



ВОСТОЧНО ЕВРОПЕЙСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

#10(62), 2020 часть 8

Восточно Европейский научный журнал

(Санкт-Петербург, Россия)

Журнал зарегистрирован и издается в России В журнале публикуются статьи по всем научным направлениям.

Журнал издается на русском, английском и польском языках.

Статьи принимаются до 30 числа каждого месяца.

Периодичность: 12 номеров в год.

Формат - A4, цветная печать

Все статьи рецензируются

Бесплатный доступ к электронной версии журнала.

Редакционная коллегия

Главный редактор - Адам Барчук

Миколай Вишневецки

Шимон Анджеевский

Доминик Маковски

Павел Левандовски

Ученый совет

Адам Новицки (Варшавский университет)

Михал Адамчик (Институт международных отношений)

Питер Коэн (Принстонский университет)

Матеуш Яблоньски (Краковский технологический университет имени Тадеуша Костюшко)

Петр Михалак (Варшавский университет)

Ежи Чарнецкий (Ягеллонский университет)

Колуб Френнен (Тюбингенский университет)

Бартош Высоцкий (Институт международных отношений)

Патрик О'Коннелл (Париж IV Сорбонна)

Мацей Качмарчик (Варшавский университет)

#10(62), 2020 part 8

Eastern European Scientific Journal

(St. Petersburg, Russia)

The journal is registered and published in Russia

The journal publishes articles on all scientific areas.

The journal is published in Russian, English and Polish.

Articles are accepted till the 30th day of each month.

Periodicity: 12 issues per year.

Format - A4, color printing

All articles are reviewed

Free access to the electronic version of journal

Editorial

Editor-in-chief - Adam Barczuk

Mikolaj Wisniewski

Szymon Andrzejewski

Dominik Makowski

Pawel Lewandowski

Scientific council

Adam Nowicki (University of Warsaw)

Michal Adamczyk (Institute of International Relations)

Peter Cohan (Princeton University)

Mateusz Jablonski (Tadeusz Kosciuszko Cracow University of Technology)

Piotr Michalak (University of Warsaw)

Jerzy Czarnecki (Jagiellonian University)

Kolub Frennen (University of Tübingen)

Bartosz Wysocki (Institute of International Relations)

Patrick O'Connell (Paris IV Sorbonne)

Maciej Kaczmarczyk (University of Warsaw)

**Давид Ковалик (Краковский
технологический университет им. Тадеуша
Костюшко)**

**Питер Кларквуд (Университетский
колледж Лондона)**

Игорь Дзедзич (Польская академия наук)

**Александр Клиmek (Польская академия
наук)**

**Александр Роговский (Ягеллонский
университет)**

Кехан Шрайнер (Еврейский университет)

**Бартош Мазуркевич (Краковский
технологический университет им. Тадеуша
Костюшко)**

Энтони Маверик (Университет Бар-Илан)

**Миколай Жуковский (Варшавский
университет)**

**Матеуш Маршалек (Ягеллонский
университет)**

**Шимон Матысяк (Польская академия
наук)**

**Михал Невядомский (Институт
международных отношений)**

Главный редактор - Адам Барчук

**Dawid Kowalik (Kracow University of
Technology named Tadeusz Kościuszko)**

Peter Clarkwood (University College London)

Igor Dziedzic (Polish Academy of Sciences)

**Alexander Klimek (Polish Academy of
Sciences)**

Alexander Rogowski (Jagiellonian University)

Kehan Schreiner (Hebrew University)

**Bartosz Mazurkiewicz (Tadeusz Kościuszko
Cracow University of Technology)**

Anthony Maverick (Bar-Ilan University)

Mikołaj Żukowski (University of Warsaw)

Mateusz Marszałek (Jagiellonian University)

**Szymon Matysiak (Polish Academy of
Sciences)**

**Michał Niewiadomski (Institute of
International Relations)**

Editor in chief - Adam Barczuk

1000 экземпляров.

Отпечатано в ООО «Логика+»

198320, Санкт-Петербург,

Город Красное Село,

ул. Геологическая,

д. 44, к. 1, литера А

«Восточно Европейский Научный Журнал»

Электронная почта: info@eesa-journal.com,

<https://eesa-journal.com/>

1000 copies.

Printed by Logika + LLC

198320, Region: St. Petersburg,

Locality: Krasnoe Selo Town,

Geologicheskaya 44 Street,

Building 1, Litera A

"East European Scientific Journal"

Email: info@eesa-journal.com,

<https://eesa-journal.com/>

СОДЕРЖАНИЕ

ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЕ НАУКИ

Инагамов С.Я., Мухамедов Г.И.

СТРУКТУРА И РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИКОМПЛЕКСНЫХ ГЕЛЕЙ КАРБОКСИМЕТИЛЦЕЛЛЮЛОЗЫ С МОЧЕВИНОФОРМАЛЬДЕГИДНЫМИ ОЛИГОМЕРАМИ.....4

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

Сармасов С.Н., Рагимов Р.Ш., Абдуллаев.Т.Ш

ВЛИЯНИЕ АДсорбции КИСЛОРОДА НА ПРОВОДИМОСТЬ ПЛЕНОК РВТЕ.....12

Богданов В.И.

ОБ УРАВНЕНИИ КОЛИЧЕСТВА ДВИЖЕНИЯ ДЛЯ АБСОЛЮТНО НЕУПРУГОГО УДАРА ТВЁРДЫХ ТЕЛ.....14

Агаларов Дж.Г., Мамедова Г.А.

СВОБОДНЫЕ КОЛЕБАНИЯ ПОДВЕШЕННЫХ КОНЦЕНТРИЧЕСКИХ ПЛАСТИН17

Abdullaeva G.G., Mirzazade I.Kh., Naghizade H.R.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN PROBLEMS OF DIAGNOSTICS OF ACUTE POISONINGS (USING AN EXAMPLE OF DIFFERENTIAL DIAGNOSIS OF CARBON MONOXIDE POISONINGS)23

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Алтеннова Н., Сергазина С.М.

РАЗРАБОТКА ИГРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПО КУРСУ «БИООРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»31

Юсифли Ф.Х., Рамазанов Г.А., Гулиев А.М.

СОПОЛИМЕРИЗАЦИЯ АЛКИЛ- И ЦИКЛОАЛКИЛЗАМЕЩЕННЫХ МЕТИЛЕНДИОКСОЛАНОВ С МАЛЕИНОВЫМ АНГИДРИДОМ.....34

ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЕ НАУКИ

Inagamov S. Y.

*Doctor of Chemical Sciences, Professor
The Tashkent pharmaceutical Institute*

Mukhamedov G. I.

*Doctor of Chemical Sciences, Professor
Rector of the Chirchik State Teachers' Institute*

STRUCTURE AND REOLOGICAL PROPERTIES OF POLYCOMPLEX GELS CARBOXYMETHYL CELLULOSE WITH UREINOFORMALDEHYDE OLIGOMERS

Инагамов Сабитджан Якубжанович

*Доктор технических наук, профессор
Ташкентский фармацевтический институт*

Мухамедов Гафуржан Исраилович

*Доктор химических наук, профессор
Ректор Чирчикского Государственного педагогического институт*

СТРУКТУРА И РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИКОМПЛЕКСНЫХ ГЕЛЕЙ КАРБОКСИМЕТИЛЦЕЛЛЮЛОЗЫ С МОЧЕВИНОФОРМАЛЬДЕГИДНЫМИ ОЛИГОМЕРАМИ

Summary. The rheological properties of polycomplex gels of sodium carboxymethylcellulose with urea-formaldehyde oligomers with different ratios of components and the structural properties of polycomplexes are studied. The physicochemical and technological properties of polycomplex gels with the possibility of their application in pharmacy are evaluated.

The nature of the formation of polycomplexes is investigated by IR spectroscopy. The possibility of regulating the structure of supramolecular formations of PC and PCG based on Na-CMC and MFO by varying the ratio of components, when as a result of self-organization of macromolecules in the process of PC formation, nanostructures with regulated nanoscale sizes are formed. The rheological properties of PKG water systems under high shear stresses are studied. The formation of a PC Na-CMC with MFO leads to a significant change in the rheological properties of water systems Na-CMC: the degeneration of the thixotropic effect, a decrease in structural strength properties, and a change in the size of structural elements.

Аннотация. Изучены реологические свойства поликомплексных гелей натрия карбоксиметилцеллюлозы с мочевиноформальдегидными олигомерами с различным соотношением компонентов и структурные свойства поликомплексов. Оценены физико-химические и технологические свойства поликомплексных гелей с возможностью применения их в фармации.

Методом ИК-спектроскопии исследована природа формирования поликомплексов. Показана возможность регулирования строения надмолекулярных образований ПК и ПКГ на основе Na-КМЦ и МФО путем варьирования соотношения компонентов, когда в результате самоорганизации макромолекул в процессе формирования ПК образуются наноструктуры с регулируемыми наноразмерами. Изучены реологические свойства водных систем ПКГ в условиях высоких напряжений сдвига. Формирование ПК Na-КМЦ с МФО приводит к существенному изменению реологических свойств водных систем Na-КМЦ: вырождению тиксотропного эффекта, снижению структурных прочностных свойств, изменению размеров структурных элементов.

Key words: *polycomplex, polycomplex gels, sodium carboxymethylcellulose, urea-formaldehyde oligomer, structure, properties, rheology.*

Ключевые слова: *поликомплекс, поликомплексных гелей, натрийкарбоксиметилцеллюлозы, мочевиноформальдегидный олигомер, структура, свойства, реология.ческие*

В настоящее время большой научный и практический интерес представляет изучение способности многих водорастворимых природных и синтетических полимеров образовывать устойчивые продукты кооперативных реакций между разнородными полимерами, называемые полимерными комплексами (ПК) [1-3]. В аспекте решения этой проблемы наибольший интерес представляют продукты взаимодействия природных полимеров с олигомерами, формирующие поликомплексные гели (ПКГ). ПКГ

являются перспективными продуктами в фармации и находят все более широкое применение в качестве загустителей и стабилизаторов суспензий, пролонгаторов действия лекарственных веществ, пленкообразователей для капсул и таблеток, в качестве основы для мазей и других мягких лекарственных форм, поскольку обнаруживают ряд уникальных и наиболее ценных свойств [4-11].

Возможность независимой вариации условий формирования, соотношения реагентов и их молекулярного строения по существу является

основой для управления процессом формирования и получения ПКГ с заданным комплексом свойств [12-16].

Весьма интересными и перспективными в этом аспекте представляют макромолекулярные комплексы на основе натрий карбоксиметилцеллюлозы (Na-КМЦ) (полианиона) и синтетических мочевиноформальдегидных олигомеров (МФО) линейного строения (поликатионов), формирующие в водных системах ПКГ. Строение производного природного полисахарида целлюлозы – Na-КМЦ, наличие в его макромолекулах полярно-функциональных групп, обуславливающих интенсивные межмолекулярные взаимодействия, высокая степень ориентации этого жесткоцепного полимера определяет его способность проявлять свойства матричного носителя и комплексообразователя с мочевиноформальдегидными олигомерами.

Большой интерес вызывает уникальная особенность строения систем ПКГ на основе Na-КМЦ и МФО систем, где в результате самоорганизации макромолекул в процессе формирования ПК образуются наноструктуры с регулируемыми наноразмерами [17]. Такая особенность систем ПК создает возможность молекулярного проникновения их лекарственных соединений на клеточном уровне, что позволяет использовать их в качестве носителей лекарственных систем с направленными транспортными свойствами. Консистенция и нормальность структурно-механических параметров основ на базе ПКГ обеспечивает оптимальную биологическую доступность лекарственных веществ, легкое, безболезненное нанесение мази на кожу, слизистые и др [18]. Необходимо отметить, что составляющие компоненты ПК и ПКГ являются

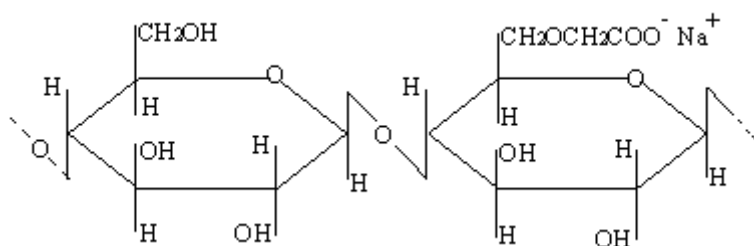
крупнотоннажными, доступными и дешевыми полимерами местного происхождения [19].

В научном плане интерес к данным объектам объясняется сложностью строения комплекса систем этих полимеров, а в практическом плане эти исследования актуальны в связи с возможностью применения их в фармации в качестве основ для мазей и мягких лекарственных форм [20, 21].

В связи с этим представляет интерес изучение целого комплекса свойств ПК и ПКГ, который обусловлен специфическими взаимодействиями в высокомолекулярных матрицах. В этом аспекте наиболее интересным явилось исследование структуры ПК и структурно-механических, реологических свойств концентрированных водных систем поликомплексных гелей «Na-КМЦ и МФО», исследование поведения ПКГ в условиях высоких напряжений сдвига, изучение влияния состава ПКГ на процесс вязкого течения, поскольку именно реологические параметры наиболее чувствительны к изменениям структуры ПКГ.

Цель статьи. Целью настоящего исследования явилось изучение структуры и свойств ПК и ПКГ на основе «Na-КМЦ-МФО» при варьировании соотношения компонентов, а также реологических свойств концентрированных водных систем ПКГ, изучение изменения размеров структурных нано-образований ПК и ПКГ при изменении состава и в процессе деструктурирования их концентрированных систем в условиях высоких напряжений сдвига, изучение физико-химических и технологических свойств ПКГ.

В качестве основного объекта исследования использовали очищенную Na-КМЦ Наманганского химического завода, полученную методом гетерогенной твердофазной этерификации сульфитной древесной целлюлозы монохлоруксусной кислотой (МХУК) следующего строения:



со степенью замещения (СЗ) 70 и степенью полимеризации (СП) 450, по ГОСТ 5.588-79. При использовании Na-КМЦ повторно очищали от низкомолекулярных солей по методике, приведенной в работе [17].

Na-КМЦ – слабая поликислота, константа диссоциации ее зависит от СЗ. При изменении СЗ от 10 до 80 константа диссоциации изменяется от $5,25 \cdot 10^{-7}$ до $5 \cdot 10^{-5}$. Na-КМЦ представляют собой белый или слегка желтоватый порошкообразный или волокнистый продукт без запаха с насыпной массой 400 – 800 кг/м³, плотностью 1,59 г/см³.

Показатель преломления равен 1,515. Температура размягчения Na-КМЦ 170°C, при более высокой температуре она разлагается. Na-КМЦ растворима в холодной и горячей воде. Образуют высоковязкие водные растворы. В водных растворах является полиэлектролитом. Na-КМЦ разрешена для широкого применения в медицине и фармации [17,18].

В работе использовали мочевины марки чистый для анализа (ч. д. а.), без дополнительной очистки, ГОСТ 6691-77. В работе был использован формалин марки «ФМ» (30-40%-ный раствор

формальдегида в воде содержание метанола 7-12%), концентрацию формальдегида в растворе определяли методом оксимного титрования [14].

Использованы промышленные мочевино-формальдегидные олигомеры марки КФМТ (карбамидно-формальдегидная малотоксичная смола) и КФЖ (карбамидно-формальдегидная жизнеспособная смола) представляющая собой 60-70 % -ный раствор, содержащий продукты конденсации мочевины и формальдегида. Продукт соответствует ГОСТу 14231 – 78.

