

# SCIENCE, TECHNOLOGY AND LIFE - 2016

Proceedings of articles the III international scientific conference  
Czech Republic, Karlovy Vary - Russia, Moscow, 24-25 December 2016



# **SCIENCE, TECHNOLOGY AND LIFE - 2016**

Proceedings of articles the III international scientific conference

Czech Republic, Karlovy Vary - Russia, Moscow, 24-25 December 2016

Czech Republic, Karlovy Vary - Russia, Kirov, 2016

UDC 001  
BBK 72  
N 76

**Scientific editors:**

Arzumanjan Aleksan Mkrtychevich, Doctor of Technical Sciences, professor at the National Polytechnic University of Armenia, Gyumri branch

Baranovskaja Larisa Al'bertovna, Doctor Sciences, Associate Professor, Head. Foreign Languages Chair of the Siberian State Aerospace universitetata name S.F.Reshetnev

Makarova Svetlana Jedvardovna, PhD, Associate Professor of the Moscow State Technological University "STANKIN"

**N 76** SCIENCE, TECHNOLOGY AND LIFE - 2016: Proceedings of materials the III international scientific conference. Czech Republic, Karlovy Vary - Russia, Moscow, 24-25 December 2016 [Electronic resource] / Editors prof. A.M.Arzumanjan, L.A.Baranovskaja, S.J.Makarova. – Electron. txt. d. (1 file 7.5 Mb). – Czech Republic, Karlovy Vary: Skleněný Můstek – Russia, Kirov: MCNIP, 2016. – ISBN 978-80-7534-085-6 + ISBN 978-5-00090-111-3.

Proceedings includes materials of the international scientific conference « SCIENCE, TECHNOLOGY AND LIFE - 2016», held in Czech Republic, Karlovy Vary-Russia, Moscow, 24-25 December 2016. The main objective of the conference - the development community of scholars and practitioners in various fields of science. Conference was attended by scientists and experts from Armenia, Belarus, Kazakhstan, Russia. International scientific conference was supported by the publishing house of the International Centre of research projects.

ISBN 978-80-7534-085-6 (Skleněný Můstek, Karlovy Vary, Czech Republic)  
ISBN 978-5-00090-111-3 (MCNIP LLC, Kirov, Russian Federation)

Articles are published in author's edition. Editorial opinion may not coincide with the views of the authors

Reproduction of any materials collection is carried out to resolve the editorial board

© Skleněný Můstek, 2016  
© MCNIP LLC, 2016

# Table of Contents

## Section 1. Chemistry .....12

Создание полупроницаемых полимерных оболочек таблеток для регулируемого высвобождения парацетамола ..... 13

Амелина П.С., Вайнштейн В.А.

Строение молекул хлорфенолов и их способность к ассоциации и электроокислению на платинированных титановых анодах ..... 16

Заев Д.А., Салех М.М., Михаленко И.И.

## Section 2. Biology .....25

Роль TNF-зависимого сигнального каскада в регуляции апоптоза нейронов гипоталамуса при старении у трансгенных мышей HER2/neu26

Бажанова Е.Д., Теплый Д.Д., Теплый Д.Л.

Витамин пара-аминобензойная кислота регулирует уровни индуцированных оксидом азота ROS / RNS радикалов и двунитевых разрывов ДНК в клетках крови млекопитающих ..... 29

Васильева С.В., Гусарова Е.И., Петрищева М.С., Осипов А.Н.

## Section 3. Technology .....34

Тонколезвийная обработка цветных сплавов корундовыми фрезами .. 35

Арзуманян А.М.

Как уменьшить загрязнение воздушного бассейна ..... 45

Войнов К.Н., Хилдаяти А.

Метод определения и исключения перетоков воздуха между стенами регенераторов коксовых батарей ..... 48

Зублев Д.Г., Барский В.Д., Кравченко А.В.

Потеря самосинхронизации двух дебалансных вибровозбудителей вибростата.....	51
Кичкарь Ю.Е., Посмитная Л.А., Кичкарь И.Ю.	
Исследование эффективности использования металлорежущих станков в современном машиностроении и некоторые методы ее повышения...	57
Либерман Я.Л., Вилкова Ю.В.	
Разработка системы автоматической парковки автопоезда .....	76
Моисеев А.С.	
Совместное определение элементов ориентирования аэроснимка и экваториальных координат небесных объектов по опорным звездам .	79
Федянин М. Р., Лазарев В. М.	
<b>Section 4. Agriculture .....</b>	<b>87</b>
Определение параметров теплообменника для вторичного использования теплоты от темперированной сои .....	88
Шувалов А.М., Машков А.Н., Чернов Д.С.	
<b>Section 5. History and Archeology .....</b>	<b>93</b>
К 75-летию выпуска врачей 1941 года Ростовского медицинского института.....	94
Крамская С.В., Абрамова И.Е.	
<b>Section 6. Economics .....</b>	<b>100</b>
Выявление особенностей и проблемных на автомобильных рынках России .....	101
Абанина А.И.	
Приоритеты распределительной деятельности промышленных организаций республики Беларусь на внешних рынках с использованием маркетингового подхода в управлении .....	106
Байбардина Т.Н, Мачалова В.В., Каруби Н.Е., Арьков А.А.	
Маркетинговые услуги Казанского (Приволжского) Федерального университета (К(П)ФУ) в химическом образовании .....	109

Болдырева В.А., Ямбушев Ф.Д.	
Методы управления развитием инновационной инфраструктуры промышленной компании .....	128
Виногорова В.Н.	
Генезис предпринимательства в России: основные подходы к изучению проблемы .....	138
Власова А.Е.	
Применение модели с основным запасом в практике управления материальными запасами.....	146
Гармаш А.Н.	
Проблемы оценки налоговой базы и администрирования имущественных налогов в Республике Дагестан .....	151
Гираев В.К.	
О развитии устойчивой социальной экономики в России.....	163
Гуревич Е.Я., Ампилова Н.Б., Соловьев И.П.	
Учет рисков планирования производства .....	182
Гущина Л.С., Васильков Ю.В.	
Методика прединвестиционного анализа в зарубежных исследованиях .....	187
Козлов А.С.	
Анализ деятельности предприятий туризма: региональный аспект ....	193
Козлова В.А., Гришина П.В., Сорина Ю.Н.	
Развитие системы риск-менеджмента на микроуровне .....	196
Гурнович Т.Г., Лапко М.В.	
Проблемы оценки платежеспособности организации по данным бухгалтерской отчетности .....	199
Сигидова С.И., Мороз Н.Ю.	
Логистические аспекты в коммерческой деятельности .....	204

Мухтаров А.Р.	
Анализ внедрения металлических аддитивных технологий.....	210
Низовкина Н.Г., Волков Д.С., Денисенко А.Е.	
Проблемы рационального подхода к использованию отходов производства промышленного предприятия .....	215
Омарова Г.У., Акбергенова А.К., Карибжанова С.А., Усенова А.А.	
<b>Section 7. Philosophy .....</b>	<b>220</b>
Семиотика религии и функциональный анализ текста Юлии Кристевой в свете религиоведческой проблематики .....	221
Давыдов И.П.	
Российская интеллигенция как социокультурная система .....	231
Макарова С.Э.	
<b>Section 8. Legal Studies .....</b>	<b>234</b>
Исторические предпосылки деятельности Прокуратуры России как надзорного органа .....	235
Мамедова С.Э.	
Конституционно-правовой принцип равенства и содержание государственной символики Республики Корея: противоречия и обусловленности .....	242
Юрковский А.В.	
<b>Section 9. Pedagogy .....</b>	<b>248</b>
Формирование лексических навыков средствами настольных игр на уроках русского языка как иностранного.....	249
Абраменко О.В.	
Формирование компетентного специалиста как синергетический процесс.....	259
Барановская Л.А.	
Современные подходы к программам дополнительного профессионального образования .....	263

Бахчиева О.А., Шилина И.Б. Проблема модернизации дореволюционной России в контексте подготовки учителя к преподаванию дискуссионных вопросов исторической науки.....	271
Варющенко В.И., Гайкова О.В. Некоторые аспекты развития научно-исследовательской работы студентов как источника научно-методического творчества педагогов .....	281
Голуб В.В., Голуб Е.В., Иванова И.В., Голуб Л.В. Профессионально-методическая подготовка будущих учителей иностранного языка: интерактивный подход .....	291
Данилова И.С., Данилова Ю.С. Совершенствование процесса обучения иностранных студентов на английском языке .....	300
Кадушко Р.В. Игровая деятельность как средство развития личности младшего школьника .....	306
Микерова Г.Г., Дорохова Т.С. Содержание дискурсивной компетенции учителя математики и её характеристики .....	311
Мугаллимова С.Р. Взаимодействие как условие обучения будущих педагогов оцениванию .....	318
Панюшкина М.А. Внутренняя система оценки качества образования в МБОУ «СОШ №11» .....	323
Перунова Г.В. Принципы и содержание профессиональной билингвальной подготовки бакалавров международных отношений.....	332



Петрукович Л.А., Подгусков В.Н.	
Инновационные возможности тестовой программы для студентов по дисциплине «травматология, ортопедия».....	340
Симаков В.В., Костив Е.П., Костива Е.Е.	
Актуальные проблемы в системе подготовки дизайнеров.....	354
Стратонова Л.М., Кутлюярова Е.В.	
Проекты как самостоятельная работа: опыт МАДИ .....	358
Ткачева Т.М., Сазонова З.С.	
Массовая школа в период равноправных отношений: обучение и социализация детей с ОВЗ в общеобразовательном классе (компаративистское исследование).....	366
Шевелева Д.Е.	
Использование цифровых элементов обучения в высших учебных заведениях за рубежом .....	381
Шитова И.Ю.	
К вопросу профессиональной подготовки педагогов-дефектологов в условиях регионализации высшего образования .....	389
Юдина И.А.	
<b>Section 10. Medicine .....</b>	<b>394</b>
Индивидуальные биоритмы у женщин в постменопаузе .....	395
Гадиева В.А.	
Промежуточные результаты участия в международном многоцентровом клиническом исследовании TR701-132.....	400
Горохова А.В., Демкова О.В., Коробейников И.В., Апарцин К.А.	
Острые отравления альфа- PVP («солями для ванн» и «спайсами»)....	405
Иксанов А.В., Сумная Д.Б., Садова В.А., Львовская Е.И.	
Особенности церебрального кровотока при тревожных расстройствах.....	411
Косарева Д.Д., Сумная Д.Б., Косарев М.О., Сумная Т.А., Садова В.А.	

Ювенильная беременность: родоразрешение и купирование последствий задержки развития плода. Клинический случай.....	419
Кюрджиев С.О., Тимохина Е.В., Белоусова В.С., Пицхелаури Е.Г., Богомазова И.М., Ивахненко С.А., Подлесная Е.А.	
Cytokine responses in individuals with HIV-infection associated with tuberculosis (TB) during HAART and anti-tuberculosis treatment.....	424
Nosik M., Rymanova I., Sevostyanihin S., Yarovyа J., Sobkin A.	
Клинический случай цистаденокарциномы яичника во время беременности .....	432
Подлесная Е.А., Тимохина Е.В., Кюрджиев С.О., Белоусова В.С., Ибрагимова С.Н.	
Оценка инфекционной заболеваемости детского населения города Челябинска за 2007-2015 год.....	437
Москвичева М.Г., Попов Е.А., Злакоманова О.Н.	
<b>Section 11. Psychology .....</b>	<b>443</b>
Психолого-педагогические аспекты формирования личности безопасного типа и обеспечение национальной безопасности .....	444
Иванов А.Е., Голуб В.В.	
Анализ социально-психолого-педагогического развития детей дошкольного возраста с ограниченными возможностями здоровья ..	453
Кислова И.В., Савченко С.Л.	
Определение духовности посредством пиктограмм .....	461
Романова Е.А.	
<b>Section 12. Cultural Studies .....</b>	<b>467</b>
Роль Сеула в культурном развитии Республики Корея .....	468
Ногаева Л.А., Позмогов А.И.	
<b>Section 13. Earth Sciences.....</b>	<b>473</b>

Воздушное лазерное сканирование как один из методов аэрогеологии при проведении дешифрирования опасных геологических процессов и явлений ..... 474

Баборыкин М.Ю.

Применение рациональных способов сооружения магистральных нефтепроводов в условиях вечной мерзлоты ..... 497

Миненко Д.Р., Качотян С.С., Сырвачева В.П.

