technological regime depending on the requirements made to obtain materials and predict the properties of densified wood with different combinations of variables.

In natural notation, the dependencies have the form:

The quantity of the birch densification degree:

$$Y_{1N}^B = 20,14 + 0,279 \cdot P - 0,129 \cdot T - 4,759 \cdot t - 0,015 \cdot P \cdot T - 0,013 \cdot P \cdot t + 0,038 \cdot T \cdot t + 0,077 \cdot P^2 + 0,002 \cdot T^2 + 0,794 \cdot t^2$$

The quantity of the alder densification degree:

$$Y_{1N}^A = 24,039 - 1,019 \cdot P + 0,233 \cdot T + 5,093 \cdot t + 0,007 \cdot P \cdot T + 0,066 \cdot P \cdot t - 0,024 \cdot T \cdot t + 0,022 \cdot P^2 - 0,001 \cdot T^2 - 0,575 \cdot t^2$$

The quantity of the birch hardness:

$$Y_{2N}^B = 79,341 - 1,508 \cdot P - 0,521 \cdot T - 15,751 \cdot t + 0,0006 \cdot P \cdot T + 0,0638 \cdot P \cdot t + 0,102 \cdot T \cdot t + 0,067 \cdot P^2 + 0,0023 \cdot T^2 + 1,8188 \cdot t^2$$

The quantity of the alder hardness:

$$Y_{2N}^A = -141,777 + 6,254 \cdot P + 2,232 \cdot T + 31,728 \cdot t - 0,001 \cdot P \cdot T + 0,466 \cdot P \cdot t - 0,025 \cdot T \cdot t - 0,199 \cdot P^2 - 0,011 \cdot T^2 - 7,992 \cdot t^2$$

The quantity of the birch wear resistance:

$$Y_{3N}^B = -0,105 + 0,027 \cdot P + 0,007 \cdot T - 0,116 \cdot t + 0,00003 \cdot P \cdot T - 0,00117 \cdot P \cdot t + 0,0000375 \cdot T \cdot t - 0,001 \cdot P^2 - 0,00005 \cdot T^2 + 0,026 \cdot t^2$$

The quantity of the alder wear resistance:

$$Y_{3N}^A = 0,113 + 0,00056 \cdot P + 0,00392 \cdot T - 0,0579 \cdot t - 0,00001 \cdot P \cdot T - 0,00071 \cdot P \cdot t - 0,00001 \cdot T \cdot t + 0,00002 \cdot P^2 - 0,00003 \cdot T^2 + 0,013 \cdot t^2$$

Based on these models were constructed response surface densification degree, hardness and wear resistance of birch and alder. Figure 2 shows the levels of response surfaces mathematical models of alder and birch wood densification degree, hardness and wear resistance for a fixed value of 19.6 MPa pressure.

Analyzing the surface of the response, it should be noted that in the studied range variable factors, only one receives the optimum value of dependence — the hardness of alder wood compacted technological regime.

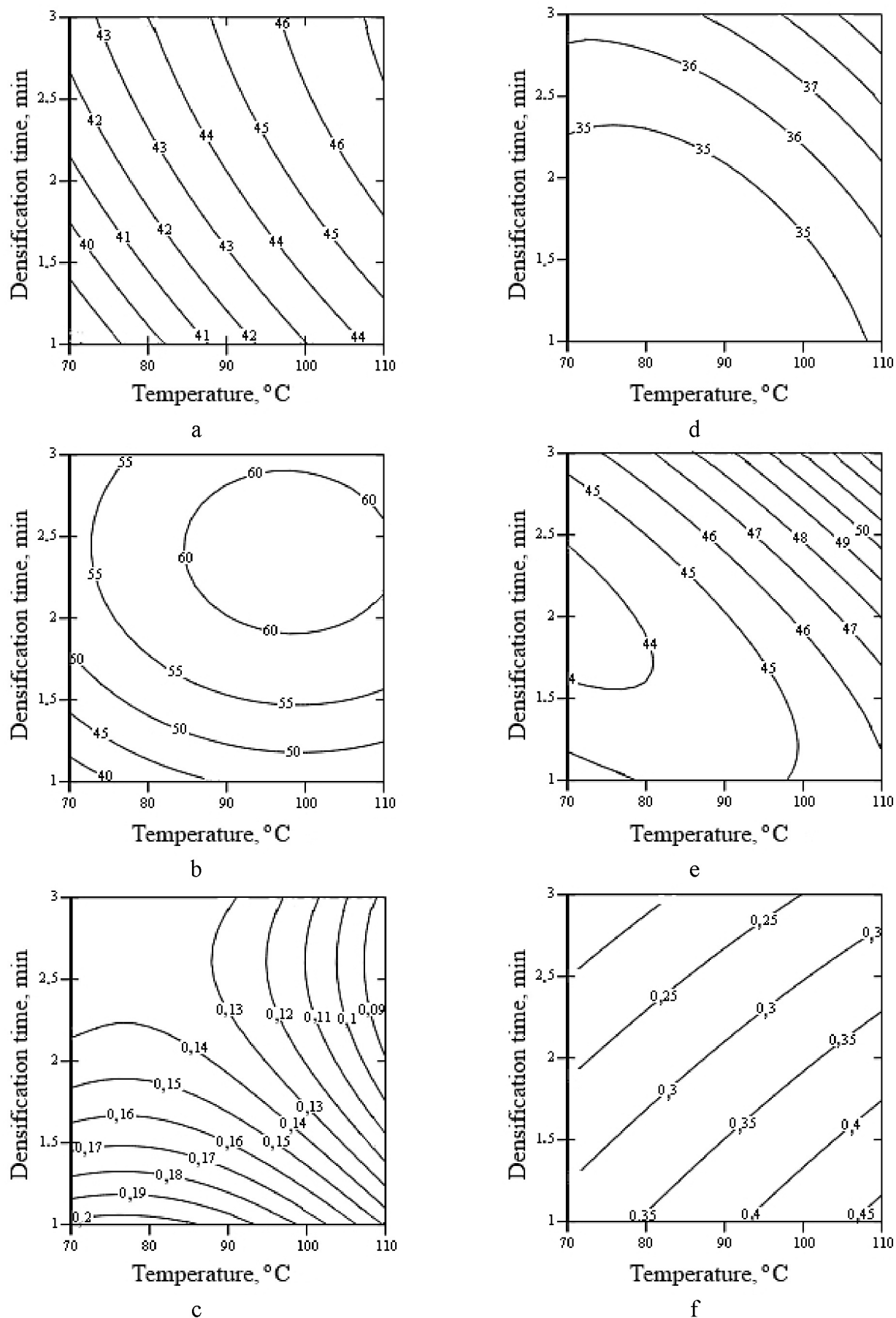


Fig. 2. Dependences of the densification degree; hardness and wear resistance of the densification temperature and time at a fixed pressure value $P = 19.6$ MPa: a, c, e — alder, b, d, f — birch.

Function describing the dependence of the hardness compacted alder wood from pressure, time and temperature densification reaches a maximum at values: pressure $P = 18.27$ MPa, the temperature of the press platens $t = 98.1$ °C and Packing time $T = 2.37$ min.

To find the optimum degree of densification and hardness densified birch need to conduct additional research to extending the range variable factors that is impractical, because suggested range of temperatures and pressure densification selected based on energy consumption.

In the case of the degree of densification of the optimal value regime is a mode in which the density of the compacted wood reaches the density of wood substance 1560 kg/m³. Aim of this study was to develop a mode of obtaining equivalent material wood solid hardwood (oak, ash) whose density 690 – 750 kg/m³, what has been achieved, further densification wood is impractical.

Conclusion. The activation energy of thermal oxidative degradation of densified wood lignin exceeds the activation energy of natural wood lignin by 12.5%, indicating an increase in stability after processing wood lignin and the appropriateness of the activation energy as a criterion for assessing the degree of densified wood plasticization.

Analysis of the results of studies showing that the densification on the wood selected mode leads to a considerable increase in the density of 36.4–48.9% for

alder wood and 22.4–39.8% for birch. Tangential hardness value alder and birch wood is 32.5–59.1 N/mm² and 39.6–54.5 N/mm² respectively.

Hardness of densified birch and alder wood for some modes reaches and exceeds the hardness of oak wood 12.6–18.6%. Relatively initial hardness value after densification has improved hardness at maximum 92–99%. As for the alder wood and birch wood durability improved by 2 times.

Analyzing the regression dependences can be seen that by increasing the values of all variable factors densification wood increases, therefore, improved hardness and wear resistance.

Obtained mathematical model can be used to predict the properties of the resulting densified wood and development of rational modes of densification low density deciduous wood with the desired characteristics.

These results indicate that a greater degree of densification enhances the properties of wood alder, birch than because birch initially has a higher density than alder and accordingly less prone to densification. Thus, for the production of multilayer articles as parquet surface layer is expedient to use compacted wood soft hardwood as during densification improves the hardness and durability of the wood. The results are a basis for the development of rational modes of densification softwood hardwood parquet flooring multilayer technology with facial layer of densified wood.

References:

1. Хухрянский П. Н. Прессование древесины. Л.: Лесная промышленность, 1964.-351 с.
2. Утгоф С.С, Игнатович Л. В. Особенности структуры и свойств уплотненной древесины мягких лиственных пород. Весник Гродненского государственного университета имени Янки Купалы. — 2013 г. — № 3: Серия 6. Техника. — С. 70–75.
3. Азаров, В. И. Химия древесины и синтетических полимеров: Учебник. 2-е изд., испр./В. И. Азаров., А. В. Буров., А. В. Оболенская. — СПб.: Издательство «Лань», 2010. — 624 с.
4. Broido A. A. Simple//J. Polymer of Science. 1969. VOL. 7. No.3. P. 1761–1763.
5. Бернштейн В. А., Егоров В. М. Дифференциальная сканирующая калориметрия в физикохимии полимеров. Л.: Химия, 1990. 256 с.
6. Прокопчук Н. Р. Определение энергии активации деструкции полимеров по данным термогравиметрии//Пластические массы. 1983. № 10. С. 24–25.
7. Пижурин, А. А. Исследования процессов деревообработки/А. А. Пижурин, М. С. Розенблит. — М., Лесная промышленность, 1984. — 232 с.

Section 8. Transportation

Секция 8. Транспорт

*Petrov Petar Poliev, Agriculture University, Plovdiv,
Department of Mechanization,
E-mail: poliev@abv.bg*

*Ishpekov Stoyan Savov, Agriculture University, Plovdiv,
Department of Mechanization*

*Zaikov Rangel Staikov, Agriculture University, Plovdiv,
Department of Mechanization*

The anamegator's effect on gasoline engine cars

Abstract: A comparative investigation was carried out to determining the effects of both the fuel anamegator „Adizol T-6“ and the oil anamegator „Gold Ozirol MP-8“ on indices of three cars. It was found that the combined usage of both anamegators leads to improving the dynamical parameters on two of the cars. The better effect is on the car with higher compression ratio of the engine. The third car is equipped with an “i DSI” combustion and for this reason there is no significant effect.

Key words: anamegators, gasoline engines, i DSI combustion, compression ratio.

Introduction

The fuels and oils features have essential influence on the fuel consumption, the wear out stability and the power indices of internal combustion engines. Some companies offer appropriate additives in order to improve the mentioned indices above. The Ukrainian company Adioz offers the products called “anamegators” „Adizol T-6“ — for fuels and „Gold Ozirol MP-8“ — for engine oils [2]. They were tested on some vehicles, and have a positive effect on their technical indices [1, 37–40; 542–44].

On the other hand, some innovative technical solutions are used for improving the combustion process and reducing the toxicity of petrol engines. The most popular are the increasing the compression ratio, Variable Valve Timing (VVT) and Intelligent-Dual

Sequential Ignition (i DSI). All of these are directed to speed up the combustion process in order to transform more fuel energy into kinetic energy of the engines.

Aim of the study

The purpose of the survey is to determine the effect of both “Adizol T-6” and “Gold Ozirol MP-8” anamegators on engine power and torque for cars with and without i DSI.