Реакцию между мочевиной и формальдегидом проводили в интервале pH от 3,3 до 8,8 вводя мочевины и формальдегид при мольном соотношении 1:1,3 – 2, соответственно. Для этого к раствору формальдегида (pH = 3,3) добавляли аммиак (NH₄CH₃, 0,1-0,3 моля по отношению к мочеvine) до значения, равного 6 pH среды, затем добавляли мочевины при температуре 35-400С.

Использовали растворы Na-КМЦ в бидистиллированной воде концентрации от 0,01 до 0,4 осн.моль/л. Реакционные смеси требуемых концентраций готовили смешением растворов реагентов в соответствующей пропорции при комнатной температуре и pH 7,5-7,8. В этих условиях в течении длительного времени не наблюдается поликонденсации мочевины и формальдегида в присутствии Na-КМЦ. В то же время при добавлении низкомолекулярных кислот, например, фосфорной или соляной кислоты при pH от 2 до 3, наблюдается образование ПК и ПКГ.

Плѐнки из поликомплексов получали смешиванием водных растворов компонентов Na-КМЦ и МФО в эквинормальных соотношениях при различных содержаниях компонентов и pH среды. Растворы выливали на подложку из оптического стекла и испаряли при комнатной температуре. Твердые сухие плѐнки промывали бидистиллированной воде до нейтрального значения pH, затем сушили при комнатной температуре.

Структуру полученных продуктов устанавливали, используя методы ИК-спектроскопии и электронной микроскопии. ИК-спектры в интервале 400–4000 см⁻¹ регистрировали на спектрофотометрах «NIKOLET Magna- 560 IR» и «Specord-75IR» (Карл Цейс, ГДР). Образцы для ИК-спектроскопии готовили в виде таблеток с KBr, пленок на пластинке KRS-5 и пленок толщиной 8–12 мкм. Пленки на пластинке KRS-5 получали испарением растворителя (воды) при комнатной температуре (22–24оС).

Исследование реологических свойств концентрированных систем поликомплексных гелей проводили на ротационном вискозиметре «Реотест-2» (Германия) в системе коаксиальных цилиндров в интервале напряжений 2-380 Па и скоростей сдвига от 1,5 до 13*10 см⁻¹ при различных температурах. По результатам реологических исследований определялся «вязкостный объем» V* . V* рассчитывали по формуле [23]:

$$V^* = \{2K[E_k/R - (1g\eta - 1gA_\tau)T]\}/\tau$$

где K-константа Больцмана, R-универсальная газовая постоянная, τ -напряжения сдвига, T- абсолютная температура, A_τ- предэкспоненциальный множитель, E_k - кажущаяся энергия активации определяемая из тангенса угла наклона зависимости lgη =f(T). Величиной A_τ пренебрегают из-за очень маленького значения.

Результаты и их обсуждение. Анализ ИК-спектров Na-КМЦ и МФО показывает, что компоненты поликомплексов являются полифункциональными, присутствие в их макромолекулах -NH⁺ (1290 см⁻¹), -NH₂ (1590 см⁻¹) (МФО); -COO (1410, 1600 см⁻¹), -COOH (Na-КМЦ) групп придаёт этим полимерам характерные свойства полиэлектролитов [24,25]. При смешении водных растворов Na-КМЦ и МФО образуются поликомплексы, а в более концентрированных растворах (0,4 осн.моль/л) образуются ПКГ стабилизированные ионными связями между карбоксилатанионами Na-КМЦ и аминогруппами МФО, о чем свидетельствует смещение полос поглощения 1600 см⁻¹ и 1410см⁻¹ на 10-20 см⁻¹ [14].

Наблюдаемые изменения надмолекулярной структуры пленок на основе полученных ПК (с 9%-ным содержанием влаги) по мере увеличения в них содержания МФО можно особенно наглядно проследить методом электронной микроскопии [2]. Фибриллярная структура Na-КМЦ с введением МФО претерпевает изменения, сопровождающиеся образованием протяженных клубкообразных пористых структур, соответствующих продукту взаимодействия из нескольких десятков макромолекул. Размер клубкообразных сферических частиц колеблется в пределах от 200 А° до 400 А°. Дальнейшее увеличение содержания МФО в ПК приводит к формированию гетерогенной структуры, свидетельствующей об образовании двух фаз – поликомплекса и МФО [2].

Для описания течения ПКГ, изучения их реологических свойств использовались характеристики, получаемые в условиях сдвигового течения: определение функциональной зависимости lgη=f(lgτ), где η-динамическая вязкость системы, τ -напряжение сдвига [26]. Графически указанная функция выражается кривой течения при температурах (298-343 К) и напряжениях сдвига до 380 Па. Изучены кривые течения водных растворов Na-КМЦ и ее ПКГ с МФО с соотношением компонентов (4:1) и (1:1).

Для исследования структурно-механических свойств растворов Na-КМЦ и систем ПКГ с помощью ротационного вискозиметра (сначала при увеличении, затем при уменьшении скорости вращения) были получены реограммы, приведенные на рис.1 и 2.

Как видно, растворы Na-КМЦ проявляют тиксотропные свойства - явно выраженный характер неньютоновского вязкого течения. С позиций современных представлений о растворах производных целлюлозы в различных

растворителях тиксотропные свойства растворов этих веществ обусловлены особенностью получения и спецификой структуры исходной целлюлозы, на основе которой они приготовлены [27].

Необходимо отметить, что такой тиксотропный эффект в этих условиях для исследуемых систем является функцией времени, поэтому для получения сравнимых результатов все условия опыта были стандартизованы [17].

Как видно из рисунков (рис.1 и 2) на реограммах проявляется четкий «гистерезисный эффект», что также свидетельствует о тиксотропии раствора Na-КМЦ. Концентрированные растворы исследуемой Na-КМЦ, как и растворы многих других высокополимерных соединений, являются неньютоновскими жидкостями. Процесс комплексообразования макромолекул Na-КМЦ с МФО приводит к существенным изменениям структуры полимерной матрицы производных целлюлозы, что приводит соответственно, к изменению реологических свойств системы водных растворов ПКГ вязкостные параметры и величины критических напряжений сдвига существенно уменьшаются. Причем для систем ПКГ Na-КМЦ с МФО с соотношением компонентов 1:1 эти параметры уменьшаются в большей степени, чем для систем с соотношением 4:1. Эти системы ведут себя в большей степени как обычные псевдопластики. Исследуемые полимерные комплексы получены путем смешения готовых взаимодействующих компонентов в общем растворителе (воде). В результате образуются так называемые комплексы смешения. При смешении Na-КМЦ (жесткоцепного высокоориентированного полимера) с олигомером

(значительно более низкомолекулярным компонентом комплекса) образуются высокоориентированные полимерные комплексы, в которых высокомолекулярная матрица «контролирует» организацию полимерных ассоциирующих систем и их комплиментарность. Важной чертой систем «матрица-олигомер» является способность к самоорганизации [27], которая выражается в нестатистическом распределении цепочек олигомера между матрицами, стремлении коротких цепей по возможности более плотно упаковаться вдоль длинной макромолекулы матрицы. Это ведет к тому, что в предельном случае часть матриц будет полностью занята. Такой эффект, по всей видимости, определяет различие в реологическом поведении систем ПКГ с соотношением компонентов (1:1) и (4:1). Так для систем состава (4:1) избыток содержания Na-КМЦ приводит к частичному, очень малому сохранению тиксотропного эффекта и к некоторому повышению вязкостных свойств по сравнению с системами (1:1). Как показывают результаты, ПКГ обнаруживают новые свойства, отличные от свойств составляющих компонентов (рис. 3 и 4). Так для ПКГ, исследованных в настоящей работе, тиксотропные свойства практически вырождаются при одновременном заметном снижении вязкостных характеристик (рис.3,4). Температурная зависимость вязкости для систем Na-КМЦ и ПКГ для исследованных соотношений компонентов в диапазоне температур (298-343 К) описывается уравнением Аррениуса-Френкеля [25,26] : $\eta = A \cdot e^{\frac{\Delta E_k}{R}}$, где ΔE_k - кажущаяся энергия активации вязкого течения; R- универсальная газовая постоянная (рис.5).

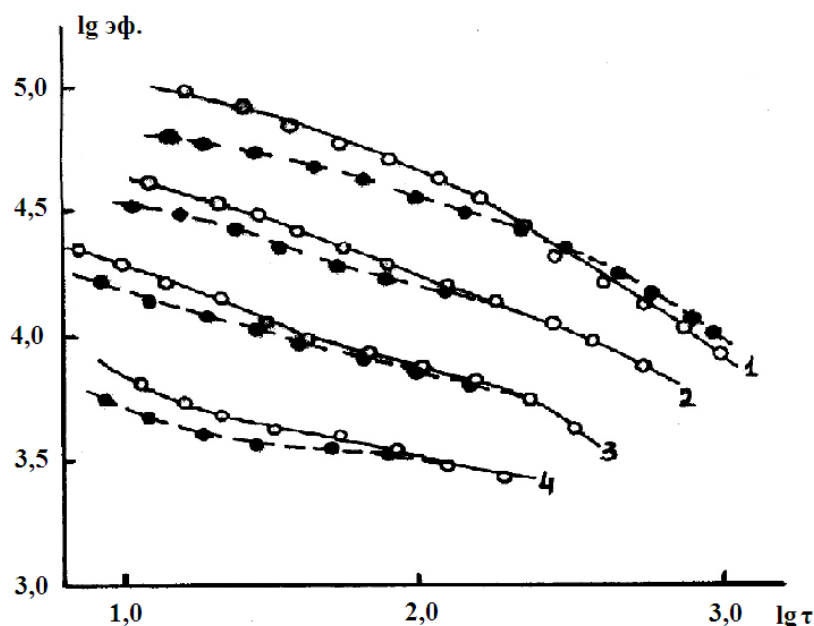


Рис. 1. Кривые течения водных растворов Na-КМЦ при различной температуре $T(K)$: 1 - 298, 2 - 313, 3 - 328, 4 - 343.

(Штриховые линии - гистерезисные отклонения вязкости, то же для рис.3,4,5).

$\eta_{эф}$ - вязкость (Па·с), τ - напряжение сдвига (Па).

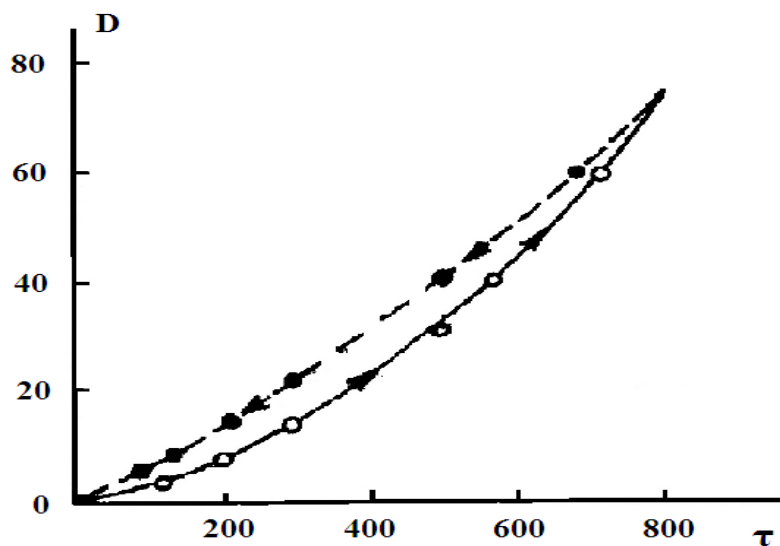


Рис.2 Реограмма концентрированного раствора Na-КМЦ.
D - скорость сдвига (s^{-1}), τ - напряжение сдвига (Па).

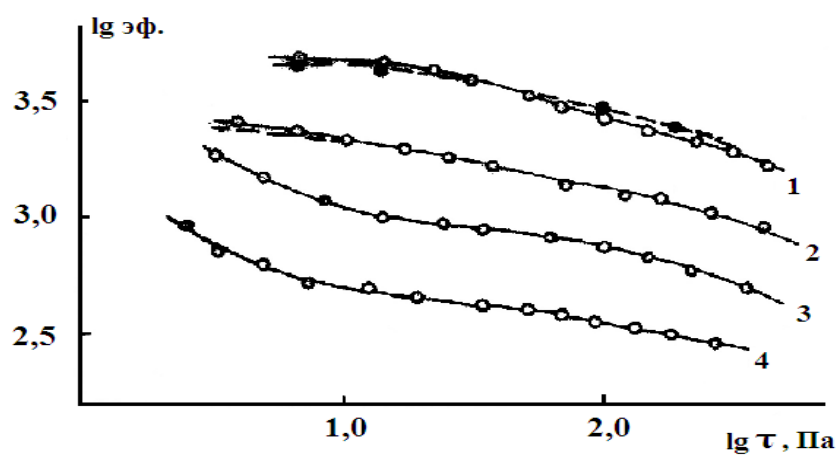


Рис.3. Кривые течения концентрированных систем ПКГ Na-КМЦ с МФО (1:1) при различной температуре $T(K)$: 1 - 298, 2 - 313, 3 - 328, 4 - 343.

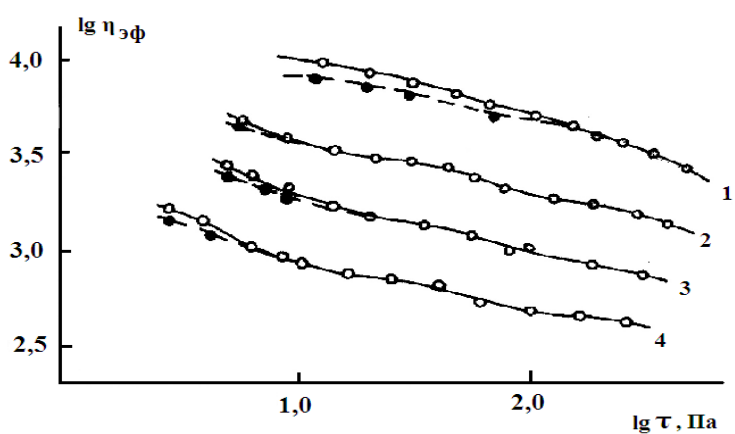


Рис.4. Кривые течения концентрированных систем ПКГ Na-КМЦ с МФО (4:1) при различной температуре $T(K)$: 1 - 298, 2 - 313, 3 - 328, 4 - 343.

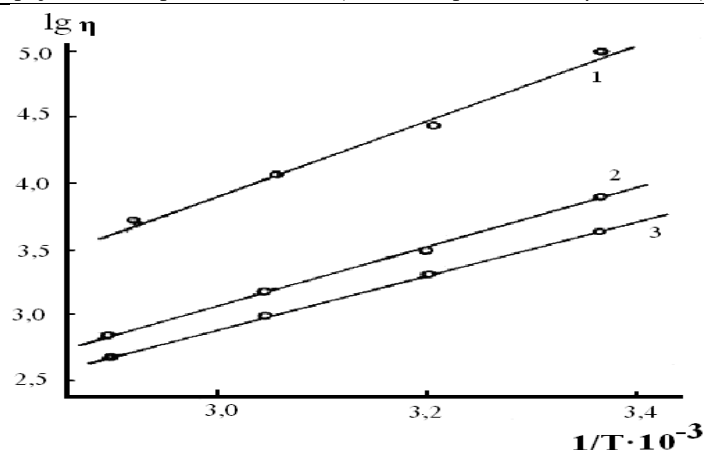


Рис.5. Зависимость $\lg \eta$ от $1/T$ концентрированных растворов Na- КМЦ (1) и поликомплексных гелей Na-КМЦ –МФО с соотношением компонентов 4:1 (2) и 1:1 (3).