# **SECTION 1.**

# **CHEMISTRY**

# СОЗДАНИЕ ПОЛУПРОНИЦАЕМЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ОБОЛОЧЕК ТАБЛЕТОК ДЛЯ РЕГУЛИРУЕМОГО ВЫСВОБОЖДЕНИЯ ПАРАЦЕТАМОЛА

АМЕЛИНА П.С., ВАЙНШТЕЙН В.А.

РОССИЯ, САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ХИМИКО-ФАРМАЦЕВТИЧЕСКАЯ  
АКАДЕМИЯ

**Аннотация:** Исследована возможность регулирования высвобождения парацетамола из таблетки путём создания полупроницаемых полимерных оболочек. Композиции шеллака и водорастворимых веществ позволяют достичь равномерного высвобождения в течение 1-1,5 часов.

**Ключевые слова:** регулируемое высвобождение, таблетки, покрытые оболочкой, шеллак, гидроксипропилцеллюлоза.

Разработка лекарственных препаратов с регулируемым высвобождением является перспективной и востребованной из-за возможности пролонгации всасывания, направленного транспорта, уменьшения частоты приёма и уменьшения нежелательных побочных эффектов.

В качестве модельной субстанции таблеток с регулируемым высвобождением выбран парацетамол. Он является одним из наиболее распространённых анальгезирующих, жаропонижающих препаратов. В основном таблетки парацетамола выпускаются без оболочки. Они высвобождают активную фармацевтическую субстанцию в желудке в течение 15 минут. Несмотря на то, что парацетамол хорошо переносится, при длительном приёме и большой дозировке он может вызывать раздражающий эффект при воздействии на слизистую оболочку ЖКТ [1]. Разработка состава и технологии таблеток Парацетамола с регулируемым

высвобождением, покрытых оболочкой, является актуальной, так как позволит снизить нежелательные побочные явления.

Целью исследования является разработка состава и технологии полупроницаемых полимерных оболочек таблеток для регулируемого высвобождения лекарственных веществ на примере парацетамола. Плёнкообразующая композиция состоит из двух основных компонентов: шеллака – природного полимера, не растворимого в кислых и нейтральных средах – и водорастворимого плёнкообразующего полимера – гидроксипропилцеллюлозы (ГПЦ). Проницаемость оболочки регулировали соотношением шеллака и ГПЦ, а также введением дополнительных веществ: пластификаторов, пигментов, сахарозы.

В процессе выполнения работы исследовано влияние ряда факторов на кинетику высвобождения активного вещества и внешний вид оболочки: соотношения кишечнорастворимого и водорастворимого полимеров; сочетания вспомогательных веществ-пластификаторов в составе плёнкообразующей суспензии (ПЭГ 4000, твин 80, олеиновая кислота); концентрации плёнкообразующей суспензии.

Доза парацетамола в опытных таблетках всех вариантов составляла 250 мг; средняя масса таблеток 500 мг.

Кинетику высвобождения активного вещества изучали по методике теста «Растворение» на приборе типа «лопастная мешалка» при 37 °С в течение 2 часов. В качестве среды растворения первый час использовали 0,1 М раствор соляной кислоты (значение рН среды 1,0 -1,3); после 1 часа доводили рН среды до 7,3 – 7,5 добавлением карбоната натрия и продолжали тест (Рис. 1, Рис. 2).

Как видно из полученных результатов, характер растворения зависит от соотношения шеллака и водорастворимого полимера, что позволяет в достаточных пределах регулировать высвобождение действующего вещества из таблетки. Наиболее равномерное высвобождение достигается при соотношении шеллака к ГПЦ в оболочке 2:1 ÷ 3:1 (рис. 1, кривые 3, 4). В данных вариантах высвобождение начинается через 15-20 минут, и далее наблюдается равномерный выход активного вещества в течение 1-1,5

часов. Вероятно, этого времени достаточно для равномерного распределения парацетамола на слизистой оболочке.

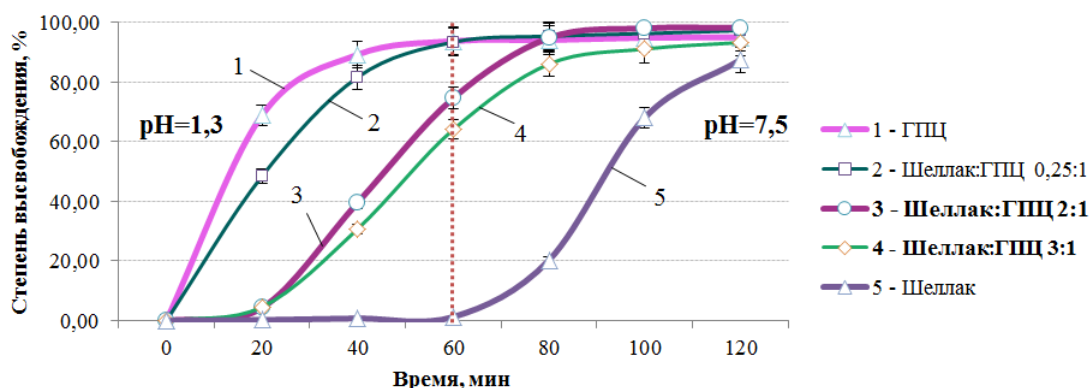


Рис. 1. Кинетика высвобождения парацетамола из таблеток, покрытых растворами шеллака и ГПЦ

Также показана возможность регулирования высвобождения парацетамола с помощью оболочки, содержащей шеллак и низкомолекулярный легко растворимый компонент – сахарозу. Равномерное высвобождение парацетамола в кислой среде наблюдается при содержании сахара в оболочке 40% (рис. 2, кривая 3).

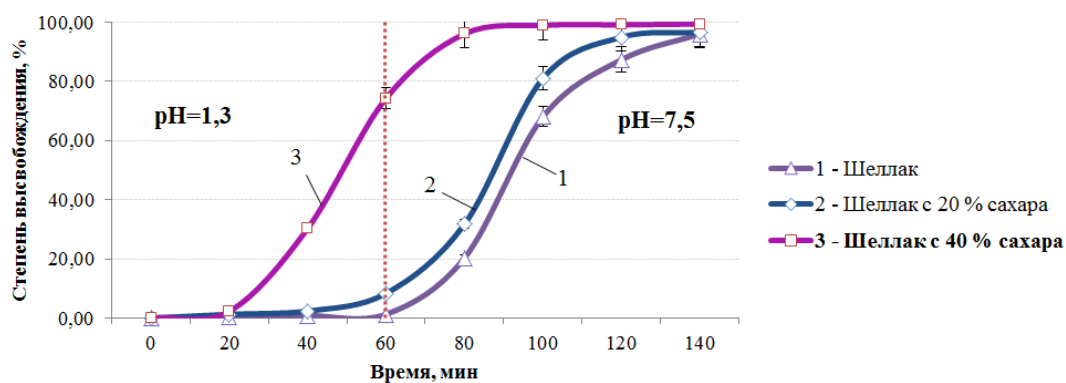


Рис. 2. Кинетика высвобождения парацетамола из таблеток, покрытых растворами шеллака с сахарозой

#### Список литературы:

1. Акмырадов, А.А. Парацетамол: популярность не исключает опасности / А.А. Акмырадов // Успехи современного естествознания – 2014. – №6 – с. 97.

# СТРОЕНИЕ МОЛЕКУЛ ХЛОРФЕНОЛОВ И ИХ СПОСОБНОСТЬ К АССОЦИИИ И ЭЛЕКТРООКИСЛЕНИЮ НА ПЛАТИНИРОВАННЫХ ТИТАНОВЫХ АНОДАХ

ЗАЕВ Д.А., САЛЕХ М.М., МИХАЛЕНКО И.И.

Россия, РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ

**Аннотация:** Методом циклической вольтамперометрии были получены нелинейные зависимости скорости окисления фенола и хлорфенолов на анодах Pt/Ti от начальной концентрации вещества в кислом и щелочном фоновом растворе. Формальный порядок кинетики процесса дробный (0,5 и/или 0,3) и для его объяснения рассматривается модель участия в электродном процессе ассоциированных молекул – димеров и тримеров. Между значениями эффективной константы скорости окисления  $K_{1/2}$  и рассчитанными методами квантовой химии характеристиками молекул (дипольный момент, электрофильность, энергия водородной связи в ассоциате и изменение её длины при «растворении») были установлены близкие к линейным корреляции.

**Ключевые слова:** хлорфенолы, электроокисление, димеры, квантово-химические расчёты ассоциированных молекул.

Очистка воды от токсичных и канцерогенных ароматических хлорорганических соединений остается важной экологической задачей. Входящие в состав пестицидов хлорированные фенолы не поддаются обычным процессам химического и биологического разложения, поэтому их относят к стойким органическим загрязнителям (СОЗ). Стокгольмская Конвенция 2009 г. требует полного уничтожения двенадцати СОЗ, в число которых входят и хлорароматические вещества. Для их разрушения можно применять относительно недорогие и экологически чистые электрохимические методы. К ним относится и анодное окисление



хлорорганических веществ. Традиционными являются платиносодержащие электрокатализаторы.

В работах [1,2] было отмечено, что дробный кинетический порядок процесса электроокисления фенола, 3-хлорфенола, 4-хлорфенола и 2,4-дихлорфенола связан с участием в электродном процессе ассоциированных молекул – димеров и тримеров.

**Цель работы** – выяснить связь характеристик фенольной молекулы с разным числом атомов хлора и её активности в электроокислении на платинированном титане с учетом межмолекулярных взаимодействий, проанализированных методами квантовой химии.

Расчетные процедуры. Данные о геометрии индивидуальных молекул, строении димеров фенола и хлорфенолов и энергии межмолекулярных водородных связей в ассоциатах были получены квантовохимическими расчетами с использованием программного комплекса HyperChem 8.0.8. Были определены 3D карты электростатического потенциала и полной зарядовой плотности, а также дипольные моменты молекул (табл.1). Фенол относится к нуклеофилам (знак энергии нижней вакантной молекулярной орбитали  $E_{\text{НВМО}}$  положительный), а хлорфенолы – электрофилы ( $E_{\text{НВМО}} < 0$ ). Электрофильность  $E_{\text{НВМО}}$  по модулю возрастает при увеличении числа атомов хлора (табл.1). Расчёт *ab-initio* с базисом 6-31G\* дает близкие к литературным данные значения длин связей и валентных углов.

Ассоциаты. Методом PM3, который хорошо рассчитывает энергию водородной связи, было рассмотрено образование димеров хлорфенолов X+X и для сравнения ассоциатов X с водой. В отличие от фенола и монохлорфенолов водородная связь между OH группами с длиной 1,83Å не характерна для ди- и трихлорфенолов. Но у 2,4ДХФ возможно межмолекулярное взаимодействие между атомом Н группы OH одной молекулы и атомом Cl другой с расстоянием 2,59 Å. Энергия водородной связи в димере X+X наибольшая у моно ХФ, и её значение в ~2 раза выше, чем в ассоциате X+H<sub>2</sub>O (табл.1).

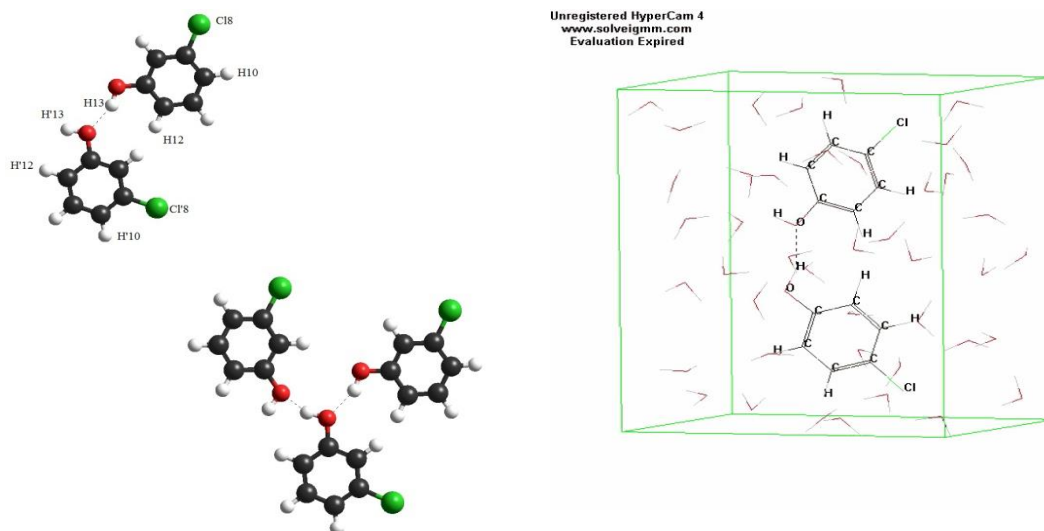


Рис.1. Ассоциаты 3-хлорфенола и димер 4-хлорфенола в водяном кубе

Таблица 1 – Характеристики молекул X: дипольный момент, электрофильность (энергия нижней вакантной молекулярной орбитали), энергия водородной связи X с молекулой воды, в димере и тримере E<sup>h</sup>, отнесенная к одной связи O...H и её %-ное увеличение в окружении димера молекулами воды

Характеристика*	фенол	3-ХФ	4-ХФ	2,4-ДХФ	2,4,6-ТХФ
Дипольный момент, Дб	1.165	2.814	2.045	2.678	1.890
E <sub>НВМО</sub> , ккал/моль	+ 0.246	- 0.246	- 0.178	- 0.251	- 0.902
Gradient, kcal/mol/Ang	0.0761	<b>0.0038</b>	0.0647	0.0695	0.0714
E <sub>Х+Н2О</sub> , ккал/моль	2.01	1.71	1.81	нет	нет
E <sub>Х+Х</sub> , ккал/моль	2.1	<b>3.9</b>	<b>4.0</b>	1.9	нет
E <sup>h</sup> <sub>Х+Х+Х</sub> , ккал/моль	3.5	<b>4.6</b>	<b>3.9</b>	2.7	нет
Δ%	10,4	<b>45,4</b>	<b>81,6</b>	64,5	нет

Методом молекулярной динамики *AMBER* было проанализировано изменение под влиянием растворителя межъядерных расстояний в молекулах и их димерах, помещенных в водяной куб с 48 молекулами воды. Для связи O–C оно отсутствует, длина связи C–Cl в димерах увеличивается на 2,5 (3ХФ), 3,2 (2,4ДХФ), 5,2% (4ХФ). Но более существенно увеличение длины водородной связи в «водной среде», которое составляет 45% и 82% для димеров 3ХФ и 4ХФ соответственно.