Method of study

A comparative survey was carried out with three petrol cars — Honda Jazz, Citroen Xsara Picasso and Nissan, Primera P12 (Table 1). The cars have been approximately on equal mileage — 130000 km. The engine of Honda „Jazz“ is equipped with “i DSI” system [3], while the other cars are not.

Table 1. – Car's technical specification

Technical specification	Make of car		
	Honda Jazz	Citroen Xsara Picasso	Nissan Primera
Engine displacement, cm ³	1339	1587	1769
Max. output power, kW/rev.	61/5700	70/5700	85/5600
Max. torque, N.m/rev.	119/2800	135/3000	163/4000
Compression ratio	10,8	10,5	9,5

All tests were performed in both directions on one and the same route with three replications for the vehicles. The engine power and torque were measured during car running on second gear and engine acceleration from 1500 to 5500 rpm. The used fuel was gasoline A95H, refuelled from one and the same petrol station. The obtained data were acquired by OBDII car diagnostic scan tool ELM327 and the software “Scanmaster-ELM” [4, 100–126]. It was taken into consideration the influence of the atmospheric pressure, humidity and air temperature during the measurements. The experiments were performed in two variants. The first was without any anamegators in the fuel and oil. The second variant was conducted after 500 km covering with the both anamega-

tors „Adizol T-6“ and „Gold Ozirol MP-8“. The acquired results for the engine power and torque were approximated and drawn as a function of engine’s speed for each car by „Statistica“ software.

Results

The processed data were presented on Figure 1 and Figure 2. It is concluded that at the Honda Jazz does not express significant difference between charts in both variants of the survey. It is noticed a very slight displacement of the torque chart towards low speed. This is explained by the function of „i DSI“, which optimizes the combustion process and reduces detonations in the combustion chamber. In other words, the effects of “i DSI” system and anamegators are overlapped.

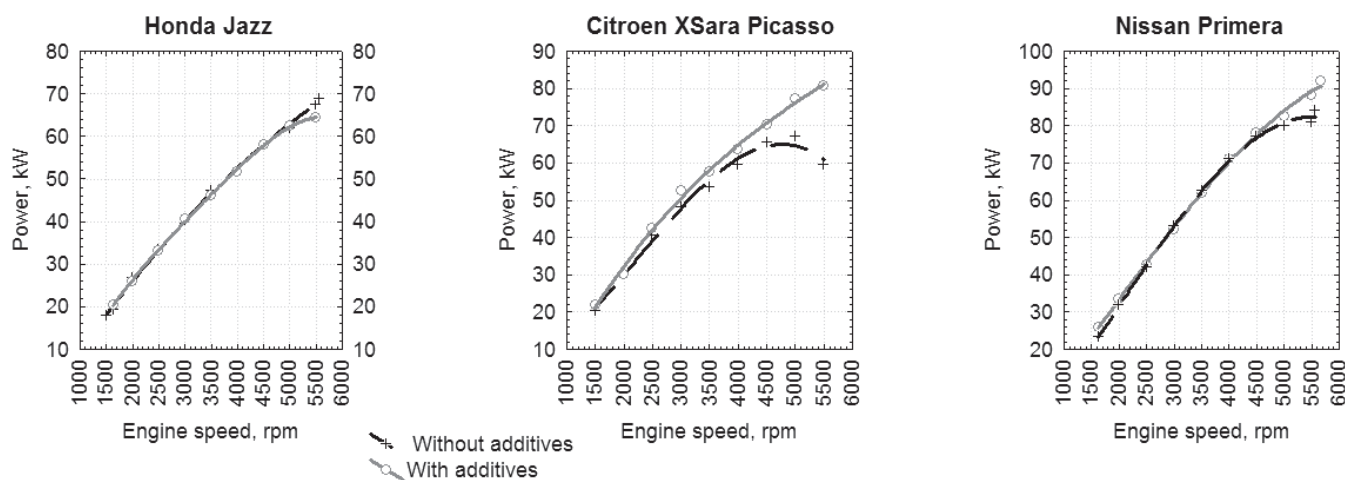


Figure 1 Power as a function of engine speed

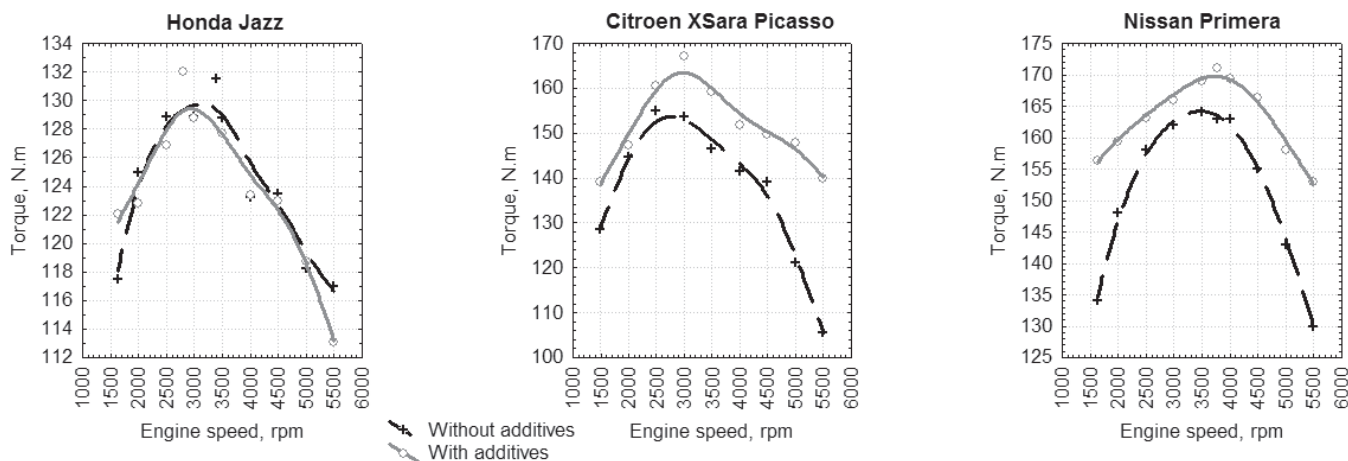


Figure 2. Torque as a function of engine speed

Both anamegators cause a different effect on the other two cars. The engine power is improved the most significant at crankshaft rotation speed over 4500 rpm (Figure 1). It is because of the rising of the engine torque for the whole speed range (Figure 2). The torque arising is higher at the revolutions above 3500 rpm and as such way its characteristic

becomes flatten. Therefore, the usage of both anamegators leads to improvement of vehicle’s dynamics (Table 2).

The anamegators usage increases the maximum engine torque with 2.7% for Nissan Primera and 3.9% for Citroen Xsara Picasso. Obviously, the better effect is obtained for the car with higher compression ratio.

Table 2. Speed range with 90% of maximum engine torque

Make of car	Without anamegators	With anamegators for fuel and oil
Citroen Xsara Picasso	1750–4300	1700–5100
Nissan Primera	2100–4850	1500–5450

Conclusions

1. The usage of both anamegators „Adizol T-6“ and „Gold Ozerol MP-8“ increases the engine torque, which leads to improvement of the vehicle dynamic indices. This

effect is better for the engines with higher compression ratio.

2. The investigated anamegators have no significant effect on power indices of petrol engines with “i DSI” combustion.

References:

1. Комитов Г., П. Петров, и Ст. Ишпеков. Влияние на анамегаторите върху мощностните характеристики на бензинов автомобил. НТК «Съюз на учените в България — Пловдив», Серия В, том X, сесия 25–26 Октомври 2012, 37–40.
2. <http://www.adioz.com.ua>; <http://atimex.my.contact.bg>
3. <http://www.honda.co.nz/technology/engine/idsi/>
4. Комитов Г. Характерни и специфични особености на методика за оценка на техническото състояние на ДВГ чрез измерване на мощността. НТК с международно участие “Смолян — 2012”, Сборник доклади, Смолян, 2012, с. 100–126.
5. Комитов Г., Д. Кехайов. Ефект от прилагането на присадки към дизелово гориво. Научни трудове на Русенски университет “А. Кънчев”, том 51, с. 4, ISSN 1311–3321, Русе, 2012, с. 42–44.

Section 9. Physics

Секция 9. Физика

Vlasenko Tetiana Stanislavovna
Taras Shevchenko National University of Kyiv
Postgraduate student, physical department
E-mail: sonychko@bigmir.net

Gavryushenko Dmytro Anatolievich
Taras Shevchenko National University of Kyiv
Professor, physical department
E-mail: dg@univ.kiev.ua

Sysoev Volodymyr Mihailovich
Taras Shevchenko National University of Kyiv
Professor, physical department
E-mail: sysoev@univ.kiev.ua

Effect of irradiation on the thermodynamic and structural characteristics of liquid one-component systems

Abstract: In this paper, based on the fundamental chain of Bogolyubov equations method for calculating the effective temperature of the environment in the case of irradiation of the liquid stream of charged particles at a constant rate was requested. Introduction of the effective temperature in the system allows the usage of the thermodynamics of equilibrium systems to calculate the thermodynamic characteristics of fluids in the steady state. In this case, the structural characteristics of the system are defined for an effective temperature at which the system meets a non-equilibrium state of equilibrium. The existence of this temperature different from the actual temperature of the system is due to deviations from the equilibrium distribution of the particle momentum due to irradiation.

Keywords: nonequilibrium steady state, the effective temperature, one-component system, the irradiation, the surface tension.

Власенко Татьяна Станиславовна
Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко
аспирантка, физический факультет
E-mail: sonychko@bigmir.net

Гаврюшенко Дмитрий Анатольевич
Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко
професор, доктор физ.-мат. наук, физический факультет
E-mail: dg@univ.kiev.ua

Сысоев Владимир Михайлович
професор, доктор физ.-мат. наук, физический факультет
E-mail: sysoev@univ.kiev.ua

Влияние облучения на термодинамические и структурные характеристики жидких однокомпонентных систем

Аннотация: В работе предложен теоретический подход оценки влияния облучения на термодинамические и структурные характеристики жидких однокомпонентных систем. На базе цепочки фундаментальных урав-

нений Боголюбова получены эффективные температуры среды в случае облучения жидкой системы потоком частиц постоянной интенсивности, что позволяет использовать равновесную термодинамику для описания неравновесного стационарного состояния. По экспериментальным данным (по изменению поверхностного натяжения воды под облучением) рассчитана эффективная температура. В рамках предложенного подхода построена модельная функция распределения молекул воды по импульсам после облучения, соответствующая рассчитанной эффективной температуре и не совпадающая с распределением Максвелла.

Ключевые слова: стационарное неравновесное состояние, эффективная температура, однокомпонентная система, радиационное облучение, поверхностное натяжение.

Вступление

Влияние высокоэнергетичного радиационного облучения на физические системы является объектом многих исследований [1–5]. Как известно [6], поглощённая радиационная энергия ионизирует атомы и молекулы, и разрушает связи между ними, формируя нестабильные высоко активные ионы и радикалы. Под действием длительного облучения эти продукты радиолиза (окислительные и восстановительные), достигнув стационарной концентрации, могут определять окислительно-восстановительный потенциал системы, и образуют нестабильные подструктуры (треки), которые влияют на мгновенную структуру жидкости [7]. В стационарном случае также возможны постоянные изменения структуры. С другой стороны радиационное облучение конденсированной среды приводит к изменениям равновесных термодинамических свойств жидкостей, таких как поверхностное натяжение, вязкость, электропроводность, которые при этом существенно изменяются [8–13]. Как известно, термодинамические свойства вещества определяются его структурными свойствами [7]. Во время радиационного облучения в жидкостях нарушается термодинамическое равновесие и происходит процесс перестройки структуры жидкости. Восстановление равновесной структуры в жидкостях сопровождается разнообразными релаксационными процессами, главным образом, структурной релаксацией. Равновесные и неравновесные свойства жидкостей в значительной степени зависят от характера этих релаксационных процессов. Однако, вопрос детального исследования релаксационных процессов и определения их вклада в динамические значения термодинамических параметров остаётся открытым.