Исследования показали, что растворы Na-КМЦ более структурированы, имеют более высокие вязкостные характеристики, величины критических напряжений сдвига, величины энергии активации вязкого течения $\Delta E_k = 55,7$ кДж/моль. Значение величин ΔE_k для ПКГ, являющейся мерой интенсивности межмолекулярного взаимодействия макромолекул в растворах, иначе говоря, косвенной характеристикой прочности структуры в растворах, составляет для ПКГ Na-КМЦ с МФО с соотношением компонентов 1:1 $\Delta E_k = 43,13$ кДж/моль, а для комплекса 4:1 $\Delta E_k = 45,96$ кДж/моль. Комплексообразование Na-КМЦ, содержащего функциональные группы – карбоксилатанионы, гидроксильные и другие, с МФО приводит к созданию полимерных ассоциирующих систем, в которых интенсивность межмолекулярного взаимодействия существенно ниже, чем в растворах Na-КМЦ, вследствие чего прочность структур заметно снижается, а также уменьшаются вязкостные характеристики. Структура поликомплекса, непосредственно связанная с химической природой полимерных компонентов, определяет вырождение тиксотропных свойств у ПКГ вследствие поверхностного экранирования макромолекул и молекулярных ассоциатов Na-КМЦ олигомерными организованными упаковками и последовательностями на полимерных матрицах.

Взаимодействие химически и структурно-комплементарных макромолекул носит кооперативный характер. При этом образуется линейная (одномерная) последовательность однотипных межцепных связей, характерная для кооперативных систем простейшего типа. По-видимому, возможно образование общей кооперативной системы одновременно двух или более типов связей, например ионных и водородных [28]. Большие напряжения сдвига приводят к коренным изменениям в исходной

структуре ПКГ. Каждому напряжению отвечает определенная начальная структура материала, и элементарный акт течения состоит в перескоке сегментов цепи из нового исходного состояния в активированное. Как видно из кривых течения (рис.1,3-4), высокие напряжения приводят к существенному снижению вязкостных свойств, и соответственно, изменению структуры поликомплексных систем.

По результатам реологических исследований были оценены структурные параметры - величины «вязкостных объемов» V^* [23] для водных систем ПКГ Na-КМЦ с МФО и для растворов Na-КМЦ (табл 2). Величины V^* , являющиеся мерой оценки размеров и подвижности структурных элементов, а также поперечные размеры структурных элементов (d) для растворов Na-КМЦ имеют несколько меньшие значения, чем для растворов комплексных систем. Такое увеличение размеров ассоциатов подтверждает факт комплексообразования анионного производного целлюлозы с поликатионными МФО. Как показывают результаты (табл.2), с увеличением температуры происходит увеличение V^* для растворов Na-КМЦ и ПКГ, что объясняется разворачиванием макромолекул и облегчением межмолекулярных взаимодействий, в результате которых размеры ассоциатов ПКГ возрастают. При возрастании напряжений сдвига происходит постепенное разрушение структурных ассоциатов надмолекулярного порядка и, соответственно, ассоциатов ПКГ. При малых напряжениях сдвига (до 10 Па) размеры структурных ассоциатов ПКГ превосходят размеры структурных ассоциатов Na-КМЦ, при больших напряжениях сдвига (до 158,8 Па) величины разрушенных ассоциатов Na-КМЦ несколько превосходят по размерам разрушенные ассоциаты ПКГ. Из этого можно предположить, что под действием высоких сдвиговых напряжений разрушаются не только макромолекулярные ассоциаты ПКГ, но и сами поликомплексы.

Изменение V^* от температуры и напряжение сдвига (τ) для растворов Na-КМЦ и ПКГ

τ , Па	T, К	Na-КМЦ		ПКГ(1:1)		ПКГ(4:1)	
		$V^* \cdot 10^{23} \text{ м}^3$	$d \cdot 10^9$	$V^* \cdot 10^{23} \text{ м}^3$	$d \cdot 10^9$	$V^* \cdot 10^{23} \text{ м}^3$	$d \cdot 10^9$
10	298	927.2	210	1271	233.4	1340.6	237.5
	313	971.1	213	1328	237.0	1418.9	242
	328	1013.0	216.4	1399	240.9	1474.3	245
	343	1066.6	220.1	1464	245.0	1548.1	249
158.5	298	98.3	99.4	84.1	94.4	89.1	96.3
	313	102.4	100.8	87.4	95.6	93.4	97.8
	328	106.2	102.0	90.9	96.9	96.6	99.2
	343	110.5	103.4	95.2	98.4	98.5	99.5

Таким образом, комплексообразование производного целлюлозы - Na-КМЦ с синтетическими олигомерами позволяет регулировать структуру полимерных ассоциатов и их свойства. Это открывает новые пути получения комплексов Na-КМЦ с заданным строением, и сам процесс формирования комплекса можно рассматривать, как способ модификации традиционного полимера и регулирования его молекулярных размеров, что открывает новые пути рационального использования Na-КМЦ. Изучение молекулярных комплексов производного природного полимера позволяет установить роль межмолекулярных взаимодействий в возникновении особых свойств и структуры комплексов и связанных с ними физико-химических явлений.

ВЫВОДЫ

1. Впервые исследуются ПК и ПКГ на основе Na-КМЦ - МФО. Методом ИК-спектроскопии исследована природа формирования поликомплексов. Показана возможность регулирования строения надмолекулярных образований ПК и ПКГ на основе Na-КМЦ и МФО путем варьирования соотношения компонентов, когда в результате самоорганизации макромолекул в процессе формирования ПК образуются наноструктуры с регулируемыми наноразмерами.

2. Изучены реологические свойства водных систем ПКГ в условиях высоких напряжений сдвига. Формирование ПК Na-КМЦ с МФО приводит к существенному изменению реологических свойств водных систем Na-КМЦ: вырождению тиксотропного эффекта, снижению структурных прочностных свойств, изменению размеров структурных элементов.

Список литературы:

1. Кеменова В.А., Мустафин Р.И., Алексеев К.В., Скородинская А.М., Зезин А.Б., Тенецова А.И., Кабанов В.А. Журнал: Фармация. 1990. 3. 80.

2. Inagamov S.Ya., Mukhamedov G.I. Journal of Applied Polymer Science. 2011. 3.1749.

3. Сулейманов И.Э., Будтова Т.В., Исаков Р.М., Батирбекова Е.О., Жубанов Б.А., Бектуров Е.А. «Полимерные гидрогели в фармацевтике» Алматы-Санкт-Петербург. 2004. 210 с.

4. Мустафин, Р.И.; Бобылёва, О.Л.; Бобылёва, В.Л.; Ван ден Моотер Г.; Кеменова, В.А. Хим. Фарм. Журнал. 2010. т.44. 6. 33.

5. Мустафин, Р.И.; Кабанова, Т.В. Хим. Фарм. Журнал. 2004. т.38. 11. 39.

6. Мустафин, Р.И.; Кабанова, Т.В.; Жданова, Е.Р.; Буховец, А.В.; Гарипова, В.Р.; Насибуллин, Ш.Ф.; Кеменова, В.А. Хим. фарм. журнал. 2010. т.44. 3. 38.

7. Мустафин, Р.И.; Кабанова, Т.В.; Жданова, Е.Р.; Буховец, А.В.; Гарипова, В.Р.; Насибуллин, Ш.Ф.; Кеменова, В.А. Хим. Фарм. Журнал. 2010. т.44. 5. 39.

8. Бектуров, Е.А.; Бимендина, Л.А.; Мамытбеков, Г.К. Комплексы водорастворимых полимеров и гидрогелей. Алма-Ата, 2002.

9. Nordmeier, E; Beyer, P. J Polymer.Sci. B. 1999.v.37. 4. P.335.

10. Бакеев К.Н.; Измудов В.А.; Зезин А.Б.; Кабанов В.А. Журнал Высокомолекулярные соединения. 1993. т.А35. 7. С.844.

11. Кабанов, В.А.; Жирякова, М.В.; Каргов, С.И.; Зезин, А. Б.; Измудов, В.А. Журнал: Докл. РАН. 1993. т.332. 6. 722.

12. Измудов В.А.; Сан Хюн Лим. Журнал Высокомолекулярные соединения. 1998. т.А40. 3. С.459.

13. Мухамедов, Г.И.; Хафизов, М.М.; Инагамов, С.Я. Интерполимерные комплексы, физико-химические, механические свойства и их применение. Ташкент. 2007. 172 с.

14. Инагамов, С.Я. Журнал: Фармацевтический вестник Узбекистана, 2006, 1, 30.

15. Авторское свидетельство. 1611918 (SU) 1990. СССР

16. Хафизов, М.М.; Мухамедов, Г.И.; Мирзиёев, Ш.М. Журнал Пластические массы. 2001. 3. 33.
17. Инагамов, С.Я.; Мухамеджанова, М.Ю.; Мухаммедов, Г.И. Журнал прикладной химии. 2009. Т.81. вып.2. 2. 320.
18. Сарымсаков А.А. Среднее- и низкозамещенная карбоксиметилцеллюлоза – получение, свойства и применение. Ташкент. 2005 г.
19. Инагамов С.Я., Мухамедов Г.И. Журнал композиционные метериалы. Ташкент. 2011. 2. С. 39.
20. Жубанов Б.А., Батырбеков Е.О., Исаков Р.М. Полимерные материалы с лечебным действием. Алматы: «Комплекс». 2000. 220 с.
21. Бектуров Е.А., Сулейменов И.Э. Полимерные гидрогели. Алматы: «Гылым». 2003. 240с.
22. Инагамов, С.Я. Журнал: Химия и химическая технология. 2005. 2. 56.
23. Петропавловский, Г.А. Гидрофильные частично замещенные эфиры целлюлозы и их модификация путем химического сшивания. Ленинград, 1988.
24. Тураев А.С., Шамуратов Ш.А., Мухамеджанова М.Ю., Хайтметова С.Б., Ходжакова Д.А. Журнал «Химия растительного сырья. (Россия). 2008. 4. С.35.
25. Мухамеджанова М.Ю., Ширшова Н.Ю. Рашидова С.Ш. Материалы международной конференции «Текстиль-2002». Ташкент. 2002. С.126.
26. Мухамеджанова М.Ю., Ширшова Н.Ю., Файзиева Р., Сайпиев Т., Сарымсаков А.А., Рашидова С.Ш. Материалы Международной конференции, Ташкент, «Текстиль-2002». С.126.
27. Инагамов С.Я., Мухамеджанова М.Ю., Мухамедов Г.И. «Химия растительного сырья». 2011.1. С. 61.
28. Инагамов, С.Я. Исследование некоторых свойств поликомплексной основы, полученной с помощью карбоксиметилцеллюлозы с мочевиноформальдегидными олигомерами. Труды Международной научной конференции. Алматы. 2004. С.411.

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

Сармасов С.Н.¹

кандидат физико-математических наук, преподаватель;

Рагимов Р.Ш.²

кандидат физико-математических наук, преподаватель, доцент;

Абдуллаев Т.Ш.³

кандидат физико-математических наук;

кафедра общей физики и методики преподавания физики,

Бакинский Государственный Университет,

г Баку, Азербайджанская Республика

ВЛИЯНИЕ АДСОРБЦИИ КИСЛОРОДА НА ПРОВОДИМОСТЬ ПЛЕНОК РВТЕ.

Sarmasov S.N.¹

candidate of physical and mathematical sciences, Lecturer;

Rahimov R.Sh.²

candidate of physics and mathematics, Lecturer, docent;

Abdullayev T.Sh.³

candidate of physical and mathematical,

General physics and teaching methods of physics department,

Baku State University,

Baku, Republic of Azerbaijan

THE EFFECT OF OXYGEN ADSORPTION ON THE CONDUCTIVITY OF PBTE FILMS.

Аннотация. Исследовано влияние адсорбции кислорода на проводимость пленок PbTe. Получены р-п переходы на основе пленок PbTe фоточувствительные в ИК области спектра с максимумом фоточувствительности λ_{max} мкм. Показан туннельный механизм протекания тока через р-п переход.

Abstract. The effect of oxygen adsorption on the conductivity of PbTe films is studied. Pn junctions based on PbTe films are photosensitive in the IR spectral region with a maximum photosensitivity of λ_{max} microns. The tunneling mechanism of current flow through the pn junction is shown.

С практической точки зрения наибольший интерес представляет нерешенная до настоящего времени задача математического описания влияния давления кислорода на проводимость слоев в случае обеднения слоя носителями на всю толщину, поскольку максимальная газочувствительность поликристаллических слоев наблюдается при условии полного обеднения зерен, когда длина экранирования LD превышает средний размер кристаллита LC в образце [1]. В этом случае теоретический анализ ситуации существенно упрощается, так как процессы переноса носителей заряда в сильно обедненном слое допустимо анализировать в приближении плоских зон, пренебрегая как неоднородностью распределения носителей по объему зерна, так и скачками подвижности на границах зерен [2]. Цель данной работы — изучение влияния адсорбции кислорода на проводимость поликристаллических пленок оксида олова п-типа, средний размер зерна которых меньше величины LD, а также получение выражения, описывающего зависимость концентрации основных носителей заряда в зерне от давления кислорода.

Детальное понимание взаимодиффузии или взаимодействия металлических пленок требуется во многих областях тонкопленочной технологии. Со времени появления обзора Уивера [3, 4] в 1971

году значительно увеличилось число работ по взаимодиффузии тонких пленок. Это примечательно в первую очередь большим массопереносом при низких температурах, обусловленным не только малыми расстояниями диффузии, но и высокой дефектностью тонких пленок [3].

Особенно интересна связь между структурой поверхности чистого кристалла и природой и энергией образования поверхностных комплексов адсорбент-адсорбат. Грин и Ли [5] изучали кинетику адсорбции кислорода на поверхности (100) кристалла PbTe. Кристалл имеет структуру каменной соли, поверхность (100) состоит из распределенных в шахматном порядке атомов теллура и свинца. Было показано, что мономолекулярная адсорбция протекает до заполнения 0,7, после чего начинается рост окисной пленки, покрытие поверхности определяется как число адсорбированных атомов кислорода, отнесенное к числу атомов поверхности.

Установлено, что из атмосферных газов основную роль в химических процессах на поверхности халькогенидов свинца играет кислород, адсорбция которого приводит к появлению легированного поверхностного слоя.

Нами выращивались пленки PbTe толщиной ~50 нм на слюдяных подложках (рис.1) со скоростью 0,05-0,25 нм/с. При скорости роста более 0,1 нм/с пленки имели концентрацию носителей близкую к собственной ($n \sim 10^{16} \text{ см}^{-3}$).

Уменьшение скорости роста до величины ниже 0,1 нм/с приводит к получению пленок n-типа проводимости. Регулируя скорость роста, можно получать пленки с концентрацией электронов от 10^{16} до $3 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$. Исследование проводилось в диапазонах давлений: от $7,5 \cdot 10^{-9}$ до $7,5 \cdot 10^{-7}$ мм рт.ст. и от $7,5 \cdot 10^{-3}$ мм рт.ст. до атмосферного.