Эксперимент. Электроды на основе платинированных фольг титана (99,9%) были получены методом электроосаждения платины в растворе тетранитритоплатината калия при рН 6, токе 20-40 мА с уменьшением

напряжения от 2.2 до 1.1 В для увеличения содержания платины. Длительность платинирования  $\sim 1,5$  ч. Содержание платины определялось методом рентгенофлуоресцентной спектроскопии (анализатор Clever-31, толщина анализируемого слоя  $\sim 1$  мкм). Видимая поверхность двух сторон анода  $2 \text{ см}^2$ , а реальная поверхность  $S_{\text{реал}}=F \cdot S_{\text{вид}}$ , где коэффициент шероховатости поверхности  $F = 30-40$  был рассчитан по пику десорбции водорода интегрированием соответствующей области вольтамперограммы фонового раствора. Фенол и хлорфенолы имели квалификацию «ч» (Across, USA, Merck, Germany). Окисление веществ изучали в кислой и в щелочной среде ( $0,5\text{M H}_2\text{SO}_4$  и  $1\text{M NaOH}$ ) в  $3^x$  электродной ячейке с хлорсеребряным электродом сравнения и барботированием рабочего раствора He или Ar.

На рис.2. в качестве примера показаны  $I$ - $E$  кривые окисления 4-хлорфенола. Видно, что возрастание положительных значений тока (анодная ветвь) начинается в кислом растворе при потенциалах выше  $1\text{В}$  с максимумом в области  $1,1\div 1,3\text{В}$ . В щелочной среде все потенциалы смещаются в сторону меньших значений  $E$ . На катодной ветви имеется пик десорбции кислорода с минимумом при  $0,7\text{В}$  и  $-0,1\text{В}$  в кислой и щелочной среде соответственно. В левой части ЦВА кривых находятся пики водорода. Токи пиков водорода и кислорода уменьшаются с увеличением концентрации окисляемого вещества, что говорит об адсорбции субстрата.

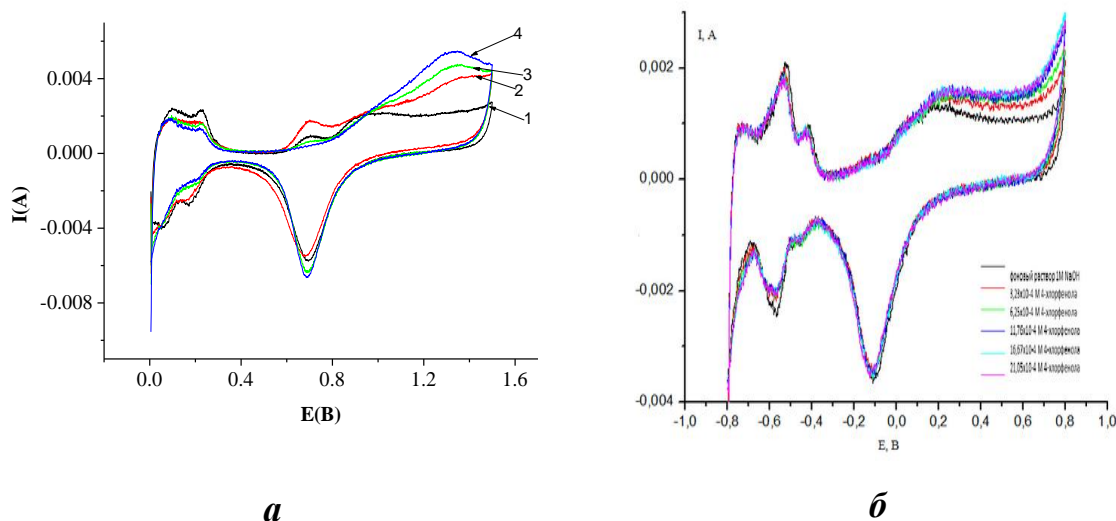


Рис.2.  $I$ - $E$  кривые окисления 4-хлорфенола с анодом **Pt(15%)/Ti** в кислой (**а**) и в щелочной (**б**) среде при концентрациях  $C_0=0.0164$  (2),  $0.032$  (3),  $0.0476$  мМ (4), 1– фон; скорость развертки потенциала  $100 \text{ мВ/с}$ ,  $25^\circ\text{C}$

Ток окисления  $I_{ox}$  – это разность между токами пика окисления раствора с субстратом и в фоновом растворе  $I_{ox} = I - I_{фон}$ . Значение  $I_{ox}$  характеризует скорость реакции при условии, что электродный процесс не лимитирует диффузия. Это условие выполняется при скорости развертки потенциала 100 мВ/с (проверялось в специальных опытах).

Зависимости тока окисления от начальной концентрации вещества нелинейные для всех анодов Pt/Ti (рис.3а), формальный кинетический порядок  $n$  (степень в уравнении  $I_{ox} = KC^n$ ) меньше 1. Используя билогарифмические координаты  $\ln I_{ox} - \ln C$  (рис.4а), можно определить значение  $n$ . Как правило, оно было в пределах от 0,4 до 0,55, но были и значения  $n = 0,3-0,33$ , что указывало на дробный порядок кинетики окисления со значением  $n = 1/2$  или  $n = 1/3$  независимо от электролита фонового раствора. Значение эффективной константы скорости процесса для  $n = 1/2$  (обозначение  $K_{1/2}$ ) рассчитывается из линейаризованных зависимостей, показанных на рис.3б, как тангенс угла наклона прямых  $I_{ox} - C^{1/2}$ . Для  $n = 0,33$  по оси  $x$  отложен корень кубический их начальной концентрации (рис.4б), и наклон прямых – это константа скорости  $K_{1/3}$ .

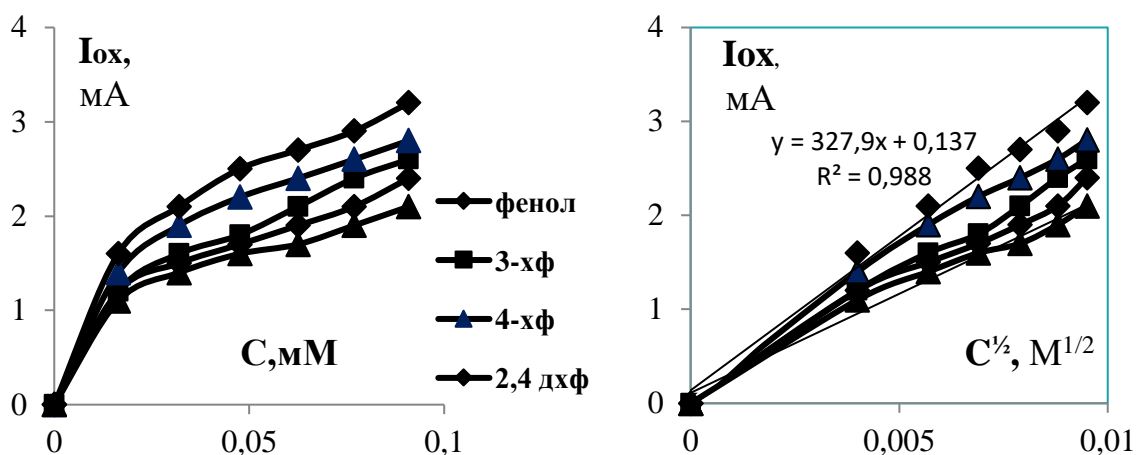


Рис.3. Зависимости тока окисления с анодом Pt(15%)/Ti от начальной концентрации вещества в щелочной среде и их линейаризация в соответствии с уравнением  $I_{ox} = KC^{1/2}$  (б)

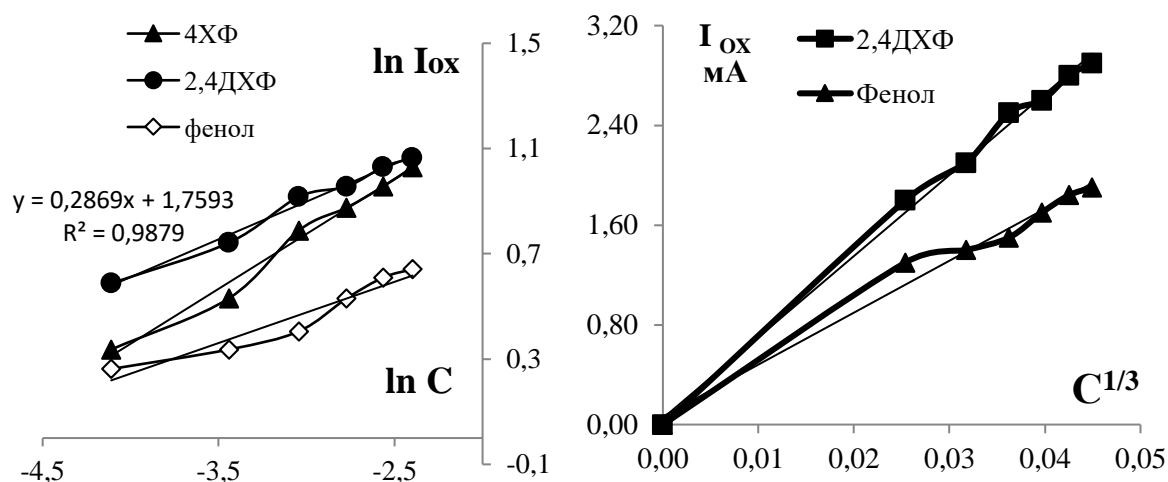


Рис.4. Зависимости тока окисления от концентрации в билогарифмических координатах (а) для образца Pt/Ti в кислой среде и от корня кубического концентрации (б)

На рис.5. приводится гистограмма значений  $K_{1/2}$  для всех анодов и кислых растворов. Видно, что значения  $K_{1/2}$  возрастают в ряду фенол < 3XФ < 4 XФ < 2,4 ДХФ. У 2,4,6 ТХФ низкая окислительная способность и не наблюдается ассоциация молекул. На рис.6. показана гистограмма для щелочной среды. Также низкая активность у 2,4,6ТХФ. Ряд активности тот же. С увеличением содержания платины  $K_{1/2}$  возрастают, однако, если их нормировать на процент платины, то  $K^*_{1/2}$  не остаются постоянными (табл.2.). Значит, не вся платина участвует в электрокатализе, и увеличение её содержания выше 25% от Ti нецелесообразно.