Следует отметить сложность экспериментов по облучению физических жидкостных систем, что связано с большим количеством факторов, влияющих на результат. Несмотря на значительное количество работ по этой тематике [1–5, 8–13], физическая природа структурных изменений жидких сред под облу-

чением до конца не исследована.

Цель данной работы — изучение механизмов, которые лежат в основе изменения термодинамических и структурных характеристик жидкостных систем под облучением, на основе использования фундаментальных физических законов и соотношений.

Модель однокомпонентной жидкости под облучением

Для решения задачи о структурных изменениях в жидкости под воздействием облучения использована цепочка фундаментальных уравнений Боголюбова [16]. Теоретической моделью служила однокомпонентная жидкостная система, находящаяся под воздействием ионизирующего облучения [15]. Особенность описания взаимодействия облучения (а особенно высокоэнергетических частиц) с жидкостью состоит в присутствии скачкообразного изменения скоростей частиц, что делает невозможным применение механики Гамильтона для описания их динамики. Действительно, при таком резком изменении скорости частиц теорема о сохранении фазового объёма не работает, а, следовательно, уравнение Лиувилля и цепочка фундаментальных уравнений Боголюбова не справедлива. В соответствии с этим, в настоящей работе не рассматривается переход частицы из одного состояния в другое, а изучается только начальное и конечное положения частицы в фазовом пространстве.

Рассмотрим однокомпонентную жидкостную систему, которая облучается потоком частиц с постоянной интенсивностью [14, 15]. Под действием облучения жидкость ионизируется, скорости частиц изменяются и жидкость переходит в неравновесное состояние, которое характеризуется отклонением от распределения Максвелла по скоростям (импульсам) (Рис. 1). Изменение распределения Максвелла было получено с помощью компьютерного моделирования.

Для данной ситуации в случае постоянного по интенсивности потока частиц, со временем, вследствие релаксационных процессов, система должна перейти

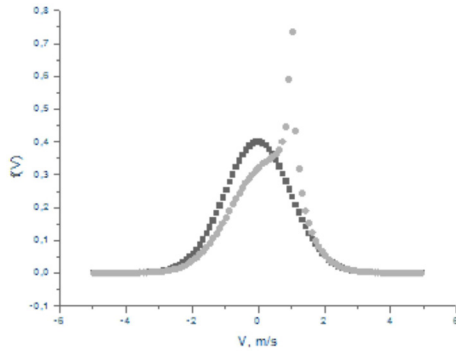
в стационарное неравновесное состояние. Запишем цепочку уравнений Боголюбова для пространствен-

$$\frac{\partial F_n(\vec{r}, \vec{p}, t)}{\partial t} = [H^{(n)}, F_n(\vec{r}, \vec{p}, t)] + \rho \sum_{i=1}^n \int \frac{\partial \Phi(|r_i - r_{n-1}|)}{\partial r_i} \frac{\partial F_{n+1}(\vec{r}, \vec{p}, t)}{\partial p_i} d\vec{r}_{n+1} d\vec{p}_{n+1}, \quad (1)$$

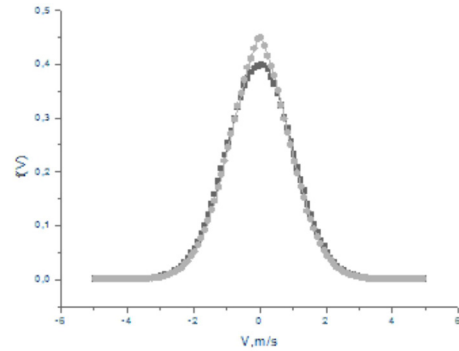
где $H^{(n)}$ - функция Гамильтона замкнутой системы из n частиц, $F_n(\vec{r}, \vec{p}, t)$, $F_{n+1}(\vec{r}, \vec{p}, t)$ — неравновесные функции распределения n -го порядка, которые зависят от пространственных координат \vec{r} , импульсов

но-временных функций распределения $F_n(\vec{r}, \vec{p}, t)$ для такого состояния [16]:

\vec{p} и времени t , $\Phi(|r_i - r_{n-1}|)$ — потенциал взаимодействия структурных элементов, $\rho = \frac{N}{V}$ — численная плотность жидкости.



А.



В.

Рис. 1 Изменение распределения а). V_x -, б). V_y -компоненты скорости частицы вещества под облучением: • — скорость частицы до облучения, * — скорость частицы после облучения.

Очевидно, что в равновесном случае уравнение (1) должно сводиться к известному уравнению для равновесной парной функции распределения $F_2(\vec{r}, \vec{p}, t)$, с помощью которой рассчитываются равновесные термодинамические свойства систем.

В стационарном случае функция $F_2(\vec{r}, \vec{p}, t)$ факторизуется, и её можно представить в виде произведения функции распределения по координатам $F_2(\vec{r})$ и функции распределения по импульсам $F_2(\vec{p})$ [7]. В равновесном случае, кроме того, функция распределения по импульсам $F_2(\vec{p})$ имеет вид распределения Максвелла, и задача становится тривиальной. Интересно исследовать поведение $F_2(\vec{r})$ в случае немасвелловской $F_2(\vec{p})$, что соответствует системе в стационарном неравновесном состоянии при внешнем воздействии.

В общем случае для описания структурных характеристик систем достаточно знать парную функцию распределения $F_2(\vec{r}_1, \vec{r}_2)$, не зависящую от времени, где \vec{r}_1, \vec{r}_2 — радиус-вектора положений центров молекул. С помощью этой функции распределения можно

описать не только структурные свойства жидкостей (число ближайших соседей, среднее расстояние между атомами, молекулами, ионами, характерный радиус корреляции), но и их теплофизические свойства. Следовательно, для широкого класса задач мы можем обрвать цепочку (1) на втором уравнении. Существует достаточно методов для определения парной функции распределения: экспериментальные, теоретические и методы компьютерного моделирования [17]. Однако, большинство известных методов позволяют вычислить эту функцию в равновесном состоянии и, следовательно, не подходят для описания системы в стационарном неравновесном состоянии. Нашей задачей будет определить $F_2(\vec{r}_1, \vec{r}_2)$ для функции распределения в импульсном пространстве, которая деформированна в результате внешнего воздействия на систему.

Из цепочки уравнений (1) второе уравнение цепочки Боголюбова для однокомпонентной системы в стационарном состоянии $\frac{\partial F_n}{\partial t} = 0$ будет иметь вид:

$$\begin{aligned} & \frac{\partial F_2(\vec{r}_1, \vec{r}_2, \vec{p}_1, \vec{p}_2)}{\partial \vec{r}_1} \frac{p_1}{m} + \frac{\partial F_2(\vec{r}_1, \vec{r}_2, \vec{p}_1, \vec{p}_2)}{\partial \vec{r}_2} \frac{p_2}{m} - \frac{\partial F_2(\vec{r}_1, \vec{r}_2, \vec{p}_1, \vec{p}_2)}{\partial \vec{p}_1} \frac{\partial \Phi(|\vec{r}_1 - \vec{r}_2|)}{\partial \vec{r}_1} - \frac{\partial F_2(\vec{r}_1, \vec{r}_2, \vec{p}_1, \vec{p}_2)}{\partial \vec{p}_2} \frac{\partial \Phi(|\vec{r}_1 - \vec{r}_2|)}{\partial \vec{r}_2} = \\ & = \rho \int \left(\frac{\partial \Phi(|\vec{r}_1 - \vec{r}_3|)}{\partial \vec{r}_1} \frac{\partial F_3(\vec{r}_1, \vec{r}_2, \vec{r}_3, \vec{p}_1, \vec{p}_2, \vec{p}_3)}{\partial \vec{p}_1} + \frac{\partial \Phi(|\vec{r}_2 - \vec{r}_3|)}{\partial \vec{r}_2} \frac{\partial F_3(\vec{r}_1, \vec{r}_2, \vec{r}_3, \vec{p}_1, \vec{p}_2, \vec{p}_3)}{\partial \vec{p}_2} \right) d\vec{r}_3 d\vec{p}_3 \end{aligned} \quad (2)$$

Как упоминалось выше, стационарное состояние не является равновесным, а, следовательно, в таком состоянии в системе существует производство энтропии [18–20]. Это связано с возникновением отрицательной энтропии в системе вследствие радиационного облучения, которое, в свою очередь, приводит к структурным изменениям в системе. Такие структурные изменения характеризуются парной

$$\left(\frac{\partial \Phi(|\vec{r}_1 - \vec{r}_2|)}{\partial \vec{r}_1} \frac{\partial f_2(\vec{p}_1, \vec{p}_2)}{\partial \vec{p}_1} g_2(\vec{r}_1, \vec{r}_2) - \frac{p_1}{m} \frac{\partial g_2(\vec{r}_1, \vec{r}_2)}{\partial \vec{r}_1} f_2(\vec{p}_1, \vec{p}_2) \right) + \rho \int \left(\frac{\partial \Phi(|\vec{r}_1 - \vec{r}_3|)}{\partial \vec{r}_1} \frac{\partial f_3(\vec{p}_1, \vec{p}_2, \vec{p}_3)}{\partial \vec{p}_1} g_3(\vec{r}_1, \vec{r}_2, \vec{r}_3) \right) d\vec{r}_3 d\vec{p}_3 = 0 \quad (3)$$

$$\left(\frac{\partial \Phi(|\vec{r}_1 - \vec{r}_2|)}{\partial \vec{r}_2} \frac{\partial f_2(\vec{p}_1, \vec{p}_2)}{\partial \vec{p}_2} g_2(\vec{r}_1, \vec{r}_2) - \frac{p_1}{m} \frac{\partial g_2(\vec{r}_1, \vec{r}_2)}{\partial \vec{r}_2} f_2(\vec{p}_1, \vec{p}_2) \right) + \rho \int \left(\frac{\partial \Phi(|\vec{r}_2 - \vec{r}_3|)}{\partial \vec{r}_2} \frac{\partial f_3(\vec{p}_1, \vec{p}_2, \vec{p}_3)}{\partial \vec{p}_2} g_3(\vec{r}_1, \vec{r}_2, \vec{r}_3) \right) d\vec{r}_3 d\vec{p}_3 = 0 \quad (4)$$

Проинтегрировав уравнение (3) или (4) по \vec{p}_1 и \vec{p}_2 , учитывая соотношения $\int f_3(\vec{p}_1, \vec{p}_2, \vec{p}_3) d\vec{p}_3 = f_2(\vec{p}_1, \vec{p}_2)$, получим модифицированное уравнение ББГКИ (цепоч-

функцией распределения по координатам $F_2(\vec{r}) = g_2(\vec{r})$. Таким образом, основной задачей при определении структурных изменений в системе является расчёт изменения парной функции распределения по координатам $g_2(\vec{r})$. Учитывая, что $F_2(\vec{r}, \vec{p}) = g_2(\vec{r}) f_2(\vec{p})$, перепишем уравнение (2) в виде двух уравнений:

ка уравнений Боголюбова-Борна-Грина-Кирквуда-Ивона) для случая неравновесного стационарного состояния:

$$-\frac{\partial g_2(\vec{r}_1, \vec{r}_2)}{\partial \vec{r}_1} \int \frac{p_1}{m} f_2(\vec{p}_1, \vec{p}_2) \partial \vec{p}_1 \partial \vec{p}_2 + \frac{\partial \Phi(|\vec{r}_1 - \vec{r}_2|)}{\partial \vec{r}_1} g_2(\vec{r}_1, \vec{r}_2) \int \frac{\partial f_2(\vec{p}_1, \vec{p}_2)}{\partial \vec{p}_1} \partial \vec{p}_1 \partial \vec{p}_2 + \rho \int \frac{\partial \Phi(|\vec{r}_1 - \vec{r}_3|)}{\partial \vec{r}_1} g_3(\vec{r}_1, \vec{r}_2, \vec{r}_3) d\vec{r}_3 \int \frac{\partial f_2(\vec{p}_1, \vec{p}_2)}{\partial \vec{p}_1} \partial \vec{p}_1 \partial \vec{p}_2 \quad (5)$$