В начале в систему напускается кислород, а во втором случае туда поступал воздух. Эксперименты показали, что уже при давлении $7,5 \cdot 10^{-9}$ мм рт.ст. происходит некоторое уменьшение концентрации электронов, которая при давлении около $7,5 \cdot 10^{-7}$ мм рт.ст. становится значительной. А при больших давлениях концентрация электронов уменьшается характерно диффузионному процессу [6].

Изготовление активных элементов электронных схем в едином технологическом акте является одной из основных задач микроэлектроники. В нашей работе предпринята попытка получения p-n переходов в эпитаксиальных пленках теллурида свинца при выращивании их методом конденсации молекулярного потока в вакууме $\sim 10^{-6}$ мм рт.ст. без нарушения процесса роста и принудительного введения легирующих примесей.

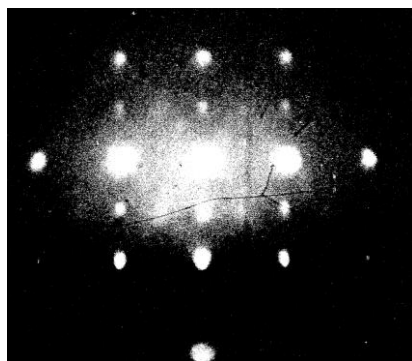


Рис. 1. Электронограмма от пленки PbTe на слюде $v_k = 0,2 \text{ нм/с}$; $T_p = 1800^\circ\text{C}$; $d = 50 \text{ нм}$.

Площадь p-n переходов составляла величину $\sim (1-3) \cdot 10^{-3} \text{ см}^2$, дифференциальное сопротивление при нулевом смещении $R_0 = 10^5 \text{ Ом}$.

Все p-n переходы были фоточувствительны в ИК области спектра. Типичная спектральная характеристика их представлена на рис.3. Максимум фоточувствительности приходится на длину волны λ_{max} мкм с пологим спадом до $\lambda \sim 6 \text{ мкм}$.

Испарение проводили из графитовой кнудсеновской ячейки, в качестве источника использовали измельченный кристалл теллурида свинца p-типа, подложками служили сколы слюды. Температура источника менялась от 900 до 1000 К, температура подложки была постоянной $T_p = 598 \text{ К}$. Скорость конденсации v_k задавалась температурой источника. Выращивание проводилось через подвижную маску-заслонку с прорезями, что обеспечивало получение пленки в виде пересекающихся систем полосок шириной $\sim (3-5) \cdot 10^{-2} \text{ см}$. После осаждения одной системы полосок при температуре испарителя T_1 , заслонка перекрывалась и в течение 1-2 мин. устанавливалось новое значение температуры T_2 , а затем осаждалась другая система полосок при той же температуре подложки.

ВАХ измерялись при $T = 77 \text{ К}$ на двухкоординатном самописце и на осциллографе. В качестве омических контактов к p-слою использовался сплав In-Au (рис.2).

Выращенные пленки ориентированы гранью (111) параллельно подложке. При $v_k = 0,035 \text{ нм/с}$ пленки имеют дырочную проводимость с концентрацией носителей заряда $p = 5 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$ и подвижностью $\mu_p = 400 \text{ см}^2/\text{Вс}$. Увеличение v_k до 0,12 нм/с и более приводит к росту пленок с электронной проводимостью с концентрацией носителей $n = 10^{16} \text{ см}^{-3}$ и подвижности $\mu_n = 10^3 \text{ см}^2/\text{Вс}$. (при 300 К).

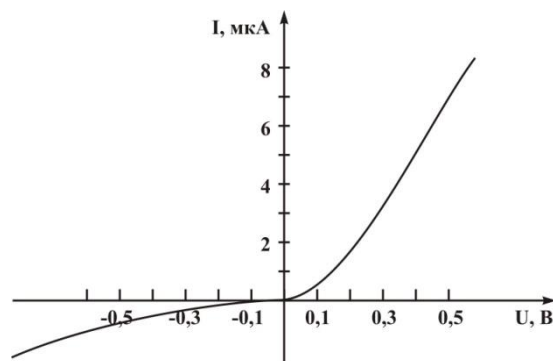


Рис.2. Вольтамперная характеристика p-n перехода на основе пленок PbTe легированных кислородом во время роста.

Изучение прямых ветвей ВАХ в интервале температур 77-120 К показало, что ток, протекающий через p-n переход, состоит из двух частей: при малых смещениях зависимость тока от U экспоненциально с показателем $\beta = 2$, при больших смещениях наклон ВАХ с температурой не меняется. Это, очевидно, связано с туннельным механизмом протекания тока через p-n переход (рис.4).

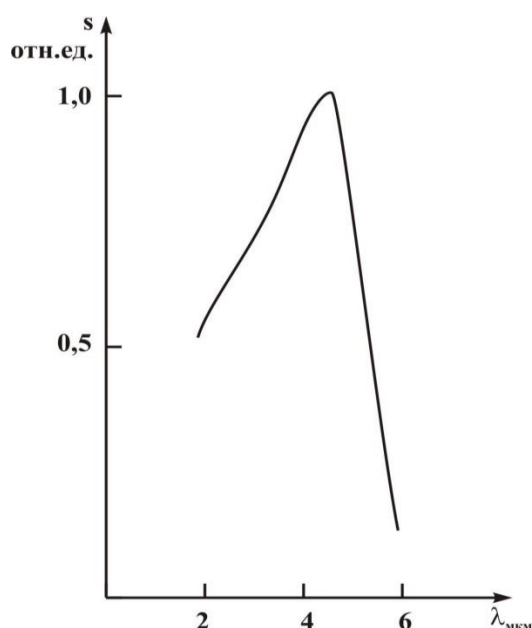


Рис.3. Спектральная fotocувствительность р – n перехода на основе тонких пленок PbTe.

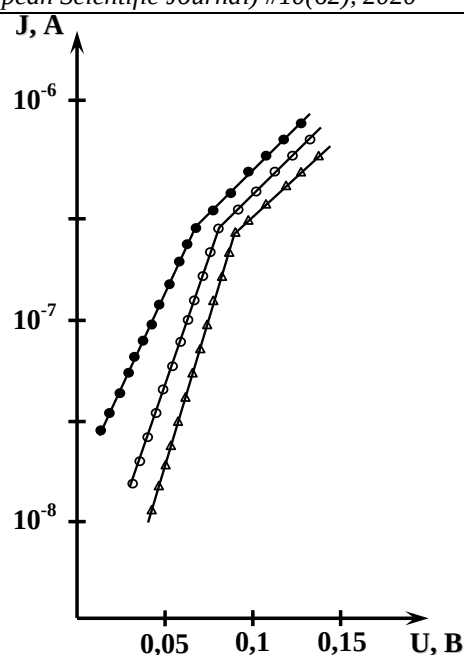


Рис.4. Прямые ветви ВАХ от р-п структур на основе пленок PbTe легированной кислородом во время роста 77 K, 100 K, 120 K

ЛИТЕРАТУРА

1. N. Yamazoe, N. Miura. Chemical Sensor Technology, ed. by S. Yamauchi (Amsterdam, Elsevier, 1992) v. 4, p. 4.
2. V. Demarne, R. Sanjines. Gas Sensors: Principles, Operation and Developments, ed. by G. Sberveglieri (Dordrecht, Kluwer, 1992) ch. 3, p. 89.
3. Weaver C. Physics of Thin Films, Vol.b., eds. M.H. Francombe, R.W. Hoffman, Academic Press, New York, 1977
4. А.А. Добровольский, Т.А. Комиссарова, Влияние окисления на проводимость

нанокристаллических пленок PbTe(In) в переменном электрическом поле. Физика и техника полупроводников, 2009, том 43, вып. 2

5. Green M., Lee M.J., Chem Solids, 27, 797 (1966)

6. Романенко В.Н., Сергеева Я.В. Физика кристаллизации. Изучение некоторых характеристик р-п переходов в PbTe и PbS с целью оптимизации технологии выращивания соответствующих пленок. Сборник научных трудов Твер. Гос. Университет. 2002, с.95-96

УДК 531.612

Богданов В.И.

Публичное акционерное общество
«Объединённая двигателестроительная корпорация-Сатурн»
Пр. Ленина, 163, Рыбинск, 152903, Россия

ОБ УРАВНЕНИИ КОЛИЧЕСТВА ДВИЖЕНИЯ ДЛЯ АБСОЛЮТНО НЕУПРУГОГО УДАРА ТВЁРДЫХ ТЕЛ

Аннотация. Для оценки влияния присоединения массы при абсолютно неупругом ударе твёрдых тел на их характеристики выполнен сравнительный анализ уравнений количества движения для взаимодействующих масс газа и тел. Теоретическим исследованием показана необходимость учёта в уравнении количества движения взаимодействующих деформируемых тел эффекта присоединения масс и потерь на удар, также как и для масс газов. Получены теоретические соотношения для определения потери на удар. С позиции ньютоновой механики показана возможность возникновения движущей силы без выброса реактивной массы, за счёт разности КПД (потерь) в процессах отделения и присоединения колеблющейся одной и той же массы, например в «инерцоидах». Полученные теоретические положения подтверждаются результатами многочисленных исследований.

Ключевые слова: уравнение количества движения, уравнение энергии, потери на удар, инерцоид, присоединённая масса, колебательный процесс.

В последние десятилетия многочисленными экспериментальными исследованиями подтверждена возможность создания тяги у двигателей без выброса массы, что является актуальным, особенно для космической техники [1]. Проблемой здесь, прежде всего, является объяснение этого явления или эффекта без нарушения законов сохранения. Понимание физики процесса возникновения тяги без выброса массы позволит качественно поднять его эффективность. В существующих публикациях признаётся это явление, и делаются попытки объяснить его [1]. Однако учитывая, что научный мир находится в начале пути познания данного явления, целесообразно внимательно рассматривать и другие версии, даже на уровне гипотез, которые могли бы и дополнять друг друга. В статье рассмотрено объяснение этого явления с позиции ньютоновой механики. Показана необходимость учёта в уравнении количества движения взаимодействующих деформируемых тел и масс газов потери силы на удар (аналог сил трения). Тогда при разных потерях в процессах отделения и присоединения колеблющейся одной и той же массы (без выброса массы) возможно создание неуровновешенной движущей силы.

В прикладной газовой динамике [2] для струи газа с учётом силы трения для сечений 1 – 2 с постоянной площадью F и без совершения работы, в интегральной форме уравнение количества движения запишется так:

$$p_2 - p_1 + \rho_1 w_1(w_2 - w_1) = -P_{тр}/F, \text{ где} \quad (1)$$

p – давление; ρ – плотность; $P_{тр}$ – сила трения; w – скорость газа.

В соотношении для определения тяги сопла [3], полученным общепринятым для ВРД методом из уравнения количества движения, вводится коэффициент скорости, учитывающий внутренние потери, вследствие трения, скачков уплотнения.

Для эжекторного усилителя тяги [2], в котором взаимодействуют активная (эжектирующая) и эжектируемая струи, в соотношении, определяющим коэффициент увеличения тяги введено КПД, учитывающий потери на удар взаимодействующих масс.

$$P/P_0 = \sqrt[n]{(n+1)\eta}, \quad (2)$$

где: P/P_0 – отношение тяг с эжекторным усилителем тяги и без него (коэффициент увеличения тяги);

$n = G_2/G_1$ – отношение расходов эжектируемого воздуха и эжектирующего газа (коэффициент эжекции), определяет присоединение массы газа, повышающее тягу;

η – КПД эжекторного усилителя тяги.

Соотношение (2) путём несложных математических преобразований получено из уравнения энергии:

$$(G_1 + G_2)w_3^2 / G_1w_1^2 = \eta,$$

где: w_1 – скорость истечения газа из сопла;

w_3 – скорость истечения смеси из эжектора.

При этом воздух эжектируется из атмосферы, $w_2 = 0$.

Увеличение тяги за счёт присоединения массы поясним на следующем примере.

Присоединение внешней массы (воздуха из атмосферы) для увеличения тяги реализуется, например в ТРДД и обусловлено следующими основными теоретическими предпосылками в упрощенной форме.

Исходная кинетическая энергия струи газа газогенератора ТРДД пропорциональна квадрату скорости c^2 :

$$W = Gc^2/2,$$

где: G – расход газа;

c – скорость истечения газовой струи.

А тяга газогенератора пропорциональна скорости c

$$P = Gc$$

Рассмотрим изменение P при $W = \text{const}$ за счёт присоединения массы воздуха во

втором контуре ТРДД (при допущении КПД процесса равным 1.0). Присоединение массы здесь определяется степенью двухконтурности. Благодаря зависимости W от c^2 , увеличение G , например в 4 раза, при $W = \text{const}$ ($Gc^2 = \text{const}$) вызовет снижение c только в 2 раза. Т.е. тяга в итоге увеличится в 2 раза без увеличения энергии.

$$4Gc/2 = 2P$$

В работах [2,3], представленные соотношения с учётом КПД процессов взаимодействия масс газа при течении подтверждены многочисленными экспериментами и широко используются в практике.

В общей физике [4] закон сохранения количества движения для двух взаимодействующих твёрдых тел (примем, что тело m_2 до удара покоится, а после удара тела движутся вместе, а тело m_2 становится присоединённой массой) при абсолютно неупругом ударе выглядит следующим образом:

$$w_1 m_1 = w_2 (m_1 + m_2) \text{ или } w_2 (m_1 + m_2) / w_1 m_1 = 1 \quad (3)$$

При неупругом ударе часть кинетической энергии переходит в тепло, т.е. кинетическая энергия уменьшается. Таким образом, здесь, как и в эжекторном усилителе тяги [4] это отношение кинетических энергий можно принять за КПД неупругого удара

$$w_2^2 (m_1 + m_2) / w_1^2 m_1 = \eta \quad (4)$$

Преобразуем это соотношение для энергий в соотношение для количеств движений. Извлечём квадратный корень из левой и правой частей уравнения:

$$w_2 \sqrt{(m_1 + m_2)} / w_1 \sqrt{m_1} = \sqrt{\eta}$$

и умножим на

$$\sqrt{(m_1 + m_2) / m_1}.$$

Получим отношение количества движений

$$w_2(m_1 + m_2) / w_1 m_1 = \sqrt{(m_1 + m_2) \eta} / m_1 \quad (5)$$

неравным 1, что противоречит уравнению (3). Данное отношение определяется соотношением масс и КПД, соответствует (2), которое получено таким же образом. Как частный случай (тождество), при определённых значениях m_1 , m_2 и η оно может быть равно 1.

Сторонники достоверности уравнения (3) доказывают это следующим образом:

из него же определяют

$$w_2^2 = m_1^2 w_1^2 / (m_1 + m_2)^2$$

и формируют уравнение энергии в виде

$$w_2^2(m_1 + m_2)/2 = ((m_1^2 w_1^2 / (m_1 + m_2)^2) (m_1 + m_2))/2 = (m_1 / (m_1 + m_2)) m_1 w_1^2 / 2, \text{ где}$$

$$m_1 / (m_1 + m_2) = \eta \quad (6)$$

При подстановке данного выражения в уравнение (5) оно конечно становится равным 1, но это, как показано выше, является частным случаем.

Анализ выражения (6) показывает, что КПД процесса смещения определяется только соотношением масс. Т. е. не учитываются вязкость, упругость тел, которые определяют тепловыделение – потери механической энергии. А вывод данного выражения при заранее заданном отсутствии потерь на удар представляется некорректным.