Таблица 2 – Значения константы  $K^*_{1/2} = K_{1/2} / \text{вес.}\% \text{ Pt}$  для кислой среды

Вещество и % Pt	10	15	25	38	45
фенол	19	13.5	9	6,2	5,3
3-хлорфенол	19,5	14,2	10,5	7	6,5
4-хлорфенол	29	16,3	11,6	7,8	7,4
2,4 -дихлорфенол	29	21	13	10	8,3

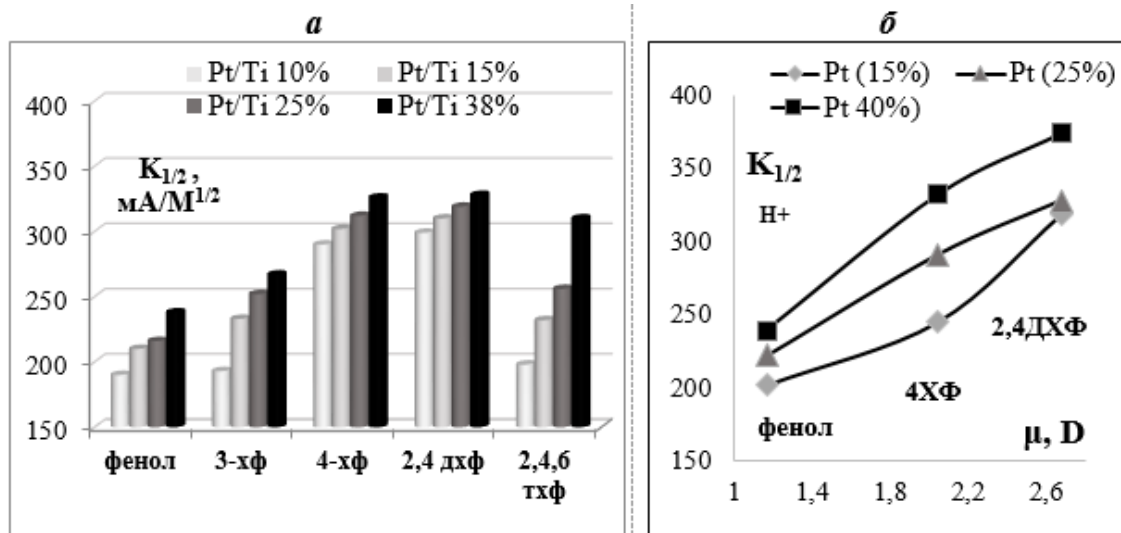


Рис.5. Влияние содержания платины на эффективную константу скорости электроокисления фенола и хлорфенолов дробного порядка  $K_{1/2}$  в кислой среде ( $0,5 \text{ M H}_2\text{SO}_4$ ) на анодах Pt/Ti с разным количеством Pt (**а**) и корреляция дипольного момента молекулы с  $K_{1/2}$  для трех веществ (**б**)

Представлялось целесообразным сопоставить значения констант  $K_{1/2}$  с молекулярными параметрами исследуемых субстратов. Из рис.5б и 6б видно, что увеличение дипольного момента молекул фенола, 4ХФ и 2,4ДХФ коррелирует с увеличением их активности в электроокислении. Из этого ряда выпадает 3ХФ, и это можно связать с наименьшим градиентом полной энергии молекулы. Это вектор производных функции  $U(q)$  по координатам и геометрический смысл молекулярного градиента состоит в том, что он показывает направление наискорейшего возрастания ППЭ.

Были получены и другие корреляции. Из рис.7а видно, что есть также корреляция между энергией нижней вакантной молекулярной орбитали, характеризующий электрофильность молекулы, и логарифмом константой скорости  $K_{1/2}$ . С увеличением по модулю  $E_{\text{НВМО}}$  в ряду  $4\text{ХФ} \rightarrow 3\text{ХФ} \rightarrow 2,4\text{ДХФ} \rightarrow 2,4,6\text{ТХФ}$  возрастает и значение логарифма  $K_{1/2}$ . На рис.7б представлена корреляция с процентным увеличением длины водородной связи в ассоциате, находящемся в окружении 48-и молекул воды. Видно, что как в случае рис.7а, независимо от среды (кислая или щелочная) корреляция имеет место.

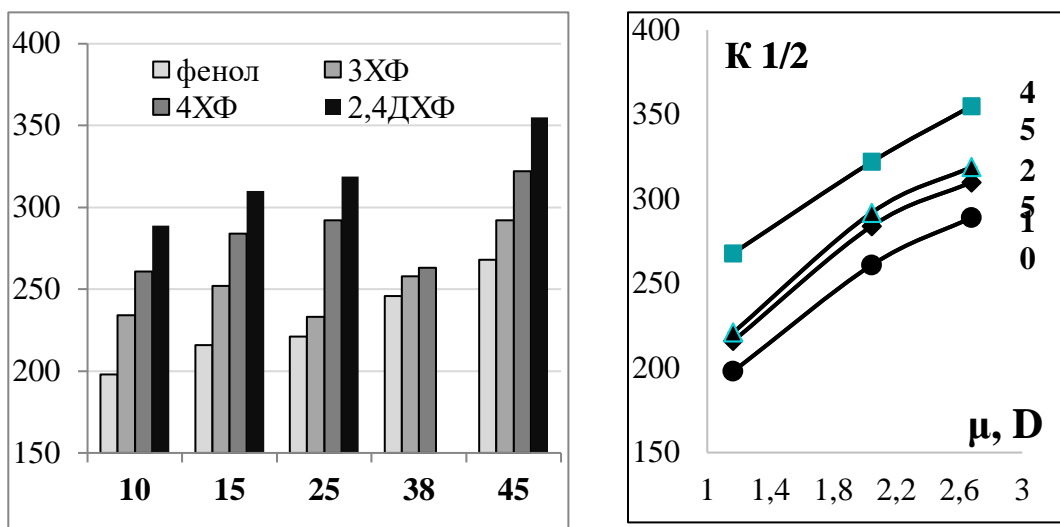


Рис.6. Влияние содержания платины на эффективную константу скорости электроокисления фенола и хлорфенолов дробного порядка  $K_{1/2}$  в щелочной среде на анодах Pt/Ti с разным количеством Pt (а) и корреляция дипольного момента фенола, 4ХФ и 2,4ДХФ с  $K_{1/2}$  (б).

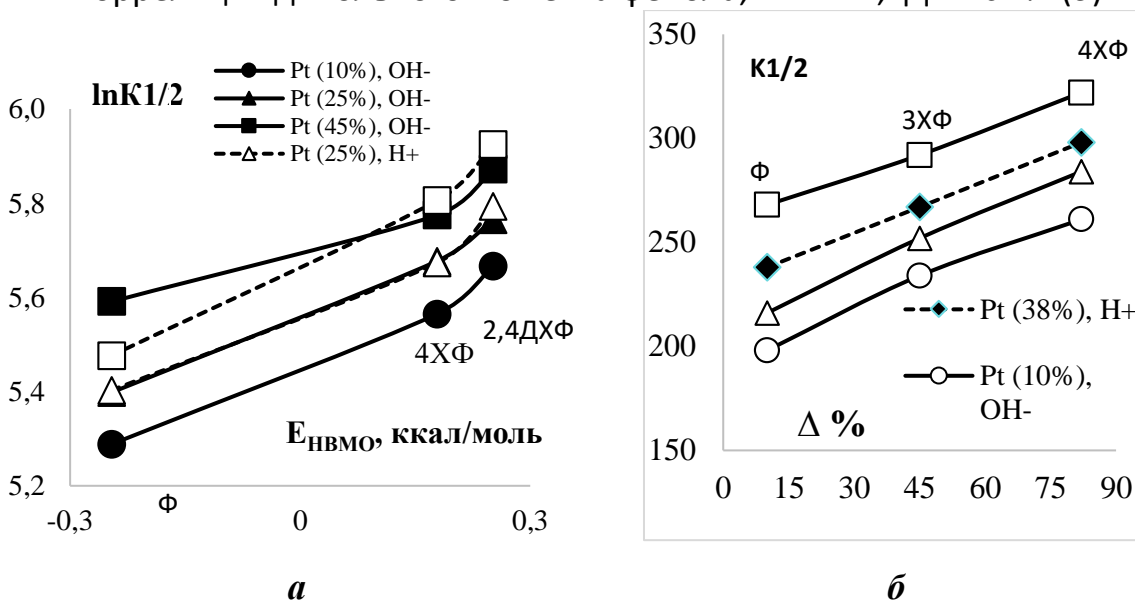


Рис.7. Корреляции константы скорости  $K_{1/2}$  [mA/M<sup>1/2</sup>] электроокисления фенола (Ф) и хлорфенолов (ХФ) с электрофильностью молекул в ассоциате (а) и изменением длины водородной связи димера при «растворении» (б)

Таким образом, расчётами было показано, что ассоциаты (димеры Х+Х и тримеры Х+Х+Х) фенольных хлорсодержащих молекул – это стабильные структуры, водородная связь в Х+Х прочнее по сравнению с водой Х+Н<sub>2</sub>О. Молекулярные комплексы Х<sub>2</sub> и Х<sub>3</sub> присутствуют в растворе, адсорбируются

на поверхности анода и перед электродной реакцией необходим их распад, что и является лимитирующей стадией процесса электроокисления. Цепочку превращений можно записать в виде  $X_m(\text{раствор}) \leftrightarrow X_m(\text{электрод}) \rightarrow mX_{\text{адс}} \rightarrow \text{окисление}$ , где  $m$ —число ассоциации. Экспериментальные данные подтверждают данную модель, поскольку полученный эффективный кинетический порядок дробный, и это соответствует участию в окислении ассоциированных форм субстрата. У трихлорфенола ассоциаты не образуются и активность низкая.

Свойства индивидуальных молекул и димеров важны для гетерогенного процесса анодного окисления, поэтому имеют место корреляции (однонаправленные изменения) констант скорости окисления  $K_{1/2}$  с дипольным моментом молекул, энергией  $E_{\text{НВМО}}$  и логарифмом  $K_{1/2}$ , а также между  $K_{1/2}$  и увеличением длины водородной связи в димере в присутствии молекул воды (гидратной оболочки).

Учет роли ассоциированного состояния окисляемых на электроде хлорфенольных молекул важен, поскольку из них, как хемосорбированных прекурсоров, образуются полимерные пленки, приводящие к дезактивации анода [3].

#### Список литературы:

1. Салех Мохаммед Мокбель. Окисление фенола и хлорфенолов на платинированных титановых анодах в кислой среде / Салех Мохаммед Мокбель, Е.Н. Колосов, И.И. Михаленко // Журнал физической химии. –2016. – Т.90.– №6, С. 960–963. Англ. версия Oxidation of Phenol and Chlorophenols on Platinized Titanium Anodes in an Acidic Medium Russian Journal of Physical Chemistry A, 2016, Vol. 90, No. 6, pp. 1289–1292. © Pleiades Publishing, Ltd., 2016. DOI: 10.1134/S0036024416060212.
2. Saleh M.M., Zaev D.A., Mikhalenko I.I. Dimers intermediates in chlorophenols oxidation over Ti supported electrocatalysts // X International Conference “Mechanisms of Catalytic Reactions” (MCR-X) (Kaliningrad, Russia) on 2-6 Oct, 2016.
3. Hirvonen A, Trapido M, Hentunen J, Tarhanen J. Formation of hydroxylated and dimeric intermediates during oxidation of chlorinated phenols in aqueous solution. Chemosphere, 2000, 41: 1211–1218



# **SECTION 2.**

# **BIOLOGY**

# РОЛЬ TNF-ЗАВИСИМОГО СИГНАЛЬНОГО КАСКАДА В РЕГУЛЯЦИИ АПОПТОЗА НЕЙРОНОВ ГИПОТАЛАМУСА ПРИ СТАРЕНИИ У ТРАНСГЕННЫХ МЫШЕЙ HER2/NEU<sup>1</sup>

БАЖАНОВА Е.Д., ТЕПЛЫЙ Д.Д.<sup>1</sup>, ТЕПЛЫЙ Д.Л.<sup>1</sup>

Россия, Институт эволюционной физиологии и биохимии им.  
И.М.Сеченова Российской академии наук

<sup>1</sup>Россия, АСТРАХАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

**Аннотация.** Полученные результаты выявили участие апоптоз-активирующего цитокин-зависимого пути (TNF-сигналинг) в механизме физиологического старения нейронов (мыши дикого типа, FVB/N). Показано, что сверхэкспрессия онкогена HER2 вызывает супрессию апоптотического сигналинга, связанного с цитокиновой активностью, причем блокируется как прием апоптотического сигнала (экспрессия рецептора CD95), так и дальнейшее проведение его (экспрессия адаптерных белков FADD и TRADD).

**Ключевые слова:** апоптоз, старение, нейроны, гипоталамус, цитокины, TNF, Fas, FADD, TRADD.

Одной из важных задач биологии является изучение механизмов старения, в том числе механизмов программированной клеточной смерти, сцепленной с процессом инволюции. Ранее нами было выявлено значительное влияние сверхэкспрессии онкогена HER2 (трансмембранного тирозинкиназного рецептора эпидермального фактора роста) на механизмы регуляции гибели нейронов, приводящее к высокой

---

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 15-04-00425).