Поделив выражение (5) на $\int \frac{\partial f_2(\vec{p}_1, \vec{p}_2)}{\partial \vec{p}_1} \partial \vec{p}_1 \partial \vec{p}_2$, получим следующее выражение

$$kT_{\text{eff}} \frac{\partial g_2(\vec{r}_1, \vec{r}_2)}{\partial \vec{r}_1} + \frac{\partial \Phi(|\vec{r}_1 - \vec{r}_2|)}{\partial \vec{r}_1} g_2(\vec{r}_1, \vec{r}_2) + \rho \int \frac{\partial \Phi(|\vec{r}_1 - \vec{r}_3|)}{\partial \vec{r}_1} g_3(\vec{r}_1, \vec{r}_2, \vec{r}_3) d\vec{r}_3, \quad (6)$$

где kT_{eff} определяется соотношением:

$$kT_{\text{eff}} \int \frac{\partial f_2(\vec{p}_1, \vec{p}_2)}{\partial \vec{p}_1} d\vec{p}_1 d\vec{p}_2 = - \int \frac{p_1}{m} f_2(\vec{p}_1, \vec{p}_2) d\vec{p}_1 d\vec{p}_2 \quad (7)$$

Выражение (7) определяет эффективную температуру kT_{eff} системы в общем случае. В рамках предложенного подхода эффективная температура стационарной системы — это температура соответствующей равновесной системы с аналогичными термодинамическими параметрами. Если же источники излучения распределены непрерывно и равномерно по объёму (например, растворённая соль RaCl_2 в воде), то функции распределения $f_2(\vec{p}_1, \vec{p}_2)$ и $f_3(\vec{p}_1, \vec{p}_2, \vec{p}_3)$ становятся чётными. В этом случае определение эффективной температуры по формуле (7) приводит к неопределённости

вида $\frac{0}{0}$. Чтобы избежать этой неопределённости, факторизуем функцию распределения по импульсам $f_2(\vec{p}_1, \vec{p}_2) = f_1(\vec{p}_1) f_2(\vec{p}_2)$, что позволит в выражении (7) вычислить интеграл по \vec{p}_2 . В итоге получим выражение для эффективной температуры среды:

$$kT_{\text{eff}} \frac{\partial f_1(\vec{p}_1)}{\partial \vec{p}_1} = - \frac{p_1}{m} f_1(\vec{p}_1), \quad (8)$$

где $f_1(\vec{p}_1)$ — чётная функция от \vec{p}_1 , и для неё можно записать $f_1(\vec{p}_1) = \psi(\vec{p}^2)$ и, соответственно, $\frac{\partial f_1(\vec{p}_1)}{\partial \vec{p}_1} = 2\vec{p}\psi'(\vec{p}^2)$.

Учитывая выражения для чётной функции и интегрируя выражение (8) по \vec{p}_1 получим:

$$kT_{eff} = -\frac{1}{2m} \frac{\int d\vec{p}_1 \psi(\vec{p}_1^2)}{\int d\vec{p}_1 \psi'(\vec{p}_1^2)} = -\left(2m \int d\vec{p}_1 \psi'(\vec{p}_1^2)\right) \quad (9)$$

Очевидно, что в отличие от (7) в уравнении (9) отсутствует упомянутая неопределённость.

Отметим, что, если $f_1(\vec{p}_1)$ соответствует распределению Максвелла $(f(p) = \frac{1}{\sqrt{2\pi m k_B T}} e^{-\frac{p^2}{2m k_B T}})$,

то эффективная температура совпадает с реальной термодинамической температурой системы.

Таким образом, для определения изменений структурных характеристик жидкостей под облучением необходимо иметь детальную информацию (экспериментальную и теоретическую) об изменённом распределении частиц по импульсам. Это позволит идентифицировать коэффициенты при неизвестных функциях распределения и, соответственно, вычис-

лить значение эффективной температуры облучаемой среды.

Выводы

В работе на основании цепочки фундаментальных уравнений Боголюбова предложен метод расчета эффективной температуры среды в случае облучения жидкой системы потоком заряженных частиц с постоянной интенсивностью. Введение эффективной температуры в систему позволяет использовать термодинамику равновесных систем для расчёта термодинамических характеристик жидких сред в стационарном состоянии. В этом случае структурные характеристики системы определяются для эффективной температуры, при которой неравновесная система соответствует равновесному состоянию. Существование этой температуры, отличной от реальной температуры системы, объясняется отклонениями от равновесного распределения частиц по импульсам вследствие облучения.

Список литературы:

1. Montenegro E. C., Brazilian Journal of Physics, 35, 4A (2005).
2. Huerta M. Parajon, Rajesh P., Mu T., Radiation Physics and Chemistry, 77 (2008).
3. Draganic I. G., Radiation Physics and Chemistry, 72, 474 (2005).
4. Kreipl M. S., Friedland V., Paretzke H. G., Radiat. Environ. Biophys., 48, 11 (2009).
5. Palfi T., Wojnarovits L., Takacs E., Radiation Physics and Chemistry, 79, 1154 (2010).
6. Wai C., Mincher B., Nuclear energy and the environment. ACS Symposium Series.-W.DC: American Chemical Society, 2010, 113, 645 (1998).
7. Фишер И. З., Статистическая теория жидкостей, М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1961, 280.
8. Танасюк Д. А., Магомедбеков С. П., Бяков В. М., Ермаков В. И., Электронный научный журнал "Исследовано в России", 61, 2010.
9. Мю Аунг, А. А. Фенин, В. И. Ермаков, Электронный научный журнал «Исследовано в России», 251, 2409 (2006).
10. Martino W., Fernandez de la Mora, Yoshida Y., Green Chemistry, 8, 390 (2006).
11. Zenkiewicz M., J. of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, 2, 43 (2007).
12. Byung M. W., Jung H. J., Appl. Phys. Lett., 93, 244105 (2008).
13. Weon B. M., Je J. He., Hwu Y., Margaritondo G., Phys. Rev. Lett, 100, 217403 (2008).
14. Гаврюшенко Д. А., Тарадій К. В., Вісник Київського Національного Університету Імені Тараса Шевченка, 13, 12 (2011).
15. Власенко Т. С., Гаврюшенко Д. А., Сисоев В. М., Вісник Київського Національного Університету Імені Тараса Шевченка, 2, 287 (2013).
16. Bogolyubov N. N., Problems of dynamical theory in statistical physics, Elect. Works, V.2., K.: Scientific mind, 1970, 106.
17. Kolesnichenko Ya. I., Nuclear Fusion, 15, 35 (1975).
18. Perez-Madrid A., Energy, 32, 301 (2007).
19. David Ruelle, Proc Natl Acad Sci USA, 100, 3054 (2003).
20. Giovanni Gallavotti, CHAOS, 14, 680 (2004).

*Garibov Adil Abdulxaliq, Agayev Teymur Nemetulla, Mansimov Zaur Aflatun,
Melikova Sevinj Zellabdin, Eyubov Kerim Tahir
Institute of Radiation Problems NAS of Azerbaijan, Baku
E-mail: sevinc.m@rambler.ru*

Investigation of radium orthosilicates by methods of FT-IR spectroscopy and derivatography

Abstract: Synthesized radium orthosilicates with various concentrations of radium and activity of samples were researched by methods of infrared spectroscopy and derivatography. There was researched a change of relative optic densities of absorption bonds of stretching vibrations RaO and Si-O bonds and Si-O₂ tetrahedrons with maximums at 930 and 960cm⁻¹ dependent on radium weight concentration. In this case maximal specific activity of bound radium is 2500Bk/g. According to DTA-analysis, RaO·SiO₂·2H₂O is one the most stoichiometrically acceptable for creation of radium orthosilicate.

Keywords: radium orthosilicate, activity, FT-infrared spectroscopy and derivatography.

Introduction

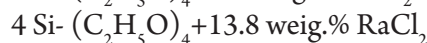
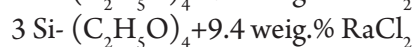
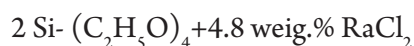
Regularities of composition influence to radiation and heterogenic processes of substance decomposition in contact with silicate systems are not known and of great importance both from the point of view of radiation catalysis, radiation material science as well as radiation ecology. Therefore, interest towards research of radium orthosilicates is associated from the point of view of ecological situation in areas as well as with monitoring of soils polluted by waste products [1–3]. Results of infrared spectroscopic and derivatographic researches of radium orthosilicates synthesized by us are presented in this paper. Specific activity of the samples was defined based gamma-spectrum data.

Experimental

In radiation and chemical processes Ra-SiO₃ is one of the most important connections [4–8]. Radium orthosilicates synthesized under method were used as research subject [1]. Synthesis of tetra orthosilicate (TEOS) Si-(C₂H₅O)₄ with addition of radium sulfate Ra-SiO₃ of various weight concentration (4.4, 9.4 and 13,8 weig.%) in buffer solution of acetate acid CH₃COOH was carried out upon temperature of 423 K and passed under the following reaction:



To get various activities of RaSiO₃ samples, various quantity of RaCl₂ was added to the reaction. Activity of radium orthosilicate was defined by gamma-spectrometric method. RaSiO₃ with various activities were synthesized without changing quantity of tetraethylortosilikat and by increasing concentration of RaCl₂. Radium orthosilicate activities were defined by gamma-spectrometric method which were equal to 260Bk/g, 2500Bk/g, 6100Bk/g relatively.



Specific activity of radium in synthesized radium orthosilicates was calculated under GENIE 2000 program based gamma-spectrometer and was 260–6100Bk/g. Infrared spectrums of absorption were registered on Varian 640 and 3600 FT-JR spectrophotometers within frequencies from 4000 to 100cm⁻¹. Obtained samples of stoichiometric orthosilicate with three weight contents RaO·SiO₂·2H₂O and relative radium activities 260, 2500 and 6100Bk/g were marked for convenience as follows:

Tablets of synthesized samples with KBr (1:100) were obtained by means of pressing upon 250kg/cm² during 15 minutes by means of press-form by Shimadzu (Japan) destined for optic researches. Optic densities of valent vibrations bands of Ra-O and Si-O connections and SiO₄ tetrahedrons with maximums while 930 and 960cm⁻¹ and their correlations. Derivatograms of synthesized radium orthosilicates were taken at MOM (Hungary) derivatograph in beryllium bowls with the following parameters: sensitivity for channels DTA-1/5; DTG-1/15; in temperature interval from 293 to 1073K with heat rate 50/min in oxygen atmosphere and sample mass 250... 300mg. Aluminum oxide calcined at 1270K during 24h was DTA etalon.

Results and their discussions

Infrared spectrums of clear silica absorption (curve 1) and synthesized radium orthosilicates with various weight content RaSO₃ (curves 2, 3 and 4) are shown in Fig.1. As we see, absorption bands are observed in SiO₂ spectrum at 1180, 1080 and 800cm⁻¹ associated with asymmetric (ν_{as}) and symmetric valent (ν_s) variations of bridge Si-O-Si bonds [9, 10].

Bands responsible for variations of bridges with maximums 1076 and 810 cm^{-1} and new absorption bands while 930, 816 and 316 cm^{-1} typical for valent variations ν_3, ν_1 (RaO) and ν (O-Ra-O) bonds were revealed in spectrum of samples 2, 3 and 4. Creation of new absorption bands is observed in deformation variations area δ (RaO) as well, this is testified by bands with

maximums while 816 and 750 cm^{-1} relating to variations δ (RaO) [9–10]. Creation of radium orthosilicates is accompanied with insignificant shift of absorption bands of valent variations Si-O-Si from 1076 to 1072 cm^{-1} at $\Delta\nu=4\text{cm}^{-1}$. This indicates a weak disturbance silica array while interaction and creation of $\text{RaO}\cdot\text{SiO}_4\cdot n\text{H}_2\text{O}$ connection.