Выведем соотношение для определения величины потерь на удар, как потери силы на удар $P_{пу}$ (по аналогии с силой трения) для эжекторного усилителя тяги и для абсолютно неупругого взаимодействия твёрдых тел:

идеальная тяга с эжекторным усилителем ($\eta = 1, 0$)

$$P_{ид} = P_0 \sqrt{n + 1},$$

тогда

$$P_{пу} = P_{ид} - P = P_0 (\sqrt{n + 1} - \sqrt{(n + 1)\eta}). \quad (7)$$

После преобразований получим:

$$P_{пу} = P_0 (\sqrt{(n + 1)} (1 - \sqrt{\eta})),$$

Для абсолютно неупругого взаимодействия твёрдых тел из соотношения (5): $w_2(m_1 + m_2) / w_1 m_1 = \sqrt{(m_1 + m_2) \eta} / m_1$ путём преобразований, аналогичных для получения соотношения (7), получим уравнение для определения потери силы на удар:

$$P_{пу} = w_1 m_1 (\sqrt{(m_1 + m_2) / m_1} (1 - \sqrt{\eta})),$$

Справедливость полученных теоретических положений подтверждают следующие примеры:

1. В теории взрыва показана возможность увеличения импульса в воздухе, примерно, в 3 раза по сравнению с импульсом при истечении продуктов детонации в вакуум [5]. Здесь присоединённая масса воздуха примерно в 40 раз превышает массу продуктов детонации. Это можно назвать волновым присоединением массы.

2. Научное открытие №314 [6], сущность которого, заключается в том, что обнаружено явление необычного аномально высокого прироста реактивной силы при эжектировании атмосферного воздуха пульсирующей активной струей (до 120-140 % к исходной тяге). Появление этого эффекта связано с реализацией при определенных условиях особой формы нестационарного движения газа с эжектированием дополнительной массы, определяющей существенно меньшие потери. Научное значение открытия состоит в том, что оно существенно расширило представление о природе формирования нестационарных течений газа.

3. В Институте механики МГУ, в ОКБ имени А. Люльки проведены экспериментальные исследования пульсирующего рабочего процесса на экспериментальной установке с газодинамическим сферическим резонатором. В сферической полости, вследствие соударения радиальных струй газа происходит возбуждение колебательного рабочего процесса с образованием сложных ударно-волновых структур и волновым присоединением массы [7], обеспечивающим повышение тяги. При этом, чем выше температура газа, тем больше эффект, т.к. растёт его упругость и соответственно уменьшаются потери на удар.

4. В ПАО «ОДК-Сатурн» проведены экспериментальные и расчётно-теоретические исследования по реализации в реактивных двигателях пульсирующих рабочих процессов с присоединением масс газа для качественного повышения их тяговой эффективности [8], объяснены и подтверждены результаты исследований [7]. Получены значения КПД пульсирующих эжекторных усилителей тяги, значительно большие, чем в стационарных усилителях при тех же коэффициентах эжекции.

5. Известны многочисленные эксперименты с устройствами, создающими тягу без выброса реактивной массы [9]. Количество их так велико, что можно применить закон из диалектики о переходе количества в качество. Некоторые из устройств называют инерцоидами. Их конструкция, как правило имеет колеблющуюся массу. Здесь возможно создание импульса, когда появляется неуравновешенная сила из-за разных значений КПД процессов отбрасывания и присоединения одной и той же массы. Т.е. должна быть жёсткая (упругая) асимметрия.

Целесообразно рассмотреть как гипотезу возможность применения принципа механизма инерцоида для создания движущей силы на атомарном уровне. Известно, что все атомы

твёрдого тела совершают тепловые колебания. Между атомами твёрдого тела имеются сильные взаимодействия. Ядро, в котором сконцентрирована масса атома, колеблется в системе: «ядро - электронная оболочка». Асимметричность этой системы может быть создана за счёт деформации электронной оболочки магнитным полем или смещением ядра под действием ускорения. Это может проявляться в космосе, подтверждается экспериментами с гироскопическими устройствами [9,10]. В дальнейшем представляют интерес: исследования процесса взаимного влияния собственных частот колебания ядер и внешнего колебательного силового воздействия, а также воздействия высокого давления, которое имеет место в недрах планет.

Заключение

В прикладной газовой динамике в результате многочисленных исследований признан эффект увеличения тяги за счёт присоединения масс газа. Согласно научному открытию №314 наибольший эффект наблюдается при пульсирующем истечении активной струи, реализующем минимальные потери. При этом в уравнении количества движения учитываются потери на удар.

Теоретически обоснована необходимость учёта присоединения масс, потерь на удар и в уравнении количества движения при взаимодействии абсолютно неупругих твёрдых тел. В замкнутой системе, если будут созданы разнонаправленные и неравные силы трения (потери на удар), например в колебательном процессе массы, то возникает неуравновешенная (движущая) сила без выброса реактивной массы. Это может проявляться в так называемых «инерцоидах». Определены некоторые направления дальнейших исследований.

Список литературы

1. Лопота В.А., Глушко В.П., Глушко В.В. О движителях без выброса массы в «пустом»

космическом пространстве // Робототехника и техническая кибернетика. 2018. № 2. С. 66 – 76.

2. Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика. Изд.-во «Наука», 1969. - 824 с.

3. Нечаев Ю.Н., Фёдоров Р.М. Теория авиационных газотурбинных двигателей. Ч. 2. М.: «Машиностроение», 1978, -336 с.

4. Китайгородский А.И. Введение в физику. Изд.-во «Наука», 1973. - 688 с.

5. Баум Ф. А., Орленко Л. П., Станюкович К. П., Шехтер Б. И. Физика взрыва. – М.: Наука, 1975.

6. Кудрин О.И., Квасников А.В., Челомей В.Н. Явление аномального высокого прироста тяги в газовом эжекторном процессе с пульсирующей активной струей: описание открытия №314. Вестник АН СССР. №10,1986.

7. Левин В.А., Смехов Г.Д., Тарасов А.И., Хмелевский А.Н. Расчётное и экспериментальное исследование пульсирующей детонации в модели двигателя. – М.: Институт механики МГУ, 1998. Препринт № 42-98. – 34 с.

8. Богданов В. И. Взаимодействие масс в рабочем процессе пульсирующих реактивных двигателей как средство повышения их тяговой эффективности // Инженерно-физический журнал. 2006. Т. 79. № 3. С. 85-90.

9. Богданов В.И. Эффект создания движущей силы без выброса реактивной массы в согласии с механикой Ньютона и реализация его в технике // Sciences of Europe. Praha, Czech Republic. VOL 1, No. 48, 2020, pp. 10-15.

10. Bogdanov V.I. Effect of Occurrence of Propulsive Force with no Reaction Mass Ejection. International Technology and Science Publications (ITS). Submitted to Applied Physics. Volume 3, Issue 4, 2020, pp.36-47.

Богданов Василий Иванович, д.т.н., ПАО «ОДК-Сатурн» эксперт.
м.т. 8-910-974-47-63

Агаларов Дж.Г.

*Институт Математики и Механики
Национальной Академии Наук Азербайджана,
Баку, Азербайджан*

Мамедова Г.А.

*Институт Математики и Механики
Национальной Академии Наук Азербайджана,
Баку, Азербайджан*

СВОБОДНЫЕ КОЛЕБАНИЯ ПОДВЕШЕННЫХ КОНЦЕНТРИЧЕСКИХ ПЛАСТИН

J. H. Agalarov ,

*Institute of Mathematics and Mechanics
National Academy of Sciences of Azerbaijan,
Baku, Azerbaijan*

G. A. Mammadova

*Institute of Mathematics and Mechanics
National Academy of Sciences of Azerbaijan,
Baku, Azerbaijan*

FREE OSCILLATIONS OF SUSPENDED CONCENTRIC PLATES

Abstract. In the field of plate dynamics, vibrations and waves in various cases are considered. The frequency of plate vibrations is not analytically expressed. In this paper, we consider the problems of oscillation of concentric circular plates in various cases of support, including a hinge with an elastic support. The stiffness of the support is calculated as a function of frequency, i.e. the inverse problem.

Аннотация. В области динамики пластин рассмотрены колебания и волны в различных случаях. Частота колебаний пластин аналитически не выражается. В данной работе рассмотрены задачи колебаниях концентрических круговых пластин при различных случаях опирания в том числе шарнирное с упругим опиранием. Рассчитывается жёсткость опоры как функции частоты, т.е. обратная задача.

Key words: *oscillations, frequency, radius, stiffness, plates.*

Ключевые слова: *колебания, частота, радиус, жёсткость, пластин.*

Введение. В настоящее время существует большое количество технологий, позволяющих создавать слоисто-волоконистые композиты из практически любых наборов материалов с различными физико-механическими свойствами. Многослойные армированные плоские конструкции находят широкое применение в различных областях современной техники: космической, авиационной, кораблестроительной; промышленном, гражданском и транспортном строительстве, химическом и энергетическом машиностроении [1–6].

В работе [7] построена модель динамического поведения жесткопластических гибридных слоистых композитных пластин со свободным произвольным кусочно гладким внешним контуром и закрепленным круглым внутренним отверстием, шарнирно опертым или защемленным, на которые действует равномерно распределенная по поверхности кратковременная динамическая нагрузка высокой интенсивности взрывного типа. Армирование пластин выполнено в радиальном (по отношению к опертому круглому контуру), окружном и угловом направлениях. Считается, что механические характеристики материалов, составляющих слоистый пакет, являются соразмерными (отличающимися не более чем на порядок). По толщине каждый слой имеет регулярную и квазигоднородную структуру, на границах между слоями выполняются условия идеального механического контакта. В этом случае для слоистых пластин приемлемо использование традиционных гипотез Кирхгофа – Лява.

Круговые пластины широко применяются в различных отраслях техники в качестве рабочих элементов в авиастроении, в гражданском строительстве и др.

Определению собственных частот колебаний круговых пластин, как свободных так и покоящихся на упругом основании типа Винклера, посвящён ряд работ [8–12]. Только для статических задач об изгибе прямоугольных пластинок, лежащих на упругом основании с переменным коэффициентом постели, известны решения. В статье [13] расчёт таких пластинок ведется методом конечных элементов, а в [14] – методом Галёркина.

В работе [15] исследованы симметричные поперечные колебания металлополимерной трехслойной круговой пластины, связанной с упругим основанием, при тепловом ударе. Для внешних слоев принимаются гипотезы Кирхгофа, в легком заполнителе деформированная нормаль прямолинейна и несжимаема по толщине. Получены аналитические решения, проведен их численный анализ.

В данной работе рассматриваются свободные колебания подвешенных концентрических пластин. По контуру имеет место шарнирно закрепление. В это же время шарнир опирается упруго.

Очевидно вид подвески будет сказываться а частоту колебаний. На практике закрепление пластины может оказаться отличным от планируемого и поэтому необходимо знание как влияет закрепление на частоту колебаний.

Цель работы - изучать колебаниях концентрических пластин шарнирно закрепленной по контуру и упруго опирание.

Постановка задачи.

Концентрических пластин шарнирно закреплена по контуру и упруго опирается (рис.1.)

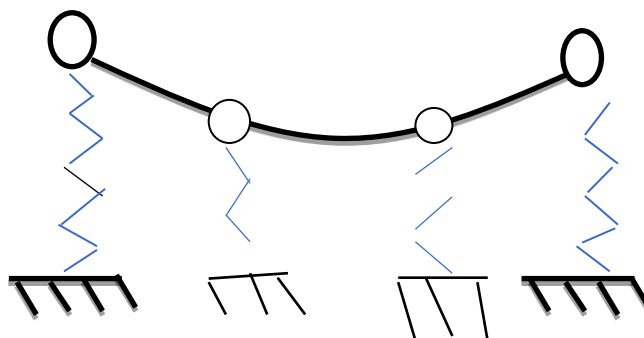


Рис.1.

Уравнение колебаний пластины имеет вид [16]:

$$\begin{aligned}\Delta \Delta W_1 + \frac{\rho h}{D} \cdot \frac{\partial^2 W_1}{\partial t^2} &= 0 \\ \Delta \Delta W_2 + \frac{\rho h}{D} \cdot \frac{\partial^2 W_2}{\partial t^2} &= 0\end{aligned}\quad (1)$$

где $D = \frac{Eh^3}{12(1-\mu)^2}$ - цилиндрическая жёсткость пластины, $q = \rho h$ - масса пластины, отнесённая к единице поверхности, r_0 - радиус пластины, h - толщина, ω - частота колебаний, μ - коэффициент Пуассона, Δ - оператор Лапласа.

Решение уравнения (1) имеет вид:

$$\begin{aligned}W_1 &= A_1 J_1\left(\frac{\omega r_1}{a}\right) + B_1 I_1\left(\frac{\omega r_1}{a}\right) \\ W_2 &= A_2 J_1\left(\frac{\omega r_2}{a}\right) + B_2 I_1\left(\frac{\omega r_2}{a}\right)\end{aligned}\quad (2)$$

Условие шарнирного закрепления имеет вид:

$$\begin{aligned}\frac{d^2 W_1}{dr_1^2} + \frac{\nu}{r_1} \cdot \frac{dW_1}{dr_1} &= 0 \\ \frac{d^2 W_2}{dr_2^2} + \frac{\nu}{r_2} \cdot \frac{dW_2}{dr_2} &= 0\end{aligned}\quad (3)$$

Условие упругого опирания при $r = a$

$$\begin{aligned}\frac{d^3 W_1}{dr_1^3} + \frac{\nu}{r_1} \frac{d^2 W_1}{dr_1^2} - \frac{\nu}{r_1^2} \frac{dW_1}{dr_1} &= \lambda W_1 \\ \frac{d^3 W_2}{dr_2^3} + \frac{\nu}{r_2} \frac{d^2 W_2}{dr_2^2} - \frac{\nu}{r_2^2} \frac{dW_2}{dr_2} &= \lambda W_2\end{aligned}\quad (4)$$