резистентности клеток к возраст-зависимому апоптозу. Данные об участии цитокин-зависимого TNF-сигналинга в механизмах старения немногочисленны, но есть работы, связывающие активацию Fas со старением [2-3]. Так, сообщается, что FasL/Fas сигналинг активирован в стареющих ооцитах [4]. Практически нет исследований, показывающих участие FADD и TRADD в инволюционных процессах, однако есть статьи, выявляющие роль данного пути в нейродегенерации при патологических состояниях (ишемия-реперфузия) [1]. Цель работы - изучение роли цитокин-зависимого каскада - TNF-опосредуемого пути в регуляции апоптоза нейросекреторных клеток гипоталамуса при старении в условиях сверхэкспрессии фактора HER2/neu. Использованы HER2/neu-трансгенные ускоренно стареющие мыши-самки разного возраста (2, 10 мес), дикий тип – линия FVB/N (2, 18 мес). Оценивали уровень апоптоза нейронов на срезах гипоталамуса, содержащих супраоптическое и паравентрикулярное ядра (TUNEL). Определяли экспрессию Fas, FADD и TRADD (Western blotting) в супраоптическом и паравентрикулярном ядрах. Таким образом, оценивали экспрессию членов TNF-зависимого каскада на разных уровнях: рецепторное восприятие апоптотического сигнала – CD95 (Fas рецептор), проведение сигнала – адапторы: FADD (связанный с Fas домен смерти, death domen), TRADD (связанный с TNF-рецептором домен смерти), реализация: уровень апоптоза нейронов в изучаемых супраоптическом и паравентрикулярном ядрах молодых и старых мышей HER2/neu.

Показано значительное повышение экспрессии Fas (CD95) у мышей дикого типа при старении в обоих гипоталамических ядрах, коррелирующее с повышением синтеза адаптерных белков FADD и TRADD. При этом у трансгенных мышей HER2/neu не наблюдалось изменения синтеза изученных белков. Эти данные хорошо соотносятся с количеством гибнущих нейронов гипоталамуса (TUNEL), что определяет участие цитокин-зависимого TNF-пути в регуляции программированной клеточной гибели на поздних этапах онтогенеза у мышей разных генетических линий.

Полученные результаты выявили участие апоптоз-активирующего цитокин-зависимого пути (TNF-сигналинг) в механизме физиологического старения нейронов (мыши дикого типа, FVB/N). Показано, что сверхэкспрессия онкогена HER2 вызывает супрессию апоптотического сигналинга,

связанного с цитокиновой активностью, причем блокируется как прием апоптотического сигнала (экспрессия рецептора CD95), так и дальнейшее проведение его (экспрессия адаптерных белков FADD и TRADD). Таким образом, выявлена еще одна мишень воздействия тирозинкиназного рецептора HER2, играющая роль в механизме устойчивости нейронов к возраст-зависимому апоптозу при сверхэкспрессии HER2.

#### Список литературы:

1. Cheng C.Y., Lin J.G., Tang N.Y., Kao S.T. et al. Electroacupuncture-like stimulation at the Baihui (GV20) and Dazhui (GV14) acupoints protects rats against subacute-phase cerebral ischemia-reperfusion injuries by reducing S100B-mediated neurotoxicity. *PLoS One*. 2014. 9(3):e91426.
2. Li L., Xu M., Shen B., Li M. et al. Moderate exercise prevents neurodegeneration in D-galactose-induced aging mice. *Neural. Regen Res*. 2016. 11(5):807-15.
3. Tiwari M., Prasad S., Shrivastav T.G., Chaube S.K. Calcium Signaling During Meiotic Cell Cycle Regulation and Apoptosis in Mammalian Oocytes. *J. Cell Physiol*. 2016. doi: 10.1002/jcp.25670.
4. Zhu J., Lin F.H., Zhang J., Lin J. et al. The signaling pathways by which the Fas/FasL system accelerates oocyte aging. *Aging (Albany NY)*. 2016. 8(2):291-303.

# ВИТАМИН ПАРА- АМИНОБЕНЗОЙНАЯ КИСЛОТА РЕГУЛИРУЕТ УРОВНИ ИНДУЦИРОВАННЫХ ОКСИДОМ АЗОТА ROS / RNS РАДИКАЛОВ И ДВУНИТЕВЫХ РАЗРЫВОВ ДНК В КЛЕТКАХ КРОВИ МЛЕКОПИТАЮЩИХ

ВАСИЛЬЕВА С.В.<sup>1</sup>, ГУСАРОВА Е.И.<sup>1</sup>, ПЕТРИЩЕВА М.С.<sup>1</sup>, ОСИПОВ А.Н.<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Россия, Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля Российской Академии наук (ИБХФ РАН)

<sup>2</sup>Россия, Институт химической физики им. Н.Н. Семенова Российской Академии наук (ИХФ РАН)

<sup>3</sup>Россия, «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна» ФМБА России (ГНЦ ФМБЦ)

**Аннотация.** Впервые установлены антиоксидантные функции витамина группы В -пара – аминобензойной кислоты (ПАБК) в сохранении нативной структуры ДНК млекопитающих при обработке клеток донорами оксида азота (NO). На здоровых и трансформированных Jurkat клетках крови человека впервые получены доказательства целесообразности использования ПАБК в качестве природного нетоксичного регулятора защитных реакций клеток на оксидативный и нитрозативный стрессы при применении железо-сера-нитрозильных комплексов железа (NO-доноров) в химиотерапии.

**Ключевые слова:** оксид азота (NO); п-аминобензойная кислота (PABA); ROS / RNS радикалы; лейкоциты млекопитающих; репарация ДНК.

Пара-аминобензойная кислота (ПАБК), предшественник в синтезе фолиевой кислоты, пуринов и тимина у бактерий, растений и грибов, долгое время рассматривалась исключительно в качестве витамина группы В. Однако, приоритетные данные, полученные проф. И.А.Рапопортом в начале 50-х по морфогенетическим эффектам ПАБК на Дрозофиле и последующее изучение разнообразных «ПАБК эффектов» на множестве объектов, включая микроорганизмы, растения и животные, способствовали распространению интереса к этому соединению в фундаментальной и прикладной науке. Новейшие медицинские исследования комплекса ПАБК/NO принесли обнадеживающие сюрпризы для онкологии [1].

В 1979 г. д-ром С.В.Васильевой были открыты уникальные антигенотоксические свойства ПАБК, установлено ее влияние на матричные процессы и непосредственное участие в обеспечении жизнеспособности и генетической стабильности клеток. В бактериальной клетке *Escherichia coli* ПАБК включается в регуляцию функций, составляющих систему индуцибельной ДНК SOS-репарации, но не влияет на конститутивные генетические процессы [2,3]. Впоследствии была подтверждена антигенотоксическая активность ПАБК на высших растениях, антикластогенная - у инбредных мышей *in vivo*, и снижение частоты хромосомных aberrаций в клетках костного мозга мышей, вызванных алкилирующими соединениями.

В нашей работе впервые установлена регуляция пара-аминобензойной кислотой структурных изменений в ДНК клеток крови млекопитающих при воздействии NO-доноров и зависимость этих процессов от уровня формирования активных форм кислорода.

В работе изучены кристаллические железо-сера нитрозильные комплексы – доноры NO – тетранитрозильные комплексы железа с тиосульфатом  $\text{Na}_2[\text{Fe}_2(\text{S}_2\text{O}_3)_2(\text{NO})_4] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  (ТНКЖ<sub>тио</sub>) и тетразолем  $(n\text{-C}_3\text{H}_7)_4\text{N}_2[\text{Fe}_2\text{S}_2(\text{NO})_4]$  (ТНКЖ<sub>тетра</sub>), любезно предоставленные нам д-ром Н.А. Саниной (ИПХФ РАН). NO доноры растворяли непосредственно перед экспериментом в буфере. При гидролизе, доноры NO легко проходят через клеточную мембрану, и в клетках выделяются  $\text{Fe}^{2+}$  и NO, которые катализируют образование активных форм кислорода и азота (ROS и RNS). Наиболее активным из них

является токсичный пероксинитрит ( $\text{ONOO}^-$ ) – результат взаимодействия  $\text{O}_2^-$  и  $\text{NO}\bullet$ , приводящий к одно – и двунитевым (ДР) разрывам в ДНК.

Объектами исследования были лимфоциты мышей-самцов линии СВА/lac, крови здорового человека и трансформированные клетки линии Jurkat (Т-клеточная лейкемия человека). Лимфоциты крови выделены центрифугированием в градиенте плотности фиколл-верографин (Histopaque, Sigma-Aldrich), в соответствии с прилагаемой инструкцией. Клетки линии Jurkat выращивали в инкубаторе при  $37^\circ\text{C}$  в стандартной полной среде RPMI-1640 (Gibco, life technologies, Великобритания). После выделения, лимфоциты отмывали и ресуспендировали в фосфатно-солевом буфере (PBS),  $\text{pH}=7.4$ , до конечной концентрации  $1 \times 10^6$  клеток/мл. Обработанные  $\text{NO}$  донором клетки с внесением ПАБК ( $5 \times 10^{-4}\text{M}$ ), либо без нее инкубировали в течение 30 мин при  $37^\circ\text{C}$ .

Уровень повреждений ДНК в обработанных клетках определяли методом ДНК-комет (Comet assay) с использованием красителя акридиновый оранжевый [4]. Продукцию активных форм кислорода в клетках оценивали с использованием 5(6)хлорометил 2',7'-дихлордигидрофлуоресцеиндиацетата (Invitrogen, USA), согласно [5]. Интенсивность флуоресценции (усл. ед.) измеряли на портативном флуориметре Qubit (Invitrogen, Turner BioSystems, USA) при длине волны возбуждения 488 нм и эмиссии 525–530 нм каждые 15 мин в течение 1 час.

Инкубация лейкоцитов млекопитающих (мышей и человека) с донорами  $\text{NO}$  приводила к увеличению уровня ROS- радикалов и формированию структурных нарушений в их ДНК, которые репарировались в процессе инкубации клеток в питательной среде.

В работе установлены: доза- зависимый рост уровней ДР ДНК в клетках мышей и человека при увеличении концентрации донора, снижение ДР ДНК при увеличении продолжительности инкубации клеток после 30 мин обработки  $\text{ТНКЖ}_{\text{тио}}$  и очень избирательное защитное влияние ПАБК на результаты обработки. При одновременной инкубации лейкоцитов мышей  $1 \text{ mM } \text{ТНКЖ}_{\text{тетра}} + \text{ПАБК}$  наблюдалось снижение уровней ДР ДНК в 2- 3 раза по сравнению с моно обработкой  $\text{NO}$ -донором, без ПАБК.

В здоровых лимфоцитах человека процессы репарации ДР ДНК, индуцированных совместной обработкой NO - донором и ПАБК, значительно более продуктивны: за 24 час инкубации клеток в питательной среде RPMI после 30 мин обработки, уровень ДР ДНК снизился в 5 раз в T-лимфоцитах Jurkat, и более чем в 20 раз в лимфоцитах здорового человека. Таким образом, репарация структурных повреждений в ДНК, индуцированных воздействием изученных доноров оксида азота в здоровых клетках человека, многократно более эффективна, чем в трансформированных клетках Jurkat, и, следовательно, лечебный эффект химиотерапии с применением NO- доноров в сочетании с ПАБК является более прогнозируемым. Спасая здоровые клетки, ПАБК способствует закреплению и пролонгированию потенциально летальных структурных повреждений в ДНК трансформированных клеток Jurkat, приводит их к гибели.

При количественном учете активных форм кислорода в здоровых лимфоцитах человека и в лимфоцитах линии Jurkat, показано, что: 1) продукция активных форм кислорода (ROS - радикалов) суммарно возрастала с увеличением дозы NO-донора и временем окрашивания клеток (0-60 мин); 2) 6 час инкубация клеток обеих линий в питательной среде после обработке NO донором снижала продукцию ROS; 3) внесение ПАБК в комплексную с NO донором обработку клеток в 2-4 раза снижала продукцию ROS, в сравнении с вариантом обработки без ПАБК.

Таким образом, установлена прямая корреляция между количественным снижением продукции ROS в клетках и соответствующим падением уровней ДР ДНК в 2-3 раза по сравнению с моно обработкой NO-донором, без ПАБК.

Итак, в нашей работе на здоровых и трансформированных Jurkat клетках крови человека впервые получены доказательства целесообразности применения ПАБК в качестве природного нетоксичного регулятора защитных реакций клеток на оксидативный и нитрозативный стрессы при применении железо-сера-нитрозильных комплексов железа ( NO-доноров) для химиотерапии с формированием ROS и RNS радикалов в аэробных условиях.