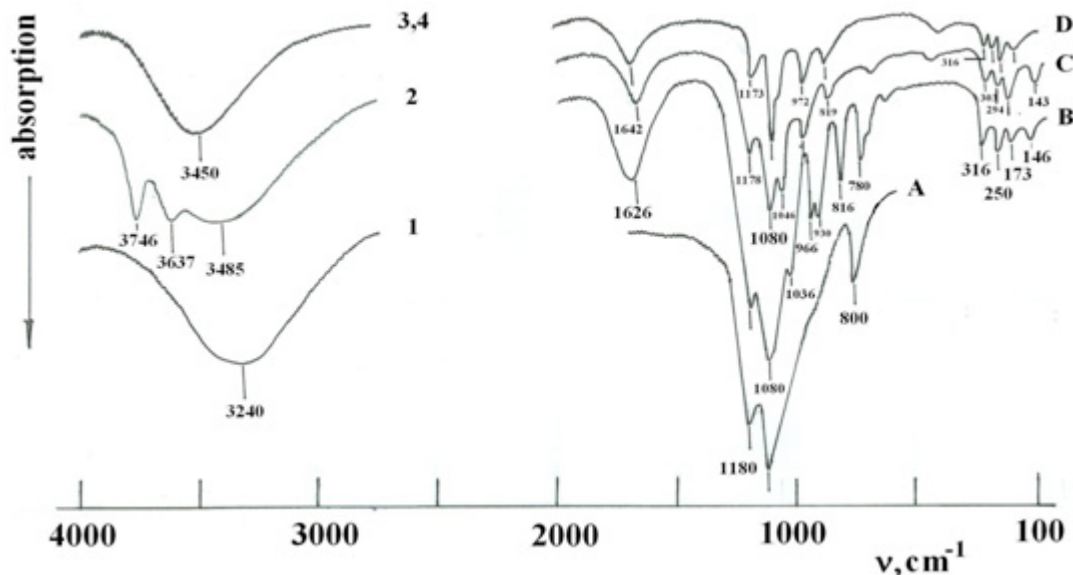


Fig.1. FT-infrared spectrums of SiO_2 absorption (1) and samples of radium orthosilicate with weight content of radium 4.8 (3); 9.4 (2); 13.8 weig.% (4)

Band while 1626 cm^{-1} of surface-exhausted water which preserved after heat to 283K is revealed clearly in spectrums of infrared absorption (see Fig.1, curves 3–4). Absorption band while 3450 cm^{-1} associated with δ (OH) groups [9] was not revealed in radium orthosilicates. Researched samples have crystal water as well that confirmed by availability of clear narrow absorption band while 1590 cm^{-1} . While comparison of absorption spectrums of radium orthosilicates in areas of valent and deformation variations of water molecules there was revealed that transformation accompanying with redistribution of intensities of absorption bands of OH groups and H_2O molecules dependent on radium

concentration in silicate composition (see Fig.1, curves 3, 2 and 4). In this case sample 3 (9,4 weig.% RaSO_3 , Fig.1 curve 2) is the most acceptable in stoichiometric correlation.

In fact, while comparison of our measurements of infrared parameters (location of absorption bands and their intensities) with literature infrared data of radium orthosilicate shows that good fit is observed among them (Table 1 where relation of absorption bands to certain types of variations) [9–10]. This allows to affirm that the agent (2) synthesized by us is really radium orthosilicate and has 2 molecules of water in its composition that's $\text{RaO}\cdot\text{SiO}_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Table 1. – infrared parameters (location of absorption bands and their intensity) of radium orthosilicate

band cm^{-1} [1]	Literature data		obtained data
	variations [1]	band cm^{-1} [2]	band cm^{-1}
<i>I</i>	2	3	4
	(OH)	± 10	± 10
	δ (OH)	± 5	± 5
	δ (OH)		
	δ (HOH)	± 7	± 10
($\text{c}\lambda$)	(SiO_4)	($\text{c}\lambda$)	($\text{c}\lambda$)
($\text{c}\lambda$)	(RaO) ν_3	± 2 ($\text{c}\lambda$)	± 2 ($\text{c}\lambda$)
($\text{c}\lambda$)	(SiO_4)	($\text{c}\lambda$)	($\text{c}\lambda$)
(cp)	(RaO) ν_1	± 4 (cp)	± 2 (cp)

1	2	3	4
(cp)	(SiO ₄)	±1 (cp)	±1 (cp)
	(RaO ₂)		(ca)
	(RaO ₂) _v		(cp)
	(RaO ₂)		(cp)

Derivatograms DTA and thermogram TG of stoichiometrically synthesized radium orthosilicates depending on weight concentration RaSO₃ are stated in Fig.2. It follows from derivatograms 3, 2 and 4 that three endothermic effects at 363÷373, 683÷753 and

828...1008K are available on DTA curve. The first endothermic effects at 363÷373K are caused by loss of adsorption water in temperature area 298÷365K (under TG calculations, quantity of water is 1.5; 2.6 and 3%).

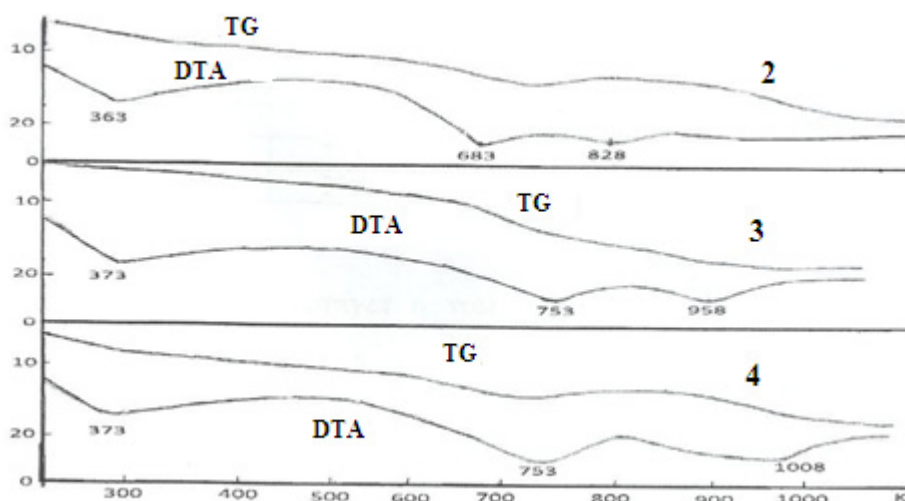
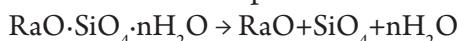


Fig.2. Derivatograms DTA and TG of stoichiometrically synthesized radium orthosilicates depending on weight concentration of radium 4.8 (2); 9.4 (3); 13.8 weig.% (4)

According to move of TG curves, constancy of composition is observed in temperature area 363÷623K. This means that after loss of adsorption water composition of this sample is steady till 598÷623K. The second wide endothermic effects at 753÷798K in temperature area 598÷798K are caused by loss of crystallized water and decomposition:



According to the calculations of TG curves, n value is 2, 6 and 4 for samples 2, 3 and 4 relatively. At the same time, the most acceptable sample is 2-RaO·SiO₂·2H₂O which composition consists of 2 molecules of water. And this sample is more thermostable for 100K than sample 3-RaO·SiO₄·4H₂O, as for sample 4 it represents a mechanic mixture

of two origin components. There is just effect of RaSO₃ decomposition on DTA curve of composition 4 in temperature area 598...798K on RaO-SO₂. The third sharp wide endothermic effect at 878÷1008K is caused by oxygen precipitation from RaO in temperature area 878...1008K. Under analysis of derivatographic and infrared spectroscopic researches we can conclude that radium orthosilicates are occurred from stoichiometrical compositions (TEOS) Si-(C₂H₅O)₄ with 4.8 and 9.4 weig.% RaSO₃, relatively (3) RaO·SiO₂·4H₂O and (2) RaO·SiO₂·2H₂O. At the same time, the sample is more thermostable for 100K than RaO·SiO₂·4H₂O. Number of structural water in samples 2 and 3 is 6 and its 4% more thermostable for 100K, removed at 523 and 623K relatively.

Table 2. – DTA and TG parameters of radium orthosilicate

Composition	DTA			TG		
	Endoeffects T, K			Temperature interval/loss of mass T, K/%		
	I	II	III	I	II	III
3	363	753	828	298 ... 365/2.6	598 ... 683/17.4	810 ... 828/6
2	373	683	828	298 ... 365/1.5	623 ... 753/9.5	798 ... 958/4
4	373	683	1008	298 ... 348/1.5	623 ... 753/8.5	798 ... 1008/2.5

The latter testifies that H_2O molecules localize in interlaminar areas and place in coordination sphere of radium [1–3]. Comparison of absorption spectres of synthesized samples from 4.8 and 9.4 weig.% $RaSO_3$ in areas of valent and deformation variations of water molecules shows that transformation of spectrums accompanied by intensity redistribution of absorption bands OH-groups and H_2O molecules happens in these areas dependent on radium concentration in silicates composition. In this case composition 2, that is $(TEOS) Si-(C_2H_5O)_4 + 9.4$ weig.% $RaSO_3$ is the most stoichiometrically acceptable. Change of relative optic densities of absorption bands of valent variations $\nu(RaO)$ and $\nu_3(SiO_4)$ with maximums at 930 and 960 cm^{-1} is the confirma-

tion of the limit radium concentration in silicate composition is 9.4 weig.%.

Conclusion

Research of radium orthosilicates synthesized by us by methods of infrared spectroscopy and derivatography showed that $RaO \cdot SiO_2 \cdot 2H_2O$ is the most stoichiometrically acceptable composition for creation of radium orthosilicate. At the same time there was revealed that absorption bands of valent variations of Ra-O and Si-O bonds and Si-O₂ tetrahedrons with maximums at 930 and 960 cm^{-1} dependent on radium weight concentration. There was defined that its limit concentration in silicate composition is 9.4 weig.%. In this case maximal specific activity of bound radium is 2500Bk/g.

References:

1. Moll H., Matz W., Schuster G., Brender E. Synthesis and characterization of uranylorthosilicate $(UO_2) 2SiO_4 \cdot 2H_2O$ // J. of Nuclear Materials 227 (1995) 40.
2. Legros J.P. and Legros R., Masdupuy E. Sur un silicate d'uranyle, isomorphe du germanated'uranyle, et sur les solutions solides conespndantes. Application a l'etudestructuraledu germanated'uranyle // Bull. Soc. Chim. France 8 (1972) 3051.
3. Lungu S. Irradiation swelling in UO_2-SiO_2 fuel under low axial stress // J. of Nuclear Materials. 1975, v.56, p.307
4. Гарибов А. А., Мехтиева Р. Н., Эюбова Н. А., Мирзоев М. Н., Гаджиева Н. Н. Исследование уранилортоосиликатов методами ИК-спектроскопии и дериватографии // ВАНТ, 2012, № 2 (78), с. 134–137.
5. Гарибов А. А., Агаев Т. Н., Мансимов З. А. Гетерогенный гамма радиолиз радий силиката. Синтез свойства // Азерб. хим. журнал, 2011, № 1, с. 177–180.
6. Агаев Т. Н., Мансимов З. А. Сорбционное материалы для извлечения радионуклидов из водных систем на основе природных материалов // ж. Химические проблемы, 2011, № 1, с. 111–119.
7. Боресков Г. К. Гетерогенный катализ. М.: Наука, 1988, 275 с.
8. Абдукадырова И. Х. Радиационно-стимулированный фазовый переход в кристаллическом кварце // Неорганические материалы, 2004, т. 11, с. 1350–1354.
9. Гарибов А. А., Гаджиева Н. Н., Меликова С. З. Исследование гамма-облученных боросиликатов методом ИК-спектроскопии и электропроводности // Физика и химия обработки материалов, 2008, № 3, с. 19–23.

Section 10. Chemistry

Секция 10. Химия

Beeva Juliet Anatolievna

Ligidov Mukhamed Khusenovich

Barokova Elena Betalov

Kabardino-Balkarian State University, Russia

E-mail: d.beeva@mail.ru

Beev Aues Akhmedovich

Kabardino-Balkaria State Agrarian University, Russia

New chemically modified polyhydroxiether's

Abstract. Article is devoted to the chemical synthesis of new polyhydroxyethers — class polyethers which are widely used in various fields: the paint industry, automotive industry composite materials, etc. Creating new polyhydroxy with diverse characteristics opens new perspectives in the use of these polymers.

Keywords: polyhydroxyether, phenoxy, bisphenols Settling polycondensation.