Подставляя (2) в (4) получаем, учитывая

$$\begin{aligned}\frac{\partial J_0\left(\frac{\omega r}{a}\right)}{\partial r} &= -\frac{\omega}{a} J_1\left(\frac{\omega r}{a}\right) \quad ; \quad \frac{\partial I_0\left(\frac{\omega r}{a}\right)}{\partial r} = -\frac{\omega}{a} I_1\left(\frac{\omega r}{a}\right) \\ \frac{\partial^2 J_0\left(\frac{\omega r}{a}\right)}{\partial r^2} &= \frac{\omega^2}{a^2} \left[\frac{a}{\omega r} J_1\left(\frac{\omega r}{a}\right) - J_0\left(\frac{\omega r}{a}\right) \right] \quad ; \quad \frac{\partial^2 I_0\left(\frac{\omega r}{a}\right)}{\partial r^2} = \frac{\omega^2}{a^2} \left[\frac{a}{\omega r} I_1\left(\frac{\omega r}{a}\right) - I_0\left(\frac{\omega r}{a}\right) \right] \\ \frac{\partial^3 J_0\left(\frac{\omega r}{a}\right)}{\partial r^3} &= \frac{\omega}{a} \left(\frac{\omega^2}{a^2} - \frac{2}{r^2} \right) J_1\left(\frac{\omega r}{a}\right) + \frac{\omega^2}{a^2 r} J_0\left(\frac{\omega r}{a}\right) \quad ; \quad \frac{\partial^3 I_0\left(\frac{\omega r}{a}\right)}{\partial r^3} = \frac{\omega}{a} \left(\frac{\omega^2}{a^2} - \frac{2}{r^2} \right) I_1\left(\frac{\omega r}{a}\right) + \\ &\quad \frac{\omega^2}{a^2 r} I_0\left(\frac{\omega r}{a}\right) \quad ; \\ A_1 \cdot \left[\frac{\omega}{a} \left(\frac{\omega^2}{a^2} - \frac{2}{r_1^2} \right) J_1\left(\frac{\omega r_1}{a}\right) + \frac{\omega^2}{a^2 r_1} J_0\left(\frac{\omega r_1}{a}\right) + \frac{\nu}{r_1} \frac{\omega^2}{a^2} \cdot \left(\frac{a}{\omega r_1} J_1\left(\frac{\omega r_1}{a}\right) - J_0\left(\frac{\omega r_1}{a}\right) \right) + \frac{\nu}{r_1^2} \frac{\omega}{a} \cdot J_1\left(\frac{\omega r_1}{a}\right) \right] + \\ + B_1 \cdot \left[\frac{\omega}{a} \left(\frac{\omega^2}{a^2} - \frac{2}{r_1^2} \right) I_1\left(\frac{\omega r_1}{a}\right) + \frac{\omega^2}{a^2 r_1} I_0\left(\frac{\omega r_1}{a}\right) + \frac{\nu}{r_1} \frac{\omega^2}{a^2} \cdot \left(\frac{a}{\omega r_1} I_1\left(\frac{\omega r_1}{a}\right) - I_0\left(\frac{\omega r_1}{a}\right) \right) + \frac{\nu}{r_1^2} \frac{\omega}{a} \cdot I_1\left(\frac{\omega r_1}{a}\right) \right] = \\ = \lambda \left(A_1 J_0\left(\frac{\omega r_1}{a}\right) + B_1 I_0\left(\frac{\omega r_1}{a}\right) \right) \\ A_2 \cdot \left[\frac{\omega}{a} \left(\frac{\omega^2}{a^2} - \frac{2}{r_2^2} \right) J_1\left(\frac{\omega r_2}{a}\right) + \frac{\omega^2}{a^2 r_2} J_0\left(\frac{\omega r_2}{a}\right) + \frac{\nu}{r_2} \frac{\omega^2}{a^2} \cdot \left(\frac{a}{\omega r_2} J_1\left(\frac{\omega r_2}{a}\right) - J_0\left(\frac{\omega r_2}{a}\right) \right) + \frac{\nu}{r_2^2} \frac{\omega}{a} \cdot J_1\left(\frac{\omega r_2}{a}\right) \right] +\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & + B_2 \cdot \left[\frac{\omega}{a} \left(\frac{\omega^2}{a^2} - \frac{2}{r_2^2} \right) I_1 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) + \frac{\omega^2}{a^2 r_2} I_0 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) + \frac{\nu}{r_2} \frac{\omega^2}{a^2} \cdot \left(\frac{a}{\omega r_2} I_1 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) - I_0 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) \right) + \frac{\nu}{r_2^2} \frac{\omega}{a} \cdot I_1 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) \right] = \\
 & = \lambda \left(A_2 I_0 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) + B_2 I_0 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) \right) \\
 & A_1 \cdot \left[\left[\frac{\omega^3}{a^3} + (\nu - 2) \cdot \frac{\omega}{a r_1^2} \right] J_1 \left(\frac{\omega r_1}{a} \right) + \left[(1 - \nu) \cdot \frac{\omega^2}{a^2 r_1} - \lambda \right] \cdot J_0 \left(\frac{\omega r_1}{a} \right) \right] + \\
 & + B_1 \cdot \left[\left[\frac{\omega^3}{a^3} + (\nu - 2) \cdot \frac{\omega}{a r_1^2} \right] I_1 \left(\frac{\omega r_1}{a} \right) + \left[(1 - \nu) \cdot \frac{\omega^2}{a^2 r_1} - \lambda \right] \cdot I_0 \left(\frac{\omega r_1}{a} \right) \right] = 0 \\
 & A_2 \cdot \left[\left[\frac{\omega^3}{a^3} + (\nu - 2) \cdot \frac{\omega}{a r_2^2} \right] J_1 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) + \left[(1 - \nu) \cdot \frac{\omega^2}{a^2 r_2} - \lambda \right] \cdot J_0 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) \right] + \\
 & + B_2 \cdot \left[\left[\frac{\omega^3}{a^3} + (\nu - 2) \cdot \frac{\omega}{a r_2^2} \right] I_1 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) + \left[(1 - \nu) \cdot \frac{\omega^2}{a^2 r_2} - \lambda \right] \cdot I_0 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) \right] = 0 \quad (5)
 \end{aligned}$$

Система уравнений (5) однородна относительно величин A_1, B_1, A_2, B_2 и следовательно условием нетривиального решения будет, следующим образом

$$\begin{vmatrix} \left[\frac{\omega^3}{a^3} + (\nu - 2) \cdot \frac{\omega}{a r_1^2} \right] J_1 \left(\frac{\omega r_1}{a} \right) + \left[(1 - \nu) \cdot \frac{\omega^2}{a^2 r_1} - \lambda \right] \cdot J_0 \left(\frac{\omega r_1}{a} \right) & \left[\frac{\omega^3}{a^3} + (\nu - 2) \cdot \frac{\omega}{a r_1^2} \right] I_1 \left(\frac{\omega r_1}{a} \right) + \left[(1 - \nu) \cdot \frac{\omega^2}{a^2 r_1} - \lambda \right] \cdot I_0 \left(\frac{\omega r_1}{a} \right) \\ \left[\frac{\omega^3}{a^3} + (\nu - 2) \cdot \frac{\omega}{a r_2^2} \right] J_1 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) + \left[(1 - \nu) \cdot \frac{\omega^2}{a^2 r_2} - \lambda \right] \cdot J_0 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) & \left[\frac{\omega^3}{a^3} + (\nu - 2) \cdot \frac{\omega}{a r_2^2} \right] I_1 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) + \left[(1 - \nu) \cdot \frac{\omega^2}{a^2 r_2} - \lambda \right] \cdot I_0 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) \end{vmatrix} = 0$$

(6)

получим из (6)

$$\begin{aligned}
 & \left[\frac{\omega^3}{a^3} + (\nu - 2) \cdot \frac{\omega}{a r_1^2} \right] \cdot \left[\frac{\omega^3}{a^3} + (\nu - 2) \cdot \frac{\omega}{a r_2^2} \right] \cdot \left(J_1 \left(\frac{\omega r_1}{a} \right) I_1 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) - J_1 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) I_1 \left(\frac{\omega r_1}{a} \right) \right) + \\
 & + \left[\frac{\omega^3}{a^3} + (\nu - 2) \cdot \frac{\omega}{a r_1^2} \right] \cdot \left[(1 - \nu) \cdot \frac{\omega^2}{a^2 r_2} - \lambda \right] \cdot \left(J_1 \left(\frac{\omega r_1}{a} \right) I_0 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) - I_1 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) J_0 \left(\frac{\omega r_1}{a} \right) \right) + \\
 & + \left[(1 - \nu) \cdot \frac{\omega^2}{a^2 r_1} - \lambda \right] \cdot \left[\frac{\omega^3}{a^3} + (\nu - 2) \cdot \frac{\omega}{a r_2^2} \right] \cdot \left(J_0 \left(\frac{\omega r_1}{a} \right) I_1 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) - J_1 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) I_0 \left(\frac{\omega r_1}{a} \right) \right) + \\
 & \left[(1 - \nu) \cdot \frac{\omega^2}{a^2 r_1} - \lambda \right] \cdot \left[(1 - \nu) \cdot \frac{\omega^2}{a^2 r_2} - \lambda \right] \cdot \left(J_0 \left(\frac{\omega r_1}{a} \right) I_0 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) - J_0 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) I_0 \left(\frac{\omega r_1}{a} \right) \right) = 0
 \end{aligned}$$

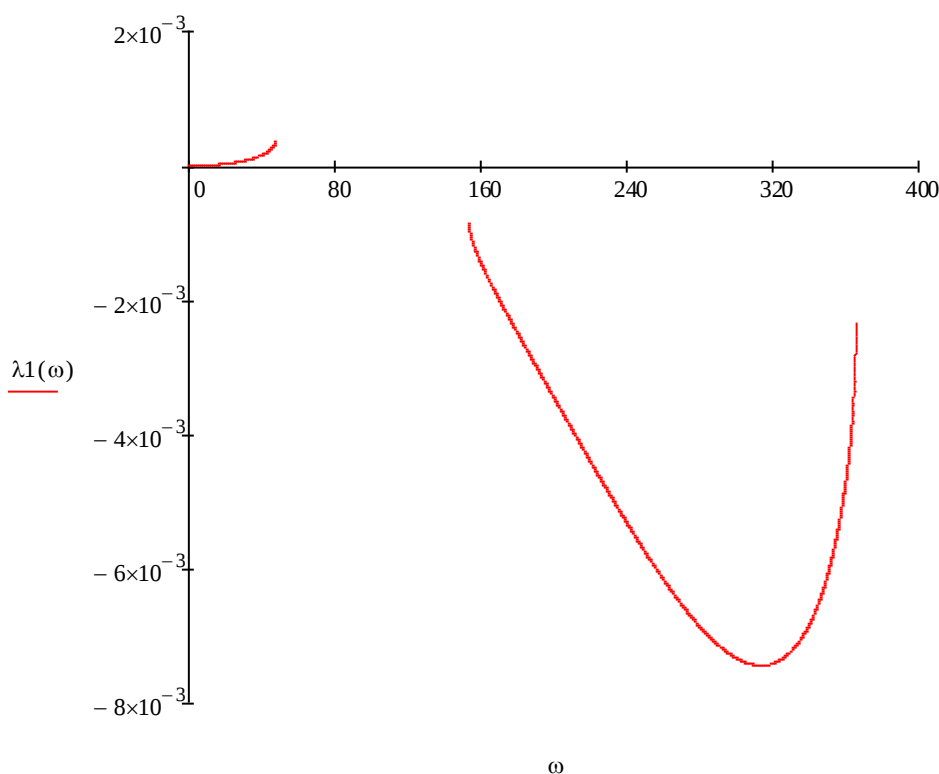
считаем что, $r_1 = 2r_2$

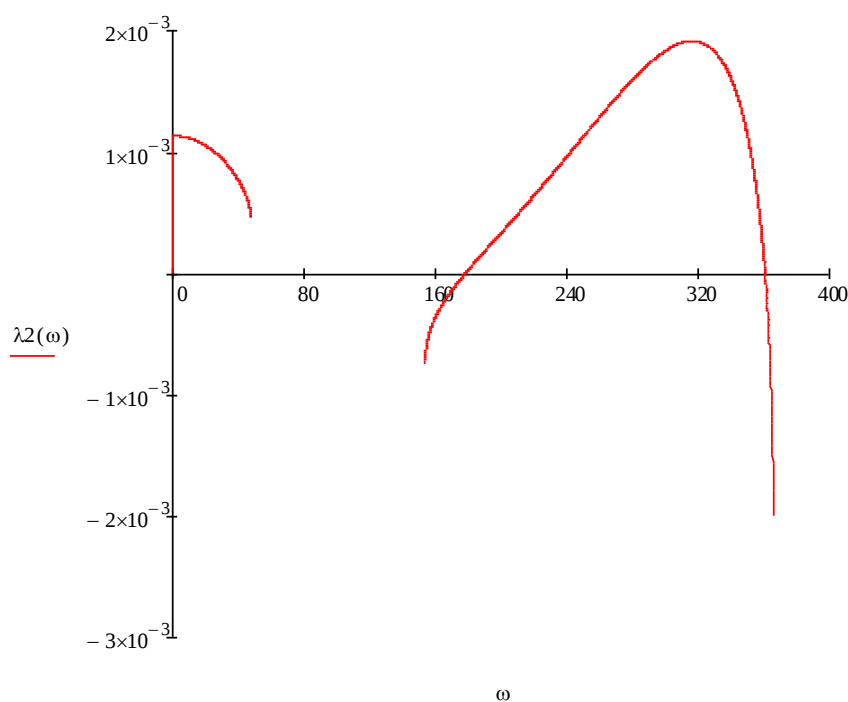
$$\begin{aligned}
 & \left(J_0 \left(\frac{2\omega r_2}{a} \right) I_0 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) - J_1 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) I_0 \left(\frac{2\omega r_2}{a} \right) \right) \cdot \lambda^2 - \left[\frac{\omega^3}{a^3} + (\nu - 2) \cdot \frac{\omega}{4a r_2^2} \right] \times \\
 & \times \left(J_1 \left(\frac{2\omega r_2}{a} \right) I_0 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) - I_1 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) J_0 \left(\frac{2\omega r_2}{a} \right) \right) + \left[\frac{\omega^3}{a^3} + (\nu - 2) \cdot \frac{\omega}{a r_2^2} \right] \times \\
 & \times \frac{3}{2} \cdot \frac{(1 - \nu) \cdot \omega^2}{a^2 r_2^2} \left(J_0 \left(\frac{2\omega r_2}{a} \right) I_0 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) - J_0 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) I_0 \left(\frac{2\omega r_2}{a} \right) \right) \cdot \lambda + \left[\frac{\omega^3}{a^3} + (\nu - 2) \cdot \frac{\omega}{4a r_2^2} \right] \times \\
 & \times \left[\frac{\omega^3}{a^3} + (\nu - 2) \cdot \frac{\omega}{a r_2^2} \right] \cdot \left(J_1 \left(\frac{2\omega r_2}{a} \right) I_1 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) - J_1 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) I_1 \left(\frac{2\omega r_2}{a} \right) \right) + \left[\frac{\omega^3}{a^3} + (\nu - 2) \cdot \frac{\omega}{4a r_2^2} \right] \times \\
 & \times \frac{(1 - \nu) \cdot \omega^2}{a^2 r_2} \cdot \left(J_1 \left(\frac{2\omega r_2}{a} \right) I_0 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) - I_1 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) J_0 \left(\frac{2\omega r_2}{a} \right) \right) + \frac{(1 - \nu) \cdot \omega^2}{2a^2 r_2} \times \left[\frac{\omega^3}{a^3} + (\nu - 2) \cdot \frac{\omega}{a r_2^2} \right] \times \\
 & \times \left(J_0 \left(\frac{2\omega r_2}{a} \right) I_0 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) - J_0 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) I_0 \left(\frac{2\omega r_2}{a} \right) \right) + \frac{(1 - \nu)^2 \cdot \omega^4}{2a^4 r_2^2} \times \\
 & \times \left(J_0 \left(\frac{2\omega r_2}{a} \right) I_0 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) - J_0 \left(\frac{\omega r_2}{a} \right) I_0 \left(\frac{2\omega r_2}{a} \right) \right) = 0 \quad (7)
 \end{aligned}$$