**Список литературы:**

1. Kim Y, Maciag AE, Cao Z, Deschamps JR, Saavedra JE, et al. PABA/NO lead optimization: Improved targeting of cytotoxicity to glutathione S-transferase P1-overexpressing cancer cells // *Bioorganic and Medicinal Chemistry*. 2015. 23. P. 4980 - 4988.
2. Васильева С.В., Тонкаль Т.Е. Пара-аминобензойная кислота ингибирует проявление индуцибельных SOS функций в E.coli K-12 // *Генетика*. 1983. Т. 19. №2. С. 1778 - 1785.
3. Васильева С.В., Жижина Г.П., Рапопорт И.А. Взаимодействие пара-аминобензойной кислоты с ДНК in vitro. // *Докл. АН СССР*. 1980. Т. 252, № 3, С. 755 - 757.
4. Wojewodzka M., Buraczewska I., Kruszewski M. // *Mutat. Res*. 2002. V.518. №1. P. 9–20 // Induction of Double-Stranded DNA Breaks in Mouse Blood Leukocytes by Treating Cells with Iron–Nitrosyl Complexes.
5. Nakajima Y, Tsuruma K, Shimazawa M, Mishima S, Hara H Comparison of bee products based on assays of antioxidant capacities // *BMC Complement Altern Med* 2009. 9:4.

# **SECTION 3.**

# **TECHNOLOGY**

# ТОНКОЛЕЗВИЙНАЯ ОБРАБОТКА ЦВЕТНЫХ СПЛАВОВ КОРУНДОВЫМИ ФРЕЗАМИ<sup>2</sup>

АРЗУМАНЯН А.М.

РЕСПУБЛИКА АРМЕНИЯ, НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АРМЕНИИ, ГЮМРИЙСКИЙ ФИЛИАЛ

**Аннотация.** Приведены результаты исследования процесса тонко-лезвийной обработки бронзовых и алюминиевых сплавов корундовыми режущими пластинами, оптимизация которого охватывает ряда вопросов производительности, экономичности и точности обработки, качества поверхностного слоя и т.д. Экспериментами установлено, что микро-твердость и глубина наклепа поверхностного слоя не меняется при увеличении скорости и глубины резания и повышается при увеличении подачи.

**Ключевые слова:** оптимизация, корунд, цветные сплавы, наклеп, тонкое фрезерование.

Оптимизация процессов резания охватывает вопросы производительности, экономичности и точности обработки, качества поверхностного слоя и т.д., которая может быть осуществлена только на основе изучения физической сущности явлений, сопровождающих процесс резания и основных закономерностей: износа инструмента как главного фактора, влияющего на качество обработанных поверхностей - точность, шероховатость, упрочнение (наклепа), остаточные напряжения и др.

Рассмотрен вопрос оптимизации процесса тонкого прерывистого резания, для чего исследованы износ по задней грани и его взаимосвязь с геометрией режущей кромки инструмента режимами обработки и шероховатостью обработанной поверхности, глубиной и степенью наклепа

---

<sup>2</sup> Работа выполнена в рамках финансирования Государственного комитета науки Республики Армения "Ширак 2015".

поверхностного слоя, диаметра завитка и объемной деформации стружки, а также показателя обрабатываемости.

Тонко-лезвийному фрезерованию были подвергнуты бронза БрАЖ 9-4 и БрОЦС 5-5-5, латунь ЛС 59-1, дюралюминий Д 16 и Д 1, медь М 1 и М 3 имея в виду, что основная часть художественных изделий изготавливается из этих материалов, а по обрабатываемости они сходны с дорогостоящими материалами.

Процесс стружкообразования и контактные явления при тонко-лезвийной обработке цветных металлов и сплавов корундовыми инструментами изучались при рациональных условиях режимов резания и оптимальных геометрических параметрах режущих пластин. При обработке алюминиевых и медных сплавов процесс стружкообразования имеет свою специфику. У медных сплавов образуется так называемая "микростружка", исходя из соизмерности радиуса режущей кромки и толщины среза. У алюминиевых сплавов образуется сливная стружка, а на передней грани режущей пластины стабильный нарост [1].

В работе были проведены серии экспериментов по обработке латуни ЛС 59-1 и дюралюминия Д16, показавшие, что на диаметр завитка стружки явно влияет подача. Рациональная форма стружки получается при режимах резания: для ЛС59-1  $v = 250 \text{ м/мин}$ ,  $s = 0,007 \text{ мм/зуб}$ ,  $t = 0,05 \text{ мм}$ ; для Д16  $s = 0,008 \text{ мм/зуб}$ ,  $t = 0,1 \text{ мм}$ .

Опыты показывают, что при увеличении скорости резания высота микронеровностей снижается во всех случаях, причем при малых скоростях резания интенсивность снижения более очевидна, а дальнейшее увеличение скорости к существенным изменениям  $Ra$  не приводит. Для оптимизации режимов резания при тонкой обработке цветных металлов кроме указанных показателей введём критерий оптимальности, аналогично работе [2]:

Зависимость глубины и степени наклепа поверхностного слоя обработанного материала от скорости, подачи и глубины резания исследовалась на образцах латуни ЛС59-1 и дюралюминия Д16. Установлено, что микро-твердость и глубина наклепа поверхностного слоя

не меняется при увеличении скорости и глубины резания и повышается при увеличении подачи.

При обработке цветных металлов установлено, что в зоне контакта резца с обрабатываемым материалом происходит упругопластическая деформация тонких поверхностных слоев, распространяющихся в некоторый слой, расположенный под обрабатываемой поверхностью. Нами делается попытка объяснить механизм упрочнения за линией среза при прерывистой обработке цветных металлов (ЛС59-1, Д16) корундовыми режущими. Опыты проведены режущими инструментами рубин "Роза" с оптимальной геометрией  $\lambda = 6^\circ$ ,  $\gamma = -6^\circ$ ,  $r = 0,6$  мм,  $\varphi = 45^\circ$ . Наряду с геометрическими параметрами режущего инструмента на показатели упрочнения значительное влияние оказывают и режимы резания. Исследования для выявления характера изменения степени и глубины упрочнения обработанной поверхности в зависимости от режимов резания представляет не только научную ценность с позиций установления сущности механизма упрочнения, но и большое практическое значение, поскольку дает возможность выбрать параметры резания, обеспечивающие получение оптимальных значений показателей упрочнения [2].

На графиках (рис. 1, 2, 3, 4) представлено влияние  $v$ ,  $s$ ,  $t$  на глубину и степень наклепа для двух испытываемых материалов (Д16, ЛС59-1). Как показывают кривые, с увеличением скорости резания показатели упрочнения  $H$  и  $h$  уменьшаются, причем наблюдается их сравнительно большее снижение в зоне возрастания скорости до 200 м/мин, чем в зоне роста скорости, начиная от 200 до 1000 м/мин. Это вероятно можно объяснить тем, что с увеличением скорости резания до 200 м/мин коэффициент трения на поверхности режущей пластины снижается [3]. При этом уменьшается также угол сдвига и, следовательно, силы резания.

В качестве исследуемых параметров приняты шероховатость обработанной поверхности, износ режущей пластины по задней грани (критерием затупления режущей пластины является шероховатость обработанной поверхности), глубина наклепа и микро-твердость поверхностного слоя. Диапазон режимов резания, план проведения экспериментов и их

результаты приведены в табл.1, на основе которых получены математические модели исследуемых параметров в общем виде:

$$X = C_1 \cdot v^{x_1} \cdot s^{x_2} \cdot t^{x_3} \quad (1)$$

Зависимость глубины и степени наклепа поверхностного слоя обработанного материала от скорости, подачи и глубины резания исследовалась на образцах латуни ЛС59-1 и дюралюминия Д16.

Полученные расчетные значения оптимальных параметров режимов резания проверялись экспериментально. С этой целью проведены опыты по определению шероховатости обработанной поверхности при указанных режимах резания по табл. 1. Полученные результаты подтверждают справедливость описанной методики.

С увеличением толщины срезаемой стружки объем срезаемого слоя увеличивается, уменьшается деформация срезаемого слоя, повышается сила резания и, следовательно ухудшается микро-геометрия поверхностного слоя. Увеличение глубины резания приводит к незначительному ухудшению состояния поверхностного слоя.

Таблица 1 – Результаты проведенных исследований на основе факторного эксперимента типа  $3^3$

№ эксперимента	Режимы обработки			Обрабатываемый и режущий материал ЛС 59-1- Рубин «Роза»				Обрабатываемый и режущий материал Д 16 - Рубин «Роза»			
	V, м/с	S×10 <sup>-3</sup> , м/зуб	t, мм	Ra, мкм	h, мкм	H, ГПа	D × 10 м	Ra, мкм	h, мкм	H, ГПа	D×10 м
1	1.47	0.007	0.200	0.12	116	2.73	0.55	0.14	116	1.04	0.74
2	4.17	0.007	0.020	0.14	95	2.47	1.91	0.16	95	0.90	2.64
3	11.72	0.007	0.063	0.10	98	2.47	1.60	0.14	95	0.92	2.21
4	1.47	0.022	0.020	0.27	125	2.71	0.55	0.32	125	1.00	1.27
5	4.17	0.022	0.063	0.21	129	2.72	0.89	0.26	129	1.02	0.72
6	11.72	0.022	0.200	0.16	135	2.72	0.52	0.21	135	1.05	0.61
7	1.47	0.020	0.063	0.49	171	2.99	0.53	0.56	171	1.14	0.48
8	4.17	0.020	0.200	0.37	179	3.01	0.53	0.46	179	1.18	0.41
9	11.72	0.020	0.020	0.41	146	2.72	0.94	0.53	146	1.02	1.27

Таблица 2 – Значения коэффициентов и показателей степеней в базовой формуле (1)

Коэффиц. и показ. степеней	Рубин «Роза»		Коэффиц. и показ. степеней	Рубин «Роза»	
	ЛС 59-1	Д 16		ЛС 59-1	Д 16
$C_{Ra}$	2,90	2,62	$C_H$	445,1	183,1
$x_1$	-0,15	-0,076	$x_1$	-0,025	-0,028
$x_2$	0,54	0,55	$x_2$	0,062	0,065
$x_3$	0,12	0,10	$x_3$	0,042	0,046
$C_h$	493	463,2	$C_D$	3,00	11,2
$x_1$	-0,042	-0,039	$x_1$	0,20	0,25
$x_2$	0,25	0,22	$x_2$	0,40	0,60
$x_3$	0,072	0,068	$x_3$	0,25	0,35

Определение показателей степеней и коэффициентов уравнений (1) проводились на примере обработки латуни ЛС59-1 и дюралюминия Д16, рубиновым инструментом марки «Роза».

Увеличение скорости резания приводит, с одной стороны, к еще большей степени возрастания температуры, а с другой, к незначительному уменьшению коэффициентов трения и значительному увеличению скорости деформации. Последнее вызывает пластическую деформацию металла. Однако увеличение скорости деформации, в свою очередь, сокращает длительность воздействия тепла на поверхностные слои, из-за чего прочность металла снижается. Следовательно, отмеченные противоположные факторы в конечном счете определяют незначительное уменьшение показателей упрочнения металла при больших скоростях резания.

Из рис. 1, 2, 3, 4 видно, что увеличение параметров среза вызывает значительное возрастание  $H$  и  $h$ . Это видимо связано с тем, что, независимо от применяемого режущего инструмента, а также обрабатываемого материала, увеличение  $s$  и  $t$  приводит к возрастанию объема срезаемого слоя, вследствие чего увеличивается зона пластической деформации металла. В результате увеличения параметров  $s$  и  $t$  пластическая деформация в большей степени распространяется вглубь металла за линию среза, тем самым увеличивая деформационную прочность. Особый интерес представляет сравнение данных  $H$  и  $h$  при обработке различных материалов как ЛС59-1 и Д16. На наш взгляд это можно объяснить тем, что,

чем выше твердость исходного материала, тем труднее его пластически деформировать, следовательно,  $H$  и  $h$  будут меньше. С другой стороны, чем больше скорость деформации, тем меньше промежуток времени, в течении которого пластическая деформация проникает в глубину металла. Таким образом, показатели упрочнения получаются ниже при обработке Д16, по сравнению с ЛС59-1.