Беева Джульетта Анатольевна,

Лигидов Мухамед Хусенович,

Барокова Елена Беталовна

E-mail: d.beeva@mail.ru

Кабардино-Балкарский государственный университет

им. Х. М. Бербекова

Беев Ауес Ахмедович, Кабардино-Балкарский государственный

аграрный университет им. В. М. Кокова

Новые химически модифицированные полигидроксиэфиры

Аннотация. Статья посвящена химическому синтезу новых полигидроксиэфиров — класса простых полиэфиров, которые находят широкое применение в различных областях: лакокрасочной промышленности, автомобилестроении, индустрии композитных материалов и т. д. Создание новых полигидроксиэфиров с разнообразными характеристиками открывает новые перспективы в области применения данных полимеров.

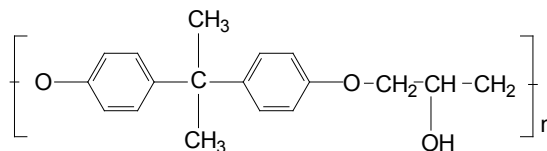
Ключевые слова: полигидроксиэфиры, фенокси, бисфенолы, осадительная поликонденсация.

Пути развития химической науки и индустрии предполагают синтез новых материалов с прогнозируемыми свойствами, а также расширение областей применения уже существующих за счет придания им требуемых характеристик. Получение новых материалов, их внедрение в химическое производство сопряжено с дополнительными экономическими затратами на новое сырье, оснащение и обновление технологических процессов.

На наш взгляд, наиболее перспективен путь создания новых материалов и технологий на уже существующем

производственном оборудовании с небольшой модернизацией, что сокращает время от разработки до внедрения технологии получения полимерных материалов в промышленном и полупромышленном масштабе.

В этом отношении перспективным классом полимеров являются полигидроксиэфиры — линейные гидроксилсодержащие простые полиэфиры, которые получают из того же сырья, что и эпоксидные смолы: эпихлоргидрина и дифенольного соединения и имеют следующее строение:



Полигидроксиэфиры характеризуются такими практически ценными свойствами как высокая адгезия к различным поверхностям, термостабильность, химическая стойкость, низкое сродство к воде. Благодаря свободным гидроксильным группам, расположенным по всей длине полимерной цепи, полигидроксиэфиры способны отверждаться, вступать в реакции с различными веществами — аминами, кислотами, хлорангидами и т. д. Полигидроксиэфиры хорошо совмещаются с различными органическими и минеральными наполнителями, что можно использовать для получения различных полимерных композитов.

Производство данного класса полимеров в мире было начато ещё в 60-ые годы прошлого века. В США

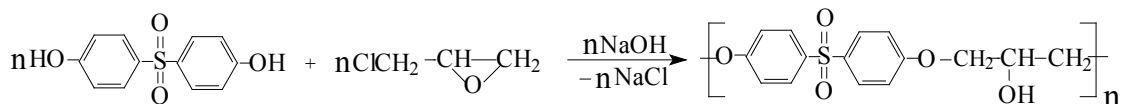
полимер на основе бисфенола А — 4,4' — дигидроксиdifенилпропана выпускается под торговым названием «Фенокси», а в Польше — «Эпитерм» и широко используется в различных областях. Однако интерес представляют модифицированные полигидроксиэфиры, полученные путем введения в полимерную структуру бисфенолов, разнообразных по химической природе [1].

В данной работе в результате проведенных исследований показана возможность синтеза новых полигидроксиэфиров, где в качестве бисфенолов применены ароматические диоксисоединения, содержащие полярные, ненасыщенные, объемные группировки (Табл. 1).

Таблица 1. — Строение использованных бисфенолов

№	Название бисфенола	Строение бисфенола
1.	4,4'-дигидроксиdifенилсульфон (ДОДФС)	
2.	1,1-ди- <i>n</i> -гидроксифенил — 2,2-дихлорэтилен (ДОДХЭ)	
3.	Триптицендиол-2,5 (ТА)	
4.	4,4'-дигидроксиdifенилпропан (ДОФП)	

Экспериментальная часть. Синтез полигидроксиэфиров на основе 4,4'-диоксидифенилсульфона (ДОДФС) и эпихлоргидрина (ЭХГ), а также (ДОДФС) и 4,4'-диоксидифенилпропана (ДОФП)

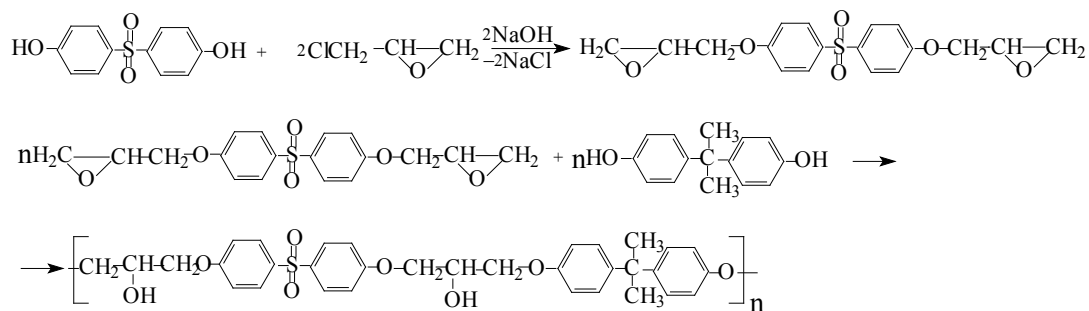


В качестве органической среды использовали водно-спиртовую смесь.

Полученный полимер на основе ДОДФС не обладает пленкообразующими свойствами и достаточной приведенной вязкостью раствора. В связи с этим,

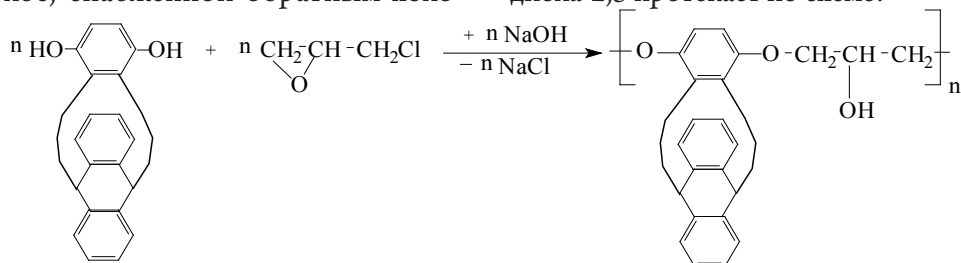
проводили в водно-органической среде в присутствии гидроксида натрия, являющегося катализатором и одновременно акцептором выделяющегося хлороводорода по схеме:

было решено получить сополимер регулярного строения на основе ДОДФС и ДОФП. Для получения сополимера регулярного строения на первом этапе получали диглицидиловый эфир ДОДФС, который далее реагировал с ДОФП:



По окончании реакции полимер выделяли, промывали холодной водой до отрицательной реакции на хлорид-ионы. При необходимости дополнительной очистки полимер растворяли в диоксане и пересаждали в воду. Полимер в виде белых волокон выпадает из раствора при перемешивании.

Синтез полигидроксиэфира на основе триптицендиола-2,5 осуществляют в цилиндрической трехгорлой колбе, снабженной обратным холо-



В щелочной среде триптицендиол-2,5 переходит в не реакционно-способную хиноидную структуру. Для предотвращения этого явления гидроксид натрия в виде водного раствора вводится в реакционную смесь быстро при температуре 65 °С. Полученный полимер не обладает пленкообразующими свойствами, молекулярная масса 20–25 тысяч. С целью повышения молекулярной массы, придания пленкообразующих свойств, улучшения перерабатываемости был разработан способ получения полигидроксиэфиров на основе

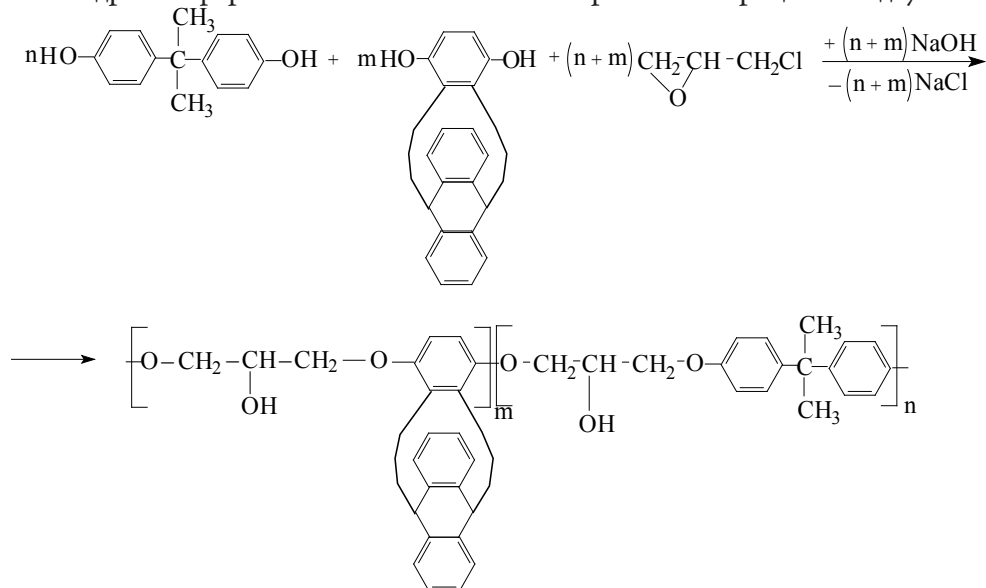


Схема 1.

дильником, электрической мешалкой и отводом для введения веществ. Реакцию осуществляют в водно-изопропанольной среде при объемном соотношении вода-изопропиловый спирт 1:1 при концентрации исходных веществ — 0,5 моль/л в присутствии щелочи — 1,15 моль гидроксида натрия.

Синтез полигидроксиэфира на основе триптицендиола-2,5 протекает по схеме:

смеси бисфенолов: триптицендиола-2,5 и 4,4'-диоксидифенилпропана в различных мольных соотношениях по приведенной ниже схеме. Синтез сополимеров на основе бисфенола А и триптицендиола-2,5 осуществляют в цилиндрической трехгорлой колбе, снабженной обратным холодильником, электрической мешалкой и отводом для введения веществ. Реакцию осуществляют в водно-изопропанольной среде при концентрации исходных веществ — 0,5 моль/л [2; 3]. Возможно протекание процесса по двум схемам:

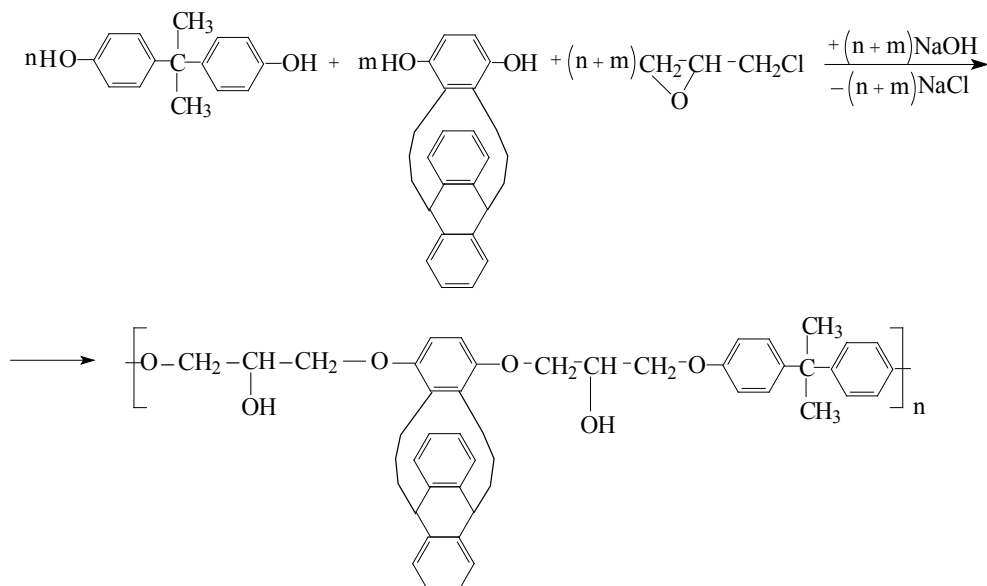
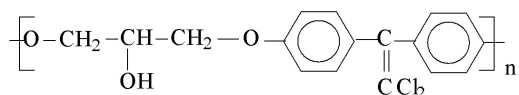


Схема 2.