Из (7) имеем

$$\begin{aligned}
 K(\omega) &= \left(J_0\left(\frac{2\omega r_2}{a}\right) I_0\left(\frac{\omega r_2}{a}\right) - J_1\left(\frac{\omega r_2}{a}\right) I_0\left(\frac{2\omega r_2}{a}\right) \right) \\
 M(\omega) &= \left[\frac{\omega^3}{a^3} + (\nu - 2) \cdot \frac{\omega}{4ar_2^2} \right] \times \left(J_1\left(\frac{\omega r_1}{a}\right) I_0\left(\frac{\omega r_2}{a}\right) - I_1\left(\frac{\omega r_2}{a}\right) J_0\left(\frac{\omega r_1}{a}\right) \right) \\
 &+ \left[\frac{\omega^3}{a^3} + (\nu - 2) \cdot \frac{\omega}{ar_2^2} \right] \times \frac{3}{2} \cdot \frac{(1 - \nu) \cdot \omega^2}{a^2 r_2^2} \left(J_0\left(\frac{\omega r_1}{a}\right) I_0\left(\frac{\omega r_2}{a}\right) - J_0\left(\frac{\omega r_2}{a}\right) I_0\left(\frac{\omega r_1}{a}\right) \right) \\
 N(\omega) &= \left[\frac{\omega^3}{a^3} + (\nu - 2) \cdot \frac{\omega}{4ar_2^2} \right] \times \left[\frac{\omega^3}{a^3} + (\nu - 2) \cdot \frac{\omega}{ar_2^2} \right] \cdot \left(J_1\left(\frac{2\omega r_2}{a}\right) I_1\left(\frac{\omega r_2}{a}\right) - J_1\left(\frac{\omega r_2}{a}\right) I_1\left(\frac{2\omega r_2}{a}\right) \right) \\
 &+ \left[\frac{\omega^3}{a^3} + (\nu - 2) \cdot \frac{\omega}{4ar_2^2} \right] \times \frac{(1 - \nu) \cdot \omega^2}{a^2 r_2^2} \cdot \left(J_1\left(\frac{2\omega r_2}{a}\right) I_0\left(\frac{\omega r_2}{a}\right) - I_1\left(\frac{\omega r_2}{a}\right) J_0\left(\frac{2\omega r_2}{a}\right) \right) \\
 &+ \frac{(1 - \nu) \cdot \omega^2}{2a^2 r_2^2} \times \left[\frac{\omega^3}{a^3} + (\nu - 2) \cdot \frac{\omega}{ar_2^2} \right] \times \left(J_0\left(\frac{2\omega r_2}{a}\right) I_0\left(\frac{\omega r_2}{a}\right) - J_0\left(\frac{\omega r_2}{a}\right) I_0\left(\frac{2\omega r_2}{a}\right) \right) \\
 &+ \frac{(1 - \nu)^2 \cdot \omega^4}{2a^4 r_2^2} \times \left(J_0\left(\frac{2\omega r_2}{a}\right) I_0\left(\frac{\omega r_2}{a}\right) - J_0\left(\frac{\omega r_2}{a}\right) I_0\left(\frac{2\omega r_2}{a}\right) \right) \\
 K(\omega) \cdot \lambda^2 - M(\omega) \cdot \lambda + N(\omega) &= 0 \\
 \lambda(\omega) &= \frac{M(\omega) \pm \sqrt{(M(\omega))^2 - 4 \cdot K(\omega) \cdot N(\omega)}}{2 \cdot K(\omega)}
 \end{aligned}
 \tag{8}$$

$$a = 1400 \quad \nu = 0.3 \quad \omega = 0, 0.1, \dots, 100 \quad r_2 = 5$$





Выводы.

Решение обратной задачи позволяет строить спектр частот графики, что упрощает исследование, в том числе определение частоты.

Зная собственных частоты колебаний системы, можно предотвратить резонансное событие.

Учёт изученных явлений представляет интерес для применения на практике.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Mouritz A.P., Gellert E., Burchill P., Challis K. Review of advanced composite structures for naval ships and submarines. *Composite Structures*, 2001, vol. 53, no. 1, pp. 21-42. DOI: 10.1016/S0263-8223(00)00175-6.
2. Bannister M. Challenger for composites into the next millennium – a reinforcement perspective. *Compo- sites: Part A*, 2001, vol. 32, no. 7, pp. 901-910. DOI: 10.1016/S1359-835X (01) 00008-2.
3. Panin V.F., Gladkov Iu.A. *Konstruktsii s zapolnitelem* [Constructions with filler]. Moscow, Mashinostroyeniye, 1991, 272 p.
4. Rezaeifard M., Salami S.J., Dehkordi M.B., Sadighi M. A new nonlinear model for studying a sandwich panel with thin composite faces and elastic-plastic core. *Thin-Walled Structures*, 2016, vol. 107, pp. 119-137. DOI: 10.1016/j.tws.2016.06.012.
5. Kazancı Z. Dynamic response of composite sandwich plates subjected to time-dependent pressure pulses. *Int. J. of Non-Linear Mechanics*, 2011, vol. 46, pp. 807-817. DOI:10.1016/j.ijnonlinmec.2011.03.011.
6. Xu A., Vodenitcharova T., Kabir K., Flores-Johnson E.A., Hoffman M. Finite element analysis of indentation of aluminium foam and sandwich panels with aluminium foam cor. *Materials Science and*

Engineering: A, 2014, vol. 599, no. 2, pp. 125-133. DOI: 10.1016/j.msea.2014.01.080.

8. Романова Т.П. Моделирование динамического изгиба жесткопластической армированной слоистой криволинейной пластины с закрепленным круглым отверстием при взрывных нагрузках // *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Механика*. – 2017. – № 3. – С. 167–187. DOI: 10.15593/perm.mech/2017.3.10
9. Kurktchiev R., Vaisilov I. Vibration of circular plates on elastic foundation with in-plane loading // *J. of Theor. and Appl. Mech. Sofia*. 1994-95. V. XXV. № 1–2. P. 27–33.
10. Wang Jt. Free vibration of stepped circular plates on elastic foundations // *J. of Sound and Vibration*. 1992.V. 159. № 1. P. 175–181.
11. А.М. Доронин, В.А. Соболева Собственные колебания круглой пластинки, лежащей на переменном упругом основании типа Винклера. *Вестник Нижегородского университета им. Н.И.Лобачевского*, 2014, №4(3). с.254-258.
12. Агаларов Дж.Г., Мамедова Г.А. Колебания пластины, шарнирно закреплённой и упруго подвешенной на Винклеровым основанием *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*, 2018 *Научный журнал* | ISSN 1996-3955 | ПИ №77-607359, Москва ,с.48-53
13. Witt M. Roz wiazanie ptyty spoczywajacej na podtozu spezystym o zmiennym wspotczynniku podatnosci metoda elementow skonczonych // *Pr. nauk. Inst. inz. Lad. Pwr*. 1974. № 13. P. 143–149.
14. Mofid M., Noroozi M. A plate on Vinkler foundation with variable coefficient // *Transaction A: Civil Engineering*. 2009. V. 16. № 3. P. 249–255.

15. Плескачевский Ю.М., Кубенко В.Д., Старовойтов Э.И., Леоненко Д.В. Колебания круговой металлополимерной пластины, связанной с упругим основанием, при тепловом ударе. ISSN

1995-0470. Механика машин, механизмов и материалов, №4(9), 2009, стр.50-54

16. Филиппов А.П. Колебания деформируемых систем. М.: Машиностроение, 1970.

УДК 004.891.3

ГРНТИ 28.23.39

Abdullaeva G.G.

Docent, PhD in Mathematics

Institute of Management Systems

of the National Academy of Sciences of Azerbaijan

Mirzazade I.Kh.

Docent, PhD in Physics and Mathematics

Institute of Mathematics and Mechanics

of the National Academy of Sciences of Azerbaijan

Naghizade H.R.

Institute of Mathematics and Mechanics

of the National Academy of Sciences of Azerbaijan

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN PROBLEMS OF DIAGNOSTICS OF ACUTE POISONINGS (USING AN EXAMPLE OF DIFFERENTIAL DIAGNOSIS OF CARBON MONOXIDE POISONINGS)

Abstract. Differential diagnosis during acute poisonings with chemical substances was and remains one of topical problems of toxicology. This paper treats chemical substances for which time is the predominant factor of consequence prevention, especially in cases of rendering the first prehospital aid. The training of quick actions in medical personnel brought to automatism is topical just in these cases of urgent therapy. Let us note that such chemical substances as carbon monoxide, cyanide, tranquilizers, antihistaminic substances and salicylates manifest themselves through identical symptoms in prehospital practice.

The aim of this research is the development of a system of differential diagnosis and decision making for poisonings with similar substances, i.e. rendering the urgent aid. The problem becomes complicated in those cases when diagnosis is made on the basis of clinical manifestations on the site of occurrence, especially if a patient is in a comatose state.

As material to be researched are taken data accumulated throughout 2006-2018 which are presented by the Central Ambulance and Emergency Station of Baku city. Currently knowledge-based information technologies can become the most important consultant tool for rendering the first aid and resolving diagnosis problems.

Keywords: carbon monoxide, differential diagnosis, neuronal network, antidote therapy, first prehospital aid.

1. Introduction. Problems of diagnostics in medicine can be correlated to the class of weakly structured and poorly formalized tasks, that is, tasks whose solution lies in the plane of the theory of artificial intelligence, where knowledge is actively used along with digital and tabular data. In this aspect, it is required to clarify what is meant by the term "knowledge". In the theory of artificial intelligence, knowledge is, above all, information. It describes properties, and relationships of the studied processes in the subjective (man) and objective (science) expressions. The foundation of artificial intelligence systems is knowledge, on the basis of which data are processed and decisions are made through a logical inference machine. To represent knowledge, first of all, concept of internal interpretation, the definition of external and internal structure of data connections, etc. are necessary. Based on the concept, knowledge can be presented formally (on the basis of propositional calculus and predicate calculus), in formally (semantic, relational), which include production models, semantic networks, frames. There is also the third type of representation, the so-called integrated, which

combines various types of knowledge representation. In case of deterministic knowledge, the above models are quite successfully used in diagnostics problems. But often, especially in pre-hospital practice, we are confronted with non-deterministic information. This situation is usually associated with vagueness, inaccuracy, uncertainty of available information, ambiguous interpretations of phenomenon, unreliability or incompleteness of information. Representation of knowledge can be difficult even in case of non-determinism of the procedures for the derivation of decisions, etc. [1]. In these cases, the methods of representation of fuzzy knowledge are used.

There are a large number of problems in medicine, where artificial intelligence methods are successfully used today. Most of them operate online (of course, here we exclude test programs), which has its undeniable advantages. In our work, we touch upon the area of medical diagnostics in which time is the dominant factor. These include the tasks of toxicology, especially in terms of acute poisoning, for example, poisoning with carbon monoxide, cyanides, ethyl alcohol, etc. Given laboratory tests, the possibilities of

medical intervention are quite extensive, and it should be noted that in many cases these problems find a positive solution. The task is complicated in cases when the diagnosis is made on the basis of clinical manifestations at the place of the accident, especially if a victim is in a comatose state. The article deals with the cases of those acute poisonings, the clinic of which in pre-hospital cases appears quite similar. There exist a lot of conditions to be taken into consideration during differential diagnosis of carbon monoxide poisonings. The earliest symptoms, especially from the action of low levels, are frequently non-specific and can be easily confused with other diseases as a rule, grippe-like viral syndromes, depressions, chronic fatigue syndrome, chest pains, migraines, toxic poisonings with alcohol etc.. CO was termed “a great imitator” due to a variety of manifestations and for this reason it is necessary to perform differential diagnosis when carbon monoxide poisoning is suspected because prelaboratory clinic of CO poisoning is similar to poisonings with many toxic substances. For example, these include poisonings with carbon monoxide, cyanide, tranquilizers, antihistamines, salicylates. The paper treats the problem of elaboration of an intelligent system of differential diagnosis and rendering emergency aid in in case of poisonings with the above-mentioned chemical substances.

2. Review and literature analysis. As far back as 1994 R. M. Rigelman in his publication “How to Avoid Therapeutic Errors. The Book of a Practitioner” noted that only conducting information systems would help

to avoid errors in diagnosing diseases which are differentiated ambiguously. The said diagnosing errors take place due to:

- a) frequently encountered diseases which have atypical signs;
- b) signs attributed to a certain pathology to which they do not relate at all and “chameleon” diseases bearing the mask of other pathologies;
- c) the presence of rare diseases

Proceeding from this view Duke V.A. in the work “Data Mining Technology in Medico-biological Researches” [2] demonstrated on the example of ultrasonic cardiogram how it is possible to forecast the length of life of a patient suffering from cardiac insufficiency, making use of informationally significant data. For prognostication an expert system based on production rules, is offered. In [3] the authors state that carbon monoxide poisoning (CO) is the widespread cause of toxicological morbidity and lethality. Myocardium injury is a frequent sequence of carbon monoxide poisoning of medium and high severity. On the basis of studies conducted for many years it is concluded that myocardium injury is often observed in patients hospitalized due to carbon monoxide poisoning of medium and high severity and represents a meaningful predictor of lethality.

Researches of the last few years have shown that the problem of CO poisoning still remains burning. Below we will display official data on poisonings in Germany over a period between 2010 and 2016 [4,5].

Table 1.

Information table of carbon monoxide poisonings in Germany

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Total number	4171	3914	4302	3960	3764	3981	3611
Number of deaths	481	494	582	514	594	648	-

Extensive researches for studying pathogenesis and prognosis of situations of carbon monoxide poisonings are under way at the Pittsburgh Institute of Heart, Lungs, Blood and Vascular Medicine. So, in [6] the authors comment that CO poisoning affects 15000 persons a year in the United States. In this work of interest to us is the fact that they draw attention to the management of patients requiring the revealing of concomitant medicine takings, especially under conditions of premeditated poisoning, toxic gases’ action as a result of fire during inhalation.

In the United States are observed most of poisoning events in January month and in the state of Nebraska [7,8]. In 2000-2009 are observed 68,316 of carbon monoxide poisoning patients; 30,798 (45.1%) were provided on-site aid and

36,691 (53.7%) patients were treated in hospitals. 34,386 of poisoning patients are women, 30,257 are men. In spite of these quantity of poisoning persons has decreased: in 2006-0.31%, in 2009-0.24%. In 2000-2009, 16,447 death events are registered [9,10].

In the 10 years between 2001 and 2010, identified 5312 total admissions to hospital for CO poisoning in England, of these 47% (2500 admissions) were for accidental poisoning [11].

On the strength of real data observed in the course of eight years on information intelligent system of differential diagnosis of carbon monoxide poisonings is proposed in [12], its decision-makes is based on Bayes’s statistical method which was successful in differentiating poisonings with such chemical substances as CO, aniline, atropine, barbiturates, codeine, dichloroethane, ethylene glycol, pachycarpa hydroiodide, isoniazid, ethyl alcohol, phosphorus-organic substances. The method was ineffective in differentiation of CO poisonings from those with the chemical substances treated in this paper – the method did not take into account the specificity of clinical pre-laboratory symptoms. Emphasis in [13] is put on the organization of monitoring for persons subjected to CO poisoning.

The review of literature related to carbon monoxide poisonings has demonstrated that contemporary information technologies have not yet found the required use. More often are encountered papers applying probability theory and mathematical statistics, knowledge-based expert systems are mentioned less frequently.

3. Formation of data. The solution of the problem is carried out in stages, for which it is necessary to solve the subtasks in the following sequence.