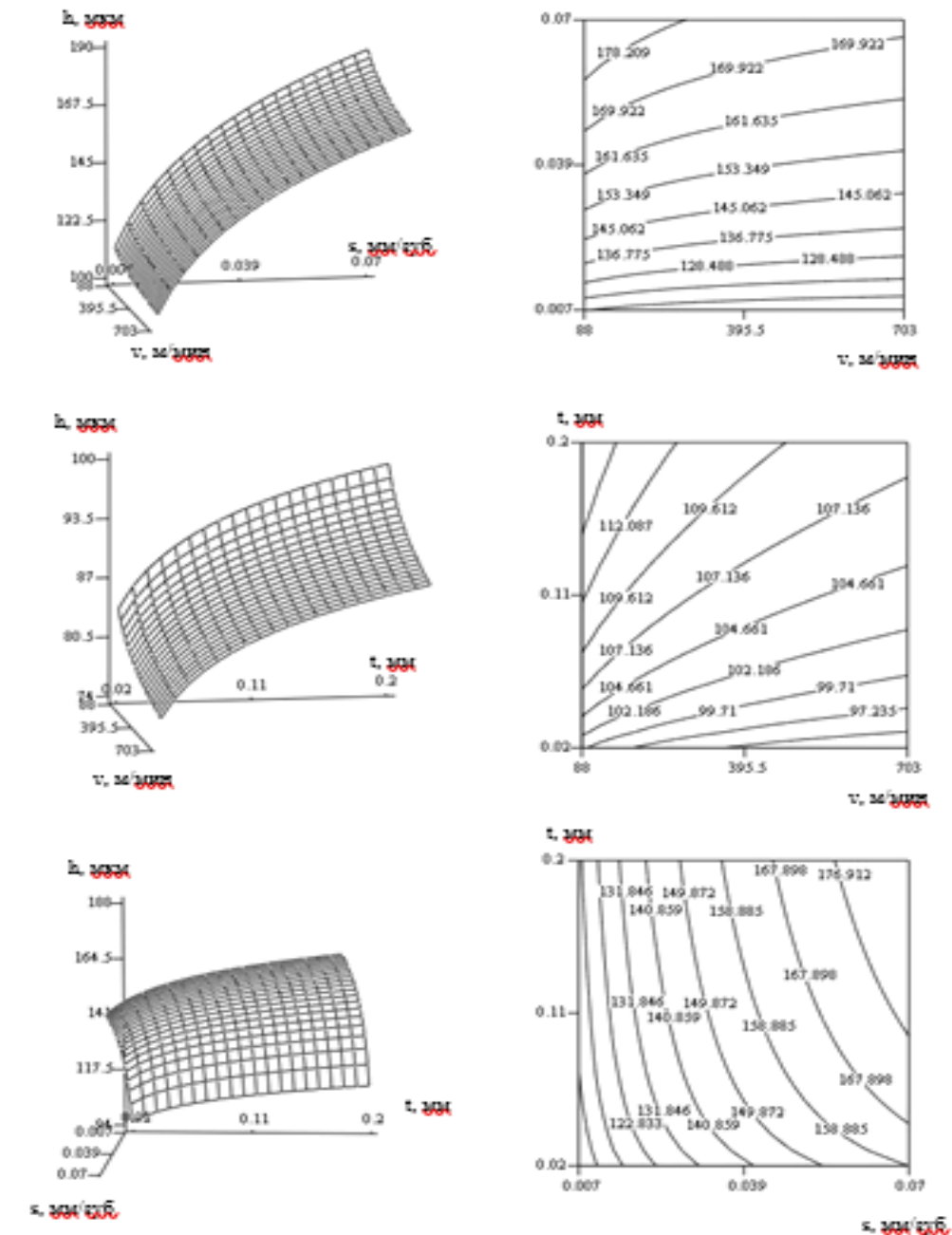


Рис. 1. Зависимость глубины наклепа от режимов резания при обработке дюралюминия Д16



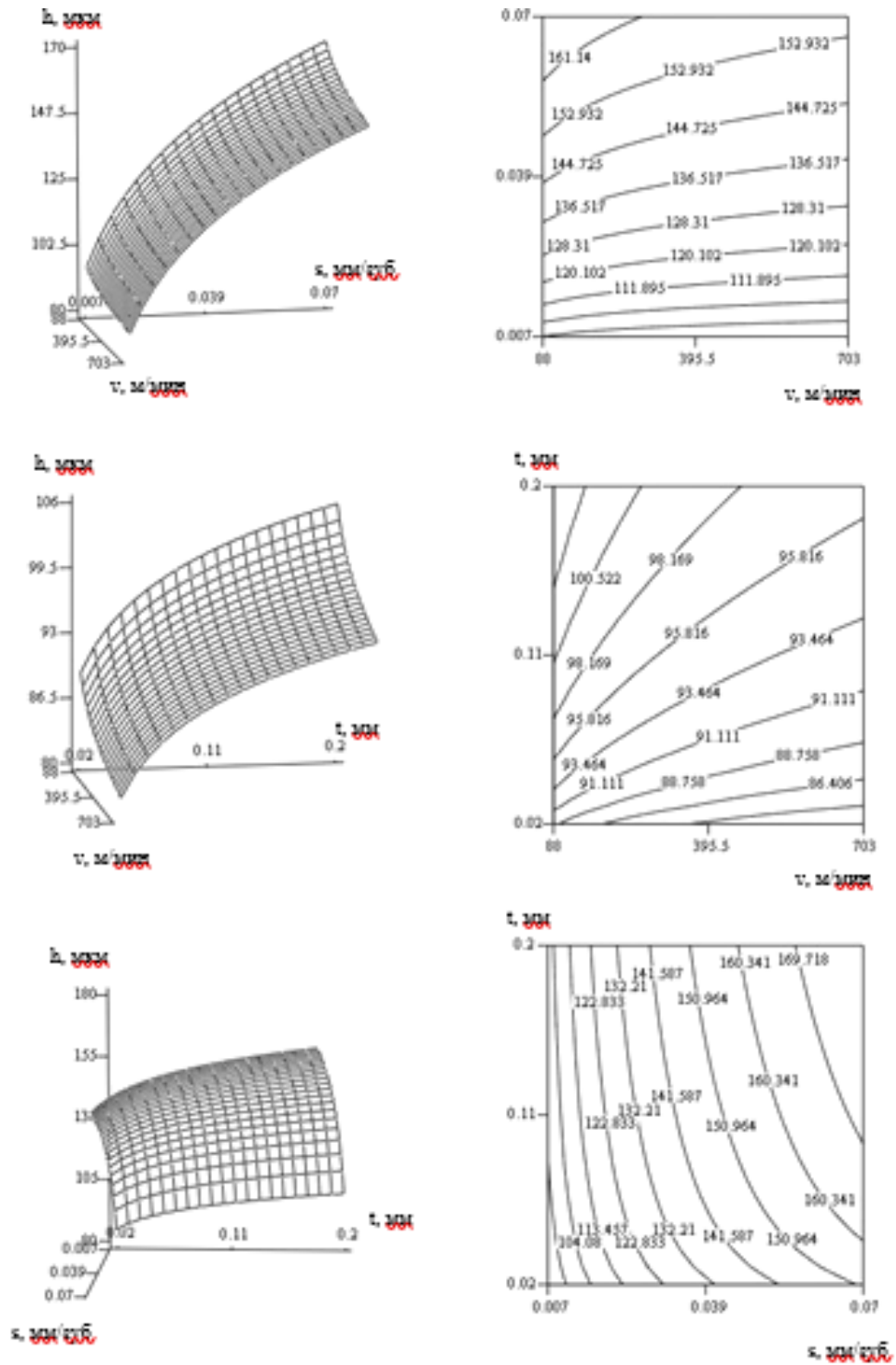


Рис. 2. Зависимость глубины наклепа от режимов резания при обработке латуни ЛС 59-1

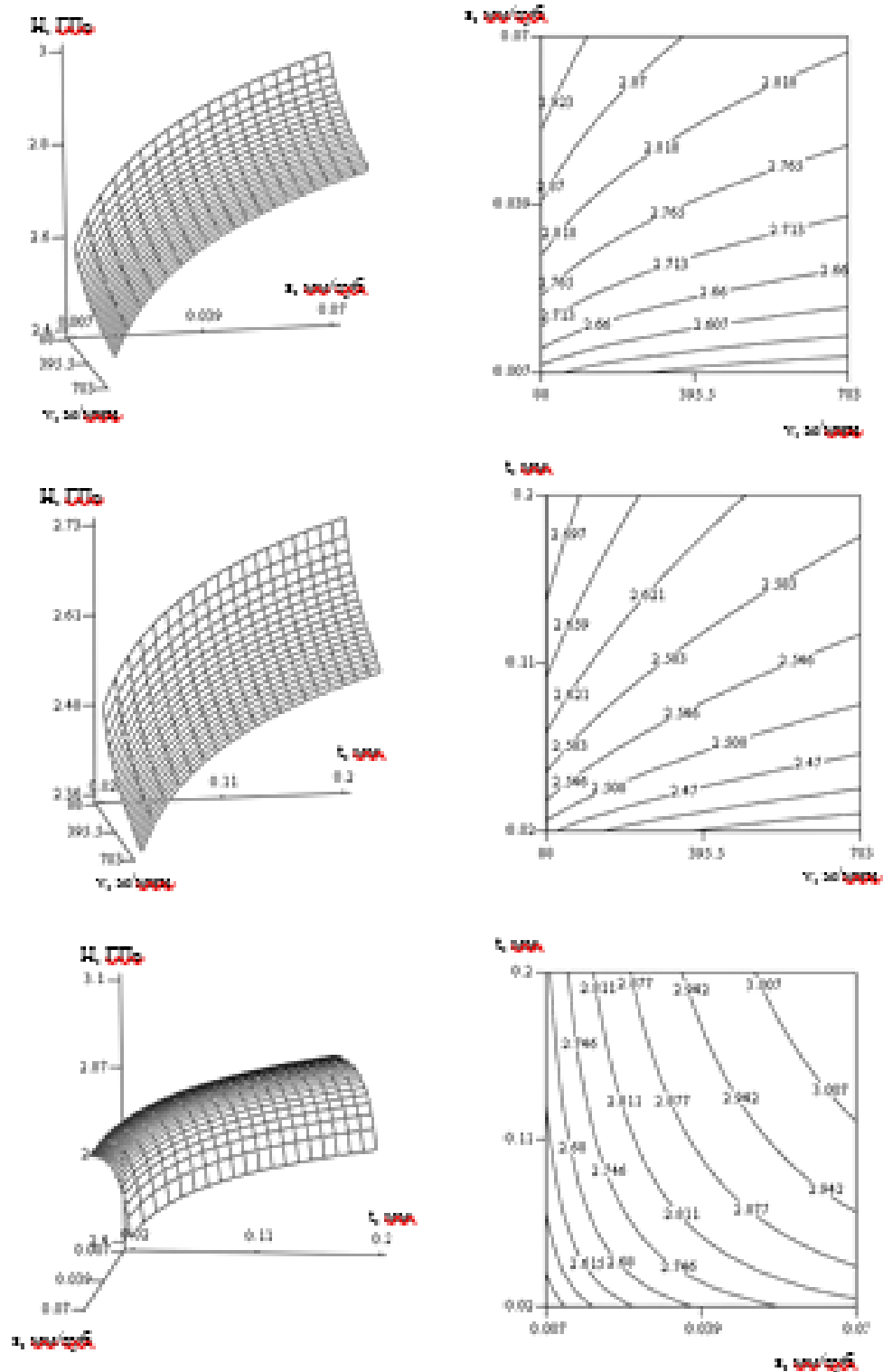


Рис. 3. Зависимость диаметра завитки стружки от режимов резания при обработке латуни ЛС 59-1