Процесс может протекать как с образованием сополимеров блочного строения (схема 1), так и с образованием полимерной цепи регулярного строения (схема 2).

Полимер на основе 1,1-дихлор-2,2-ди(4-оксифенил)этилена и эпихлоргидрина общего строения:



получен при оптимальных условиях, разработанных для полигидроксиэфира на основе 4,4'-диоксидифенилпропана, обладает высокой молекулярной массой и пленкообразующими свойствами [4].

полоса, соответствующая полиассоциатам. Однако по мере разбавления растворов, интенсивность в этой области уменьшалась, а расщепления полосы не наблюдалось, что говорит о межмолекулярном характере этих взаимодействий.

Найденные оптимальные условия позволили синтезировать полимеры с высокими приведенными вязкостями и выходом, высокой степени чистоты. Строение полимеров подтверждается результатами элементного анализа, данными ИК-спектроскопии.

Наличие в растворах полигидроксиэфиров полиассоциатов было подтверждено и реологическими исследованиями. Для изучения однородности полигидроксиэфиров был привлечен метод турбидиметрического титрования. Унимодальный характер полученных зависимостей свидетельствует об однородном составе синтезированных полигидроксиэфиров.

На ИК-спектрах наблюдаются полосы колебаний, характерные для ароматических фрагментов ($1605, 3050\text{--}3020 \text{ см}^{-1}$), простой эфирной связи ($840\text{--}750, 10\text{--}75\text{--}1020, 1275\text{--}1200 \text{ см}^{-1}, 950\text{--}810 \text{ см}^{-1}$), изопропилиденовой группы в остатках дифенилолпропана ($1370, 1385, 1145 \text{ см}^{-1}$), метильной (2872 см^{-1}), метиленовой группы в глицидиловом фрагменте ($1465, 2872 \text{ см}^{-1}$), группы $>\text{C}=\text{CCl}_2$ (1170 см^{-1}), (980 см^{-1}) — [5]. В области гидроксильных групп ширина полосы пропускания увеличивается ($3600\text{--}3200 \text{ см}^{-1}$), что объясняется участием гидроксильных групп в образовании полимерных ассоциатов посредством водородных связей. Природу этих образований изучали спектрофотометрическим исследованием растворов этих полимеров различной концентрации. На спектрах концентрированных растворов полигидроксиэфиров, как и для пленочных образцов, наблюдается широкая

Молекулярные массы, рассчитанные по уравнению Марка-Хаувинка, показали для синтезированных образцов значения от 20000 до 130000. Ранее [6] были определены методом седиментации молекулярные массы полигидроксиэфира на основе дифенилолпропана. Для определения молекулярно-массовых характеристик в работах [6,7] использовали диоксан, хлороформ, диметилформамид. Нами были определены молекулярно-массовые характеристики в среде циклогексанона при температуре $25 \text{ }^\circ\text{C}$ по методу Арчибалда. Определив характеристическую вязкость и молекулярные массы образцов, получили значения K и a в уравнении Марка-Хаувинка. В табл. 2 даны характеристические вязкости образцов и их молекулярные массы.

Таблица 2. – Молекулярно-массовые характеристики полигидроксиэфиров

бисфенол	$K \cdot 10^4$	α	Характеристич. вязкость, дл/г	Молекулярная масса $\cdot 10^{-4}$
ДОФП	2,86	0,714	0,32	27
			0,54	56
			1,3	133
ДХДОЭ	2,91	0,718	0,36	25
			0,42	37
			0,5	48
ДОДФС- ДОФП	2,89	0,717	0,2	15
			0,4	38
			0,68	63

Комплекс ценных свойств полигидроксиэфиров обуславливает применение этих полимеров в самых различных областях. В ряде стран полигидроксиэфир на основе 4,4'-диоксифенилпропана используют в качестве материалов пленочного и конструкционного назначения, различных адгезивов и клеев, стойких к агрессивным средам покрытий, грунтовок для защиты металлических конструкций от коррозии. Перспективно получение наполненных композиционных материалов, в состав которых входит полигидроксиэфир.

Хорошая совместимость с термопластами, различными олигомерами открывают возможности для получения термопластичных и отверждаемых композиций с улучшенными механическими характеристиками. В ряде случаев, введение небольших количеств полигидроксиэфира в термопласты улучшает их перерабатываемость. Так, добавление 6–9% полигидроксиэфира в промышленный полисульфон снижает

температуру его переработки на 20–30 °С, при этом ухудшения свойств не наблюдается.

Большой интерес представляют термопластичные клеи, адгезивы, электроизоляционные лаки, гидрофобные покрытия с использованием синтезированных полигидроксиэфиров. Полигидроксиэфиры — перспективный класс полимеров для использования в этих целях. В настоящее время проводятся работы по применению полигидроксиэфиров в качестве покрытий для искусственных кож, пропиточных материалов, связующих при производстве композиционных наполненных материалов различного назначения.

Работа выполнена в рамках комплексного проекта по созданию высокотехнологичного производства, выполняемого с участием российского высшего учебного заведения Договор ООО «Таннета» с Минобрнауки России от 12 февраля 2013 г. № 02.G25.31.0008 (Постановление Правительства РФ № 218).

Список литературы:

1. Бюллер К.-У. Термо- и теплостойкие полимеры. М.: Химия, 1984. 1056 с.
2. Беева Д. А., Микитаев А. К., Беев А. А. Полигидроксиэфир на основе триптицендиола –2,5.
3. Пат. RUS 2467031 03.05.2011. опубл. 20.11.2012 г.
4. Беева Д. А., Микитаев А. К., Беев А. А. Пат. RUS 2467030. 04.05.2011. опубл. 20.11.2012 г.
5. Беева Д. А., Микитаев А. К., Беев А. А. Полигидроксиэфир на основе 1,1-дихлор-2,2-ди (4,4-диокси) фенилэтилена. Пат. RUS № 2466154. 11.05.2011. опубл. 10.11.2012 г.
6. Тарутина Л. И., Поднякова Ф. О. Спектральный анализ полимеров. – Л., 1986. – 248 с.
7. Brzezinski J., Czarnecka B. Wlasnosci roztworow I chromatograficzne termoplastycznego polihydroxyetery // Polimery. – 1969. – № 4. – P. 117–120.
8. Brzezinski J. Wlasnosci roztworow I chromatograficzne termoplastycznego polihydroxyetery // Polimery. – 1966. – № 11. – P. 423–429.

Rustamova Jeyran Teymur, Azerbaijan National Academy of Sciences, Institute of Catalysis and Inorganic Chemistry named after acad. M. F. Nagiyev, doctor of chemical sciences philosophy, senior research assistant.

E-mail: iradam@rambler.ru

Efendi Arif Javanshir, Azerbaijan National Academy of Sciences, Institute of Catalysis and Inorganic Chemistry named after acad. M. F. Nagiyev, doctor of chemical Sciences. prof. Azerbaijan

Melikova Irada Gasan, Azerbaijan National Academy of Sciences, Institute of Catalysis and Inorganic Chemistry named after acad. M. F. Nagiyev, doctor of technical sciences philosophy, assistant professor, chief scientist of "Kinetics and Mechanism of Oxidize Processes" laboratory.

Nasiri Fakhriya Mashalakh, Azerbaijan National Academy of Sciences, Institute of Catalysis and Inorganic Chemistry named after acad. M. F. Nagiyev, doctor of technical sciences philosophy, assistant professor, chief scientist of "Kinetics and Mechanism of Oxidize Processes" laboratory.

Aliyeva Adelya Mansur, Azerbaijan National Academy of Sciences, Institute of Catalysis and Inorganic Chemistry named after acad. M. F. Nagiyev, doctor of chemical sciences philosophy, senior research assistant.

Koyarova Lyudmila Ivanivna, Azerbaijan National Academy of Sciences, Institute of Catalysis and Inorganic Chemistry named after acad. M. F. Nagiyev, doctor of technical sciences philosophy, assistant professor, chief scientist of "Kinetics and Mechanism of Oxidize Processes" laboratory.

Shikhlinская Tarana Amir, Azerbaijan National Academy of Sciences, Institute of Catalysis and Inorganic Chemistry named after acad. M. F. Nagiyev, research assistant.

Investigations of catalytic properties of the natural zeolites of Azerbaijan

Abstract: There are some vast deposits of clinoptilolite in Ay-Dag deposit of Azerbaijan which have a big industrial significance. According to clinoptilolite has got rather a high thermostability (more than T-973 K), its catalytic properties have been studied in such important industrial processes as cracking. That makes it possible to apply different modified forms of clinoptilolite in the type of active and selective catalysts.

Keywords: natural zeolite, clinoptilolite, mordenite, catalytic properties

Рустамова Джейран Теймур кызы, Институт Катализа и Неорганической Химии им. М. Ф. Нагиева Национальной АН Азербайджана, старший научный сотрудник

E-mail: iradam@rambler.ru

Эфенди Ариф Джаваншир оглы, Институт Катализа и Неорганической Химии им. М. Ф. Нагиева Национальной АН Азербайджана, зав., лаб. д. х.н., профессор

Меликова Ирада Гасан кызы, Институт Катализа и Неорганической Химии им. М. Ф. Нагиева Национальной АН Азербайджана, ведущий научный сотрудник

Насири Фахрия Машаллах кызы, Институт Катализа и Неорганической Химии им. М. Ф. Нагиева Национальной АН Азербайджана, ведущий научный сотрудник

Алиева Аделя Мансур кызы, Институт Катализа и Неорганической Химии им. М. Ф. Нагиева Национальной АН Азербайджана, старший научный сотрудник

Кожарова Людмила Ивановна, Институт Катализа и Неорганической Химии им. М. Ф. Нагиева Национальной АН Азербайджана, ведущий научный сотрудник

Шихлинская Тарана Амир кызы, Институт Катализа и Неорганической Химии им. М. Ф. Нагиева Национальной АН Азербайджана, научный сотрудник

Исследование каталитических свойств природных цеолитов Азербайджана

Аннотация: Несколько крупных месторождений клиноптилолита, имеющих промышленное значение, находятся на Ай-Дагском месторождении Азербайджана. Исходя из того, что клиноптилолит обладает достаточно высокой термостабильностью (выше T 973 K), изучены каталитические свойства природных цеолитов в таких

важных промышленных процессах, как крекинг, что позволяет применять различные модифицированные формы клиноптилолита в качестве активных и селективных катализаторов.

Ключевые слова: природный цеолит, клиноптилолит, морденит, каталитические свойства

Специфические физико-химические свойства и крупные месторождения высококремнистого природного цеолита — клиноптилолита (Na) привлекают большое внимание ученых с целью использования его в различных ионообменных, адсорбционных и хроматографических процессах.

Несколько крупных месторождений клиноптилолита, имеющих промышленное значение, находятся в республиках Закавказья, среди которых наиболее

перспективными являются Са-клиноптилолит Ай-Дагского месторождения Азербайджана [1; 2].

Дериватографические (ДТА), термогравиметрические (ДТГ) и рентгенографические исследования клиноптилолита (Na) и его форм, модифицированных щелочными и щелочноземельными катионами показывают, что в зависимости от природы обменного катиона фазовый переход наступает в температурном интервале выше $T_{753-993}$ К (рис. 1).