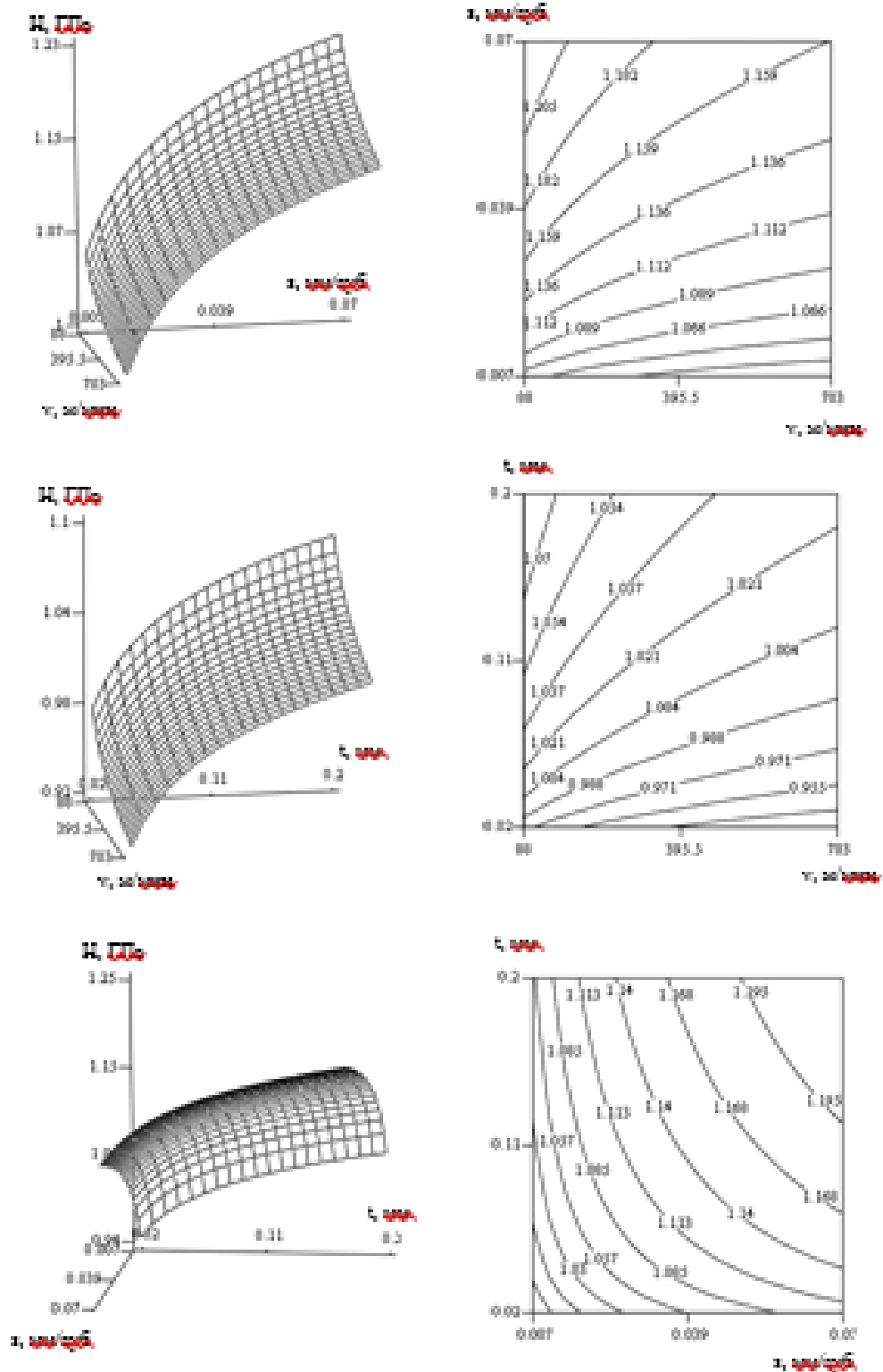


Рис. 4. Зависимость диаметра завитки стружки от режимов резания при обработке дюралюминия Д16

Экспериментами доказано, что с увеличением радиуса округления режущей кромки увеличивается глубина наклепа и микро-твердость поверхностного слоя, за счет повышения пластической деформации.

Таким образом можно заключить, что с увеличением скорости фрезерования глубина наклепа уменьшается, при этом чем меньше исходная твердость обрабатываемого сплава, тем больше глубина и степень наклепа поверхностного слоя.

**Список литературы:**

1. Арзуманян А.М., Акопян С.А. Математическая модель радиуса кривизны стружки при обработке металлов резанием // "Справочник. Инженерный журнал", Машиностроение, М.; 2010. - С. 43-45.
2. Багдасарян Г.Б., Арзуманян А.М. Определение оптимальных параметров прерывистого резания цветных металлов //Известия АН Арм. ССР Серия технических наук. –Ереван: -1979. –Том XXXII. -№ 4. -С. 53 - 56.
3. Ивченко Т.Г., Легашева Т.А. Обеспечение оптимального уровня показателей долговечности сборного режущего инструмента //Прогрессивные технологии и системы машиностроения. -Донецк: ДонГТУ.-2000. -Вып.12. -С. 10-13.
4. Касьян М.В., Минасян Г.С., Багдасарян Г.Б. Построение математической модели для расчета составляющей силы резания при точении безвершинными резцами //Промышленность Армении. –Ереван: -№1. -1971. -С. 14-18.

# КАК УМЕНЬШИТЬ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОЗДУШНОГО БАСЕЙНА

Войнов К.Н., Хилдаяти А.

РОССИЯ, САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ

**Аннотация.** Большие проблемы для ухудшения общей экологии окружающей нас среды создают многочисленные промышленные предприятия (заводы, фабрики, котельные, ТЭЦ, лаборатории и др.), которые через трубы выбрасывают в атмосферу многие тонны газов с канцерогенными частицами/веществами в них. Это приводит к постоянному и интенсивному загрязнению воздуха, воды и земли, что крайне отрицательно влияет в конечном итоге на всё живое и на людей, в частности. Поэтому перед человечеством стоит огромная проблема о защите среды обитания на Земле.

**Ключевые слова:** загрязнение воздуха, газы из труб, предприятия, защита.

В современный век технического прогресса, с интенсификацией работы производственных мощностей и с созданием новых технологических производств количество вредных выбросов газов в атмосферу составляет тысячи тонн. Создание высоких отводящих газы труб совершенно не решает проблему эффективной защиты воздушного бассейна по нескольким причинам. В частности, к ним относятся следующие:

- выброшенные на некоторой высоте над поверхностью земли из труб продукты производственной деятельности человека всё равно оседают на поверхность;
- в дождливую погоду, как известно, выпадают кислотные дожди, активно загрязняющие почву, водоёмы и негативно воздействующие на всё живое;
- устанавливаемые в отводных газы труб фильтры или ловушки имеют крайне низкую эффективность и малую надёжность в работе по ряду причин: не улавливают микрочастицы, не могут полностью

нейтрализовать обширный химический спектр выходящих газов, которые сами или в виде химических соединений вредят всему окружающему; периодически прогорают или засоряются, что требует постоянных затрат на их ремонт или замену;

- горячие отходящие вверх газы меняют природный климат, повышая температуру среды, что, например, приводит к таянию зон с вечной мерзлотой и к появлению парникового эффекта;
- в небе образуются озоновые дыры, что опять-таки негативно влияет на защитный надповерхностный воздушный слой Земли, разрушая его и пропуская к Земле нежелательные облучения.

Действительно, на данном этапе технического прогресса учёные в различных странах мира, интенсивно работающие над проблемой борьбы с чрезмерным загрязнением воздушного бассейна выбрасываемыми из труб предприятий химическими элементами, ещё не нашли рационального решения, чтобы эффективно бороться с данной проблемой.

То, что такая проблема реально существует, подтверждают показания приборов, которые используются:

- газоанализаторы;
- тепловизоры;
- датчики контроля температуры;
- расходомеры газов;
- анализаторы размеров мелких частиц;
- анализаторы химического состава;
- расходомеры воды и др.

В химических лабораториях осуществляют практически постоянный мониторинг состава воздуха и воды в ближайших к промышленным предприятиям водоёмах. В отдельных случаях концентрация вредных веществ превышает допустимые пределы, а по составу химических элементов определяется почти до 1/5 различных элементов Периодической системы Д.И. Менделеева.

Практически бедственное положение наблюдается в нескольких крупных производственных городах Китая, где люди вынуждены носить маски.

Не лучше обстоят дела и в иных странах и крупных промышленных центрах Америки, Германии, Франции и России.

Созданная в Университете ИТМО Санкт-Петербурга рабочая группа практически получила первые положительные результаты по эффективной очистке воздушной среды от загрязнений газами.

Первые пробные эксперименты показали, что с помощью воды возможно достаточно быстро и качественно бороться с различными вредными газовыми выбросами из труб. Исследования ведутся пока на примере работы небольшой котельной, в которой топливом могут быть уголь или дрова.

**Список литературы:**

1. Трибология: Международная энциклопедия. Том III: приборы, устройства, средства испытания и контроля // Под ред. д.т.н., профессора, академика Войнова К.Н. Санкт-Петербург: ПГУПС, ISBN 978-5-906108-04-3 Т.3, 2012. – 399 с.

# МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ИСКЛЮЧЕНИЯ ПЕРЕТОКОВ ВОЗДУХА МЕЖДУ СТЕНАМИ РЕГЕНЕРАТОРОВ КОКСОВЫХ БАТАРЕЙ

ЗУБЛЕВ Д.Г.<sup>1</sup>, БАРСКИЙ В.Д.<sup>2</sup>, КРАВЧЕНКО А.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Россия, ОАО «ГУБАХИНСКИЙ КОКС»

<sup>2</sup>Украина, Украинский государственный химико-технологический  
университет

**Аннотация.** Разработан метод определения перетоков воздуха через разделительные стены регенераторов и подовых каналов коксовых батарей. Показано, что определение количества перетоков позволит установить взаимосвязь между действительным и кажущимся коэффициентом избытка воздуха, а также более точно учитывать прососы коксового газа в отопительной системе. Предлагаемая методика может использоваться для планирования объёмов ремонтов кладки в данной зоне. Кроме этого для исключения перетоков воздуха разработан и опробован на промышленной коксовой батарее способ уплотнения стен регенераторов.

**Ключевые слова:** регенератор, коксовая батарея, воздух, кладка.

В процессе эксплуатации коксовых батарей появляются трещины и расхождения материальных швов в разделительных стенах регенераторов и подовых каналов, приводящие к перетокам воздуха между нисходящим и восходящим потоками. При этом воздух, попадающий в пробы продуктов горения, искажает оценку газоплотности кладки коксовых батарей и условий сжигания отопительного газа.

Определение количества «просасываемого» воздуха возможно по различию состава продуктов горения на входе в регенераторы нисходящего потока и на выходе из подовых каналов нисходящего потока. При отсутствии прососов состав продуктов горения на входе в регенератор и в



подовом канале одинаков, при наличии прососов - содержание кислорода в продуктах горения из газоздушных клапанов будет больше, чем в продуктах горения на входе в регенераторы нисходящего потока. По этой разнице можно определить объём «просасываемого» воздуха, при этом исключая попадание в пробы воздуха для обезграфичивания.

Алгоритм определения прососов воздуха через трещины и неплотности в материальных швах подовых каналов и регенераторов состоит в следующем:

1. Отбор проб продуктов горения из всех вертикалов отопительных полупростенков, работающих на данный регенератор.
2. Расчёт среднего состава продуктов горения и коэффициента избытка воздуха по анализам проб из вертикалов.
3. Определение удельного объёмного расхода воздуха, поступившего в каждый полупростенок на горение.
4. Определение удельного и фактического объёмного расхода продуктов горения.
5. Отбор проб продуктов горения из газоздушного клапана и расчёт по балансу кислорода в продуктах горения перетоков воздуха через разделительные стены регенераторов и подовых каналов.

Этот алгоритм является общим для коксовых батарей ПВР всех типов.

Учёт конструктивных особенностей коксовых батарей (современные коксовые печи системы ПВР бывают с шахматным или обычным горением, а также с узкими, широкими или секционными регенераторами) также предусматривается этим алгоритмом.

Разработанный метод позволяет корректировать расчёты прососов коксового газа из камер коксования, устанавливать зависимость между кажущимся и действительным коэффициентами избытка воздуха при определении его по составу продуктов горения из газоздушных клапанов, а также определять объёмы необходимых ремонтов кладки в данной зоне.

Кроме этого, разработан способ исключения перетоков воздуха, опробованный на промышленной коксовой батарее с боковым подводом отопительного газа и широкими регенераторами. Пространство между

насадкой и разделительной стеной произвольно выбранных трёх регенераторов после их вскрытия уплотнили асбестовым огнеупорным материалом.

Эффективность мероприятия оценивали по анализу проб продуктов горения из газоздушных клапанов до и после внедрения (с определением количества просасываемого воздуха). Оценку перетоков воздуха проводили по различию состава продуктов горения на входе в регенераторы и на выходе из подовых каналов (при их работе на нисходящем потоке).

Коэффициент избытка воздуха до начала эксперимента составил от 1,57 до 1,74. При этом количество просасываемого воздуха находилось в пределах от 15,3 до 23,4 %.

Коэффициент избытка воздуха после осуществления мероприятия составил от 1,21 до 1,25. При этом количество просасываемого воздуха составило от 1,01 до 1,26 %.

Таким образом, внедрение указанных выше мероприятий позволяет обнаруживать, а затем исключать перетоки воздуха и доменного газа между регенераторами восходящего и нисходящего потоков и, соответственно, существенно улучшить технико-экономические показатели работы коксовой батареи и продлить срок её эксплуатации.