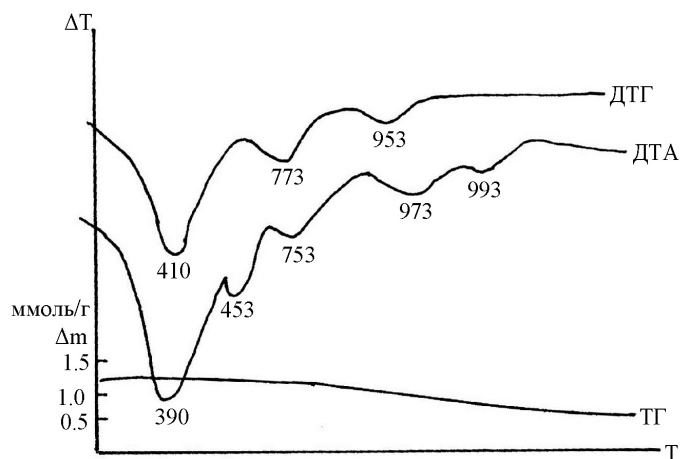


Рис. 1. Дериватограммы исходного клиноптилолита Na-форм Ай-Дага.

При этом, кривая ДТА исходного клиноптилолита (Na) практически не отличается от модифицированных форм, а слабо связанная адсорбционная и капиллярно-конденсированная вода исследованных образцов теряется при температуре $T_{390, 453, 478}$ К [3].

Исходя из данных термогравиметрического анализа, адсорбционную емкость ионообменных форм клиноптилолита по воде (ммоль/г) определяли в зависимости от природы обменного катиона.

Из приведенных экспериментальных данных видно, что исходный Ай-Дагский клиноптилолит обладает достаточно высокой термостабильностью (T выше 973 К).

Известно, что путем несложной кислотной обработки можно существенно изменить эти характеристики, приблизив адсорбционные свойства природных цеолитов к свойствам их синтетических аналогов. В настоящей работе сделана попытка сопоставления изменений адсорбционной активности природных цеолитов в различной степени модифицированных посредством кислотной активации, с изменением их состава и кристаллической структуры [3].

Кислотная активация осуществлялась путем обработки образцов соляной кислотой (0.1, 0.5, 1.0, 1.5 н) при T_{363} К, причем концентрация кислоты на протяжении всей обработки поддерживалась постоянной. Адсорбционная активность определялась при T_{273} К на вакуумных весах Мак-Бэна с предварительным прогревом цеолитов до T_{573} К и их тритировкой перед снятием изотерм. В качестве адсорбатов выбраны водяной пар, бензол и двуокись азота. Содержание кристаллических фаз в образцах оценивалось по дифрактограммам, полученным на аппаратуре ДРОН-1,5; ИК-спектры снимались с помощью спектрометра UR-20.

Из исследованных клиноптилолитов наилучшим при практическом использовании является клиноптилолит месторождения Ай-Даг, имеющий статическую активность — $9.6/100$ г при $P/P_s=0.1$.

Полученные данные позволяют определить оптимальные режимы активации в зависимости от природы адсорбата и типа адсорбентов. Кислотная активация существенно улучшает адсорбционные свойства цеолитов по парам бензола [3].

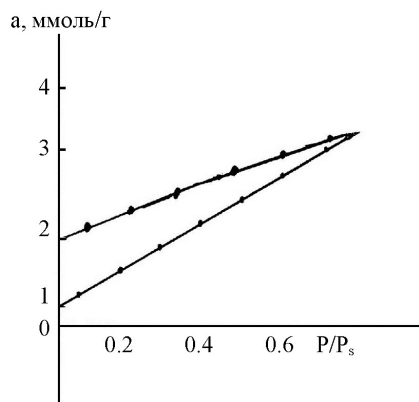


Рис.2. Изотермы адсорбции паров бензола на природном клиноптилолите месторождения Ай-Даг при T273 К (активация 1.0 н HCl).

Приведенные данные свидетельствуют о возможности применения клиноптилолита в различных модифицированных формах в качестве активных и селективно действующих катализаторов. Как известно, наиболее высококремнеземными представляются природные цеолиты, фожазит, клиноптилолит и морденит, однако большие скопления фожазита в природе встречаются редко и поэтому, основной упор при изучении каталитических свойств природных цеолитов пока что делается на клиноптилолит и морденит, хотя эти цеолиты характеризуются узкопористостью структурного каркаса, что затрудняет протекание каталитических процессов с участием крупных молекул.

Изучены каталитические свойства природных цеолитов в таких важных промышленных процессах, как крекинг [4].

Использование природного клиноптилолита Ай-Даг. Цеолиты переводили в декатионированную форму путем обработкой 1 н раствором соляной кислоты. Крекинирующую активность контактов

оценивали в реакции крекинга изопропилбензола. Измерения проводились с использованием микрореактора высокого давления в импульсном хроматографическом режиме. Объем слоя катализаторов — 0,7 см³. Зернение — 0.25–0.5 мм. Температура крекинга T- 723 К. Газ носитель водород, скорость — 20 см³/мин; температура T-573–773 К, давление — 15 кгс/см².

Константы скорости крекинга изопропилбензола, приведенные в таблице, показывают наличие ситового эффекта по отношению к изопропилбензолу на большинстве исследованных образцов. Лишь обработанный кислотой клиноптилолит позволяет, по-видимому, проникновение субстрата к внутрикристаллическим активным центрам, при этом его крекинирующая активность становится значительной в несколько раз, и превосходящей активность аморфного алюмосиликата.

Константы скорости крекинга изопропилбензола на клиноптилолитовых катализаторах при T 723 К

Образец	Марка	Константы скорости крекинга изопропилбензола, моль/атм. г. сек
Природный Na клиноптилолит	К-1	0,056
Na клиноптилолит (1 н HCl)	К-2	3.85

Интересно, что при крекинге каталитическая активность образцов меняется. Это связано с тем, что образцы клиноптилолита при повышенном давлении реакции переходят во внутридиффузионную область [6].

Как видно из полученных результатов (табл. 1), кислотная обработка приводит к увеличению размера вторичных пор образцов (средний радиус вторичных

пор (К-1 (18Å) М-2 (32 Å)) и как следствие, за счет снятия диффузионного торможения к значительному возрастанию крекинирующей активности катализаторов на основе природных цеолитов. Таким образом, катализатор на основе природного клиноптилолита широко применяется в промышленной практике гидроизмеризации и гидрокрекинга.

Список литературы:

1. Челинцев Н. Ф., Беренштейн Б. Г. Клиноптилолит. М.: Наука, 1976. с. 28–37.
2. Природные цеолиты. Тбилиси. 1979. С. 165–198.

3. Rustamova Jeyran Teymur. Study of phenol adsorption on natural and modified forms of by analsime./2nd International Scientific conference “European Applied Sciences: modern approaches in scientific researches”. Stuttgart, Germany. 18–19th February 2013. Volume 1. P.224–225.
4. Farreia Daniel, Magalhacs Roberto, Taveira Pedro, Mendes Adelio. Effective adsorption equilibrium isotherms and breakthroughs of water vapor and carbon dioxide on different adsorbents.//Ind. and Eng. Chem. Res. 2011. V.50. No17. P. 10201–10210.
5. Rustamova Jeyran T. Study of phenol adsorption on natural and modified forms of by analsima. Ph. D. 2nd International Scientific conference “European Applied Sciences: modern approaches in scientific researches. 18–19th February 2013, v.1, P. 224–225. Stuttgart, Germany.
6. Панченков Г. М., Лебедев В. П. Химическая кинетика и катализ. М.: Химия, 1985, 520 с.

Contents

Section 1. Biology	3
<i>Askarova Ulbossyn Bakirevna</i> Radiation situation in Kazakhstan and population health.....	3
<i>Kokolova Liudmila Mishailovna, Gavrilyeva Lyubov Yurevna</i> Research of parasitic diseases of trade hoofed animals and wild carnivores of Yakutia.....	5
<i>Sergeeva Svetlana Sergeevna, Vasyagina Nadezhda Uryevna, Sotnikov Oleg Semenovich</i> Effect of nimodipine and nitrendipine on the electrogenesis of Retzius neuron of the medicinal leech.....	8
<i>Taumuratova Gozzal Naurizbaevna, Mambetullaeva Svetlana Mirzamuratovna</i> Quantitative assessment of influence of anthropogenous pollutants of environment of Karakalpakstan on incidence of the population of SD of the I type.....	13
<i>Ulitzko Maria Valeryevna, Gimal'tinova Alina Rafisovna, Medvedeva Svetlana Ur'evna, Malakhov Vladimir Vasil'evich</i> Researching of the effects of low-frequency pulsed electric and magnetic signals from physiotherapeutic stand-alone device «Tiline-EM» on the vital activity of cells in culture.....	16
Section 2. Biotechnology	22
<i>Fufaeva Tatjana Walentinowna</i> Die Einschätzung des Einflusses verschiedener Dosen von Formaldehyd und Phenol auf Mikroorganismen von ausgelaugter Schwarzerde.....	22
Section 3. Mathematics	28
<i>Tyumikov Dmitry Kondratovich, Shcherbakov Mikhail Alexandrovich</i> Structural characteristics of statistical relationships of multidimensional nonlinear systems.....	28
Section 4. Mechanical engineering	33
<i>Stupnytskiy Vadym Vladimirovich, Kuk Andriy Mihaylovich</i> Determination of deformation component roughness parameters using the methods of rheological simulation modeling of the cutting process.....	33
Section 5. Medical science	38
<i>Beletskaya Eleonora Nikolaevna, Onul Natalya Mikhaylovna</i> Morphological changes of feto-placental barrier during lead intoxication and under the condition of correcting zinc influence.....	38
<i>Shevchuk Vladimir Vasilyevich</i> The effectiveness of L-arginine in nonalcoholic steatohepatitis in patients with metabolic syndrome.....	42
<i>Shtefan Anatoly Vasilyevich, Tsao Tszun Nan, Novikov Vadim Mikhailovich</i> Examination of dentitions in patients with pathology of the temporomandibular joint occlusal genesis.....	44
Section 6. Agricultural sciences	47
<i>Kokolova Liudmila Michailovna, Gavrilyeva Lyubov Yurevna, Maksymivna Svetlana Stepanova</i> The study of environmental change on epizootology parasitic diseases herd of horses content of Yakutia.....	47
Section 7. Technical sciences	51
<i>Kim Aleksey Yurievich, Ermilov Dmitry, Smirnov Alexander</i> Calculation of combined pressurized systems using iterative incremental approach.....	51
<i>Kim Aleksey Yurievich, Ambaradan Ara, Arakelyan Arsen</i> Static calculation methodology for nonlinear pressurized structures using semianalytical incremental approach with step-by-step iterative procedure.....	53
<i>Petrachenko Dmitriy Aleksandrovich, Koropchenko Sergej Petrovich</i> Influence of the preparatory operations on the process of layer forming on the output of long fibre.....	56

<i>Utgof Svetlana Sergeevna, Ignatovich Lyudmila Vladimirovna</i>	
Mathematical modeling application to determine the effect of technological factors on physical and mechanical properties of densified low density deciduous wood	59
Section 8. Transportation.....	64
<i>Petrov Petar Poliev, Ishpekov Stoyan Savov, Zaikov Rangel Staikov</i>	
The anamegator's effect on gasoline engine cars.	64
Section 9. Physics	67
<i>Vlasenko Tetiana Stanislavovna, Gavryushenko Dmytro Anatolievich, Sysoev Volodymyr Mihailovich</i>	
Effect of irradiation on the thermodynamic and structural characteristics of liquid one-component systems	67
<i>Garibov Adil Abdulxaliq, Agayev Teymur Nemetulla, Mansimov Zaur Aflatun, Melikova Sevinj Zellabdin, Eyubov Kerim Tahir</i>	
Investigation of radium orthosilicates by methods of FT-IR spectroscopy and derivatography.....	72
Section 10. Chemistry	76
<i>Beeva Juliet Anatolievna, Ligidov Mukhamed Khusenovich, Barokova Elena Betalov, Beev Aues Akhmedovich</i>	
New chemically modified polyhydroxiether s	76
<i>Rustamova Jeyran Teymur, Efendi Arif Javanshir, Melikova Irada Gasan, Nasiri Fakhriya Mashalakh, Aliyeva Adelya Mansur, Koyarova Lyudmila Ivanivna, Shikhliinskaya Tarana Amir</i>	
Investigations of catalytic properties of the natural zeolites of Azerbaijan	81