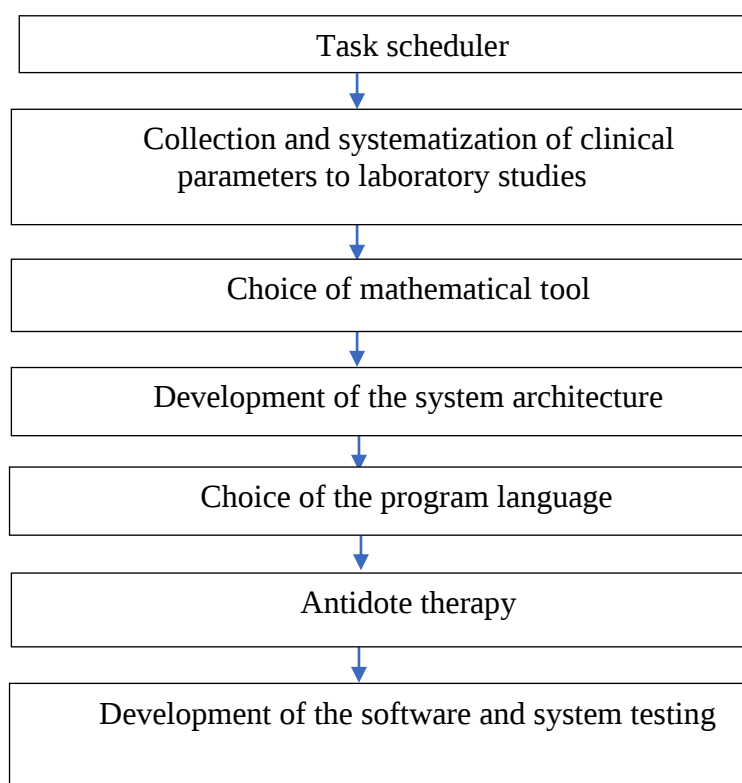


Fig.1. Stages of development of intelligence system

At the first stage, the scheduler determines the level of difficulty of the task, its division into dependent and independent blocks, the identification of knowledge and communication with experts (in our case with emergency and urgent care doctors), programmers and system testing conditions.

As the material under research were employed data collected throughout 2006-2019 and presented by the Central Ambulance and Emergency Station and Clinical Hospital №1 of Baku city (table 2).

Table 2.

The number of calls due to poisonings with carbon monoxide in Baku city														
Baku city, districts	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Narimanov	41	38	38	48	69	121	127	118	105	137	77	42	56	46
Khatai	77	159	154	82	106	135	192	126	161	201	177	139	138	152
Sabayil	47	26	36	41	42	85	109	88	139	74	94	84	57	75
Yasamal	57	64	88	483	118	137	151	132	76	116	183	195	202	188
Nasimi	20	103	186	122	129	221	237	178	187	185	100	71	86	95
Nizami	-	40	63	54	64	123	171	200	197	175	159	100	112	154
Binegedi	53	70	217	129	190	316	395	378	371	419	493	352	345	393
Khazar	-	-	9		17	26	36	63	78	114	106	94	89	147
Surakhani	34	33	59	62	70	141	141	193	185	185	199	156	162	186
Sabunchi	30	43	111	72	107	147	221	202	158	177	271	189	241	229
Garadag	42	83	83	86	98	115	232	145	206	166	139	110	114	105
Total	401	659	1044	788	1010	1567	2012	1823	1863	1949	1998	1532	1602	1770

Data collection and systematization is carried out on the basis of scientific medical literature, the knowledge of specialists and real medical records of

patients. In the course of the work, 19 primary symptoms were identified which accompany the indicated poisonings in complete absence of laboratory

tests and other studies, on the basis of which a summary table 2 presented below was developed. The following notation are used in the table: + - mandatory presence of a symptom in the case of this hypothesis; $\pm$ -

uncertainty associated with the minor severity of the symptom, which, in turn, strongly depends on the subject (age, weight, accompanying diseases, conditions of poisoning, etc.).

Table 3.

Summary Table of Primary Symptoms

№	SYMPTOMS	Chemical substances				
		Carbon monoxide	Cyanide	Tranquizers	Antihistamines	Salicylates
1	Myosis	$\pm$	+	$\pm$	$\pm$	$\pm$
2	Mydriasis	+	$\pm$	+	+	+
3	Pupils play	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$
4	Myofibrilla synchronous	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$
5	Myofibrilla asynchronous	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$
6	Hyperkinesia of horeodic type	$\pm$	$\pm$	+	+	$\pm$
7	Rigidity of occiput muscles	+	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$
8	Asynchronous cramps	+	$\pm$	$\pm$	$\pm$	+
9	Epileptiform convulsive states	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$
10	Skin sweating	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$
11	Skin dryness	$\pm$	+	$\pm$	+	$\pm$
12	Sharp cyanosis of skin	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$
13	Skin hyperemia	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	+
14	Skin marbling	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$
15	Bradycardia	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$
16	Tachycardia	$\pm$	$\pm$	$\pm$	+	$\pm$
17	Paralysis of breath while maintaining reflexes	+	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$
18	Paralysis of breath only against on the background of areflexia	$\pm$	+	$\pm$	$\pm$	$\pm$
19	Bronchorrhoea	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$

This option is practical for relation simple diagnostic models, in terms of mathematical precision. The network model that allows communication in the form of a graph, "hypothesis-symptom" identify addiction. As can be seen from table 3, with the exception of a few symptoms, most of them are characterized by uncertainty. Unlike [12], where the authors estimated the presence of the symptom and its insignificant manifestation by the same magnitude, we offer a slightly different attitude based on the experience and intuition of the experts. The solution of the problem in these conditions is seen in the application of the weighted belonging of the sign (symptom) introduced by L. Zadeh [14]. The value of the membership function shows with what degree of accuracy a symptom corresponds to the fact.

Considering the above said, we introduce the variables μ_{ij} in the form of <name of the symptom / degree of belonging>. Then each symptom s_i can be represented by the following expression

$$s_i = \left\{ \begin{array}{l} \mu_{i1}/\text{symptom exists} \\ \mu_{i2}/\text{expressed strongly} \\ \mu_{i3}/\text{expressed moderately} \\ \mu_{i4}/\text{expressed weakly} \\ \mu_{i5}/\text{is felt} \\ \mu_{i6}/\text{is absent} \end{array} \right\}$$

For example, for the symptom "mydriasis" μ_{ij} are given as tab.4, where i (1-6) are linguistic variables, j (1-5) are chemical substances.

Fragment of the formation of linguistic variables for the symptom "mydriasis"

№	Linguistic variables (i)	Chemical substances (j)				
		CO, cyanide, tranquilizer, antihistamines, salicylates				
1	Exists	1,00	1,00	0,77	1,00	1,00
2	Expressed strongly	0,78	0,82	0,43	0,81	0,69
3	Expressed moderately	0,54	0,47	0,30	0,57	0,48
4	Expressed weakly	0,22	0,25	0,21	0,33	0,20
5	Felt	0,06	0,02	0,01	0,01	0,01
6	Absent	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Similar tables are prepared for all 19 symptoms. Thanks to the introduced linguistic variables, it becomes possible to conduct a more accurate differential diagnosis.

4. Methods. It is logical that in modern realities, knowledge based information technologies can become

the most important consultant for solving the problem of diagnosing and providing primary care. Bringing in artificial intelligence methods, soft computing, creating databases can be invaluable in solving this task. Conceptionally, the solution of the problem can be presented as in Fig.2.

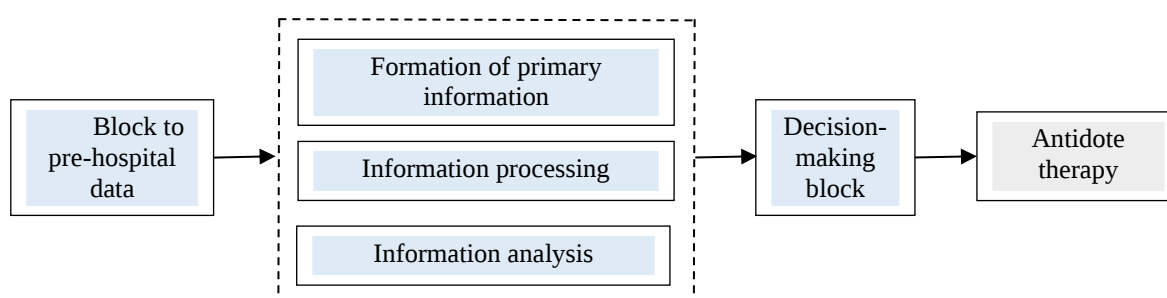


Fig.2. Conceptual model of primary care

To solve the problem, it is proposed to build a neural network with 114 inputs and 5 outputs on the second layer (Fig. 3).

The system is trained according to the algorithms of Levenberg-Marquardt [15].

114 inputs are due to possible manifestations of 19 symptoms (for each symptom, assessments similar to the presentation of the symptom in Table 3) are determined. The second layer gives a numerical estimate of possible poisoning with a specific chemical substance. Information is transmitted to the decision making block.

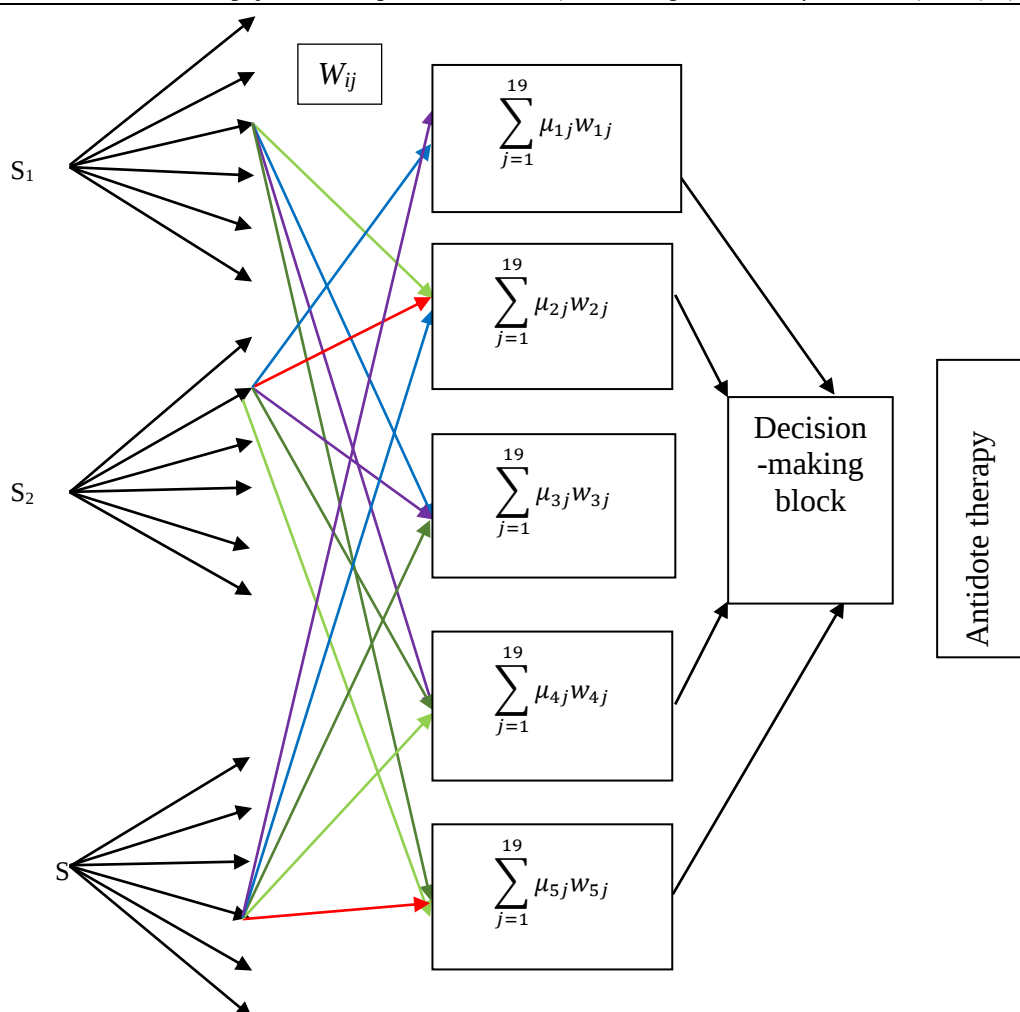


Fig.3. Neural network structure

The following cases are possible in the decision making block:

➤ If $D_i \gg D_j$ for $i \neq j$ ($i, j = 1, 2, 3, 4, 5$), then D_i is accepted as a solution;

➤ If D_i is close in value to one of D_j , then:

a) in the presence of symptoms of stiffness of occiput muscles and respiratory paralysis while maintaining reflexes the answer is D_i = carbon monoxide;

b) in the presence of symptoms of myosis and respiratory paralysis only against the background of areflexia, the response is D_i = cyanide;

c) with the obligatory presence of symptoms of mydriasis and hyperkinesia of choreoid type against the background of weak presence of dry skin and tachycardia, the answer is D_i = tranquilizers.

d) in the presence of myosis, choreoid hyperkinesia, dry skin and the dominant symptom of tachycardia, the answer is D_i = antihistamines;

e) in the presence of mydriasis, asynchronous convulsions and skin hyperemia, the answer is D_i = salicylates.

The decision making block transmits the answer to the next block, the antidote therapy block. In tab.5 is given a fragment of primary care.

Table 5.

An example of antidote therapy in urgent and emergency care

Nº	Name of substance	Antidote therapy
1	Carbon monoxide	Oxygen inhalation, hyperbaric inhalation
2	Cyanide (acid)	Sodium nitrite (1% solution), natrium thiosulfate (1% solution), methyl ethylene abs. (1% solution)
3	Tranquilizers	Bemegrid (0,5% solution)
4	Salicylates	At methemoglobinemia – methyl abs. (1% solution), vitamin C (5% solution)
5	Antihistamines	Pilocarpine (1% solution), Physostigmine (0,1% solution)

Preparations for antidote therapy are enumerated in table 5 as an example, corrections are possible

considering modern stage of development of pharmacology.

Discussion. With regard for complicated nature of CO and similarity of its pre-laboratory clinic to many other diseases, especially to poisonings with toxic substances, comparative tests were conducted for differential diagnosis of poisonings with carbon monoxide and chemical substances which could be

differentiated from it with various degree of accuracy. For example, using Bayes's method on the basis of pre-laboratory symptoms of poisonings with carbon monoxide, barbiturates and dichloroethane were obtained results analogous to the graphs displayed in Fig.4.

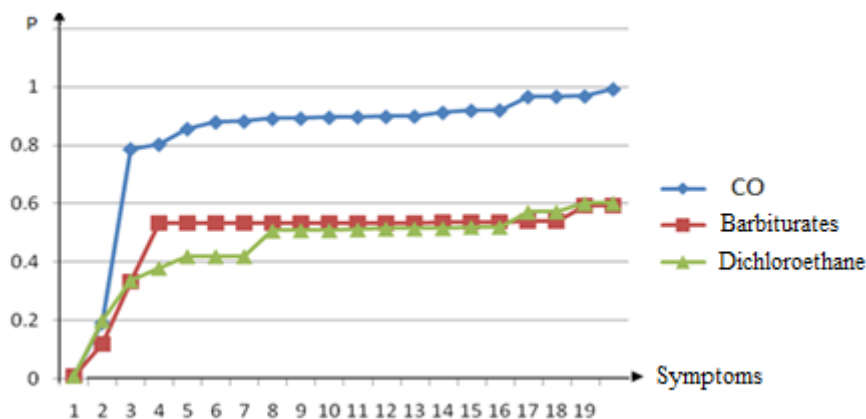


Fig.4. Differential diagnosis of poisonings with CO, barbiturates and dichloroethane

As is seen, starting from the third symptom the probability of carbon monoxide poisoning p is equal to 0,8 and more as the differentiation from these chemical

substances is distinct. Now we will conduct an experiment with another group of substances. The result is displayed in Fig.5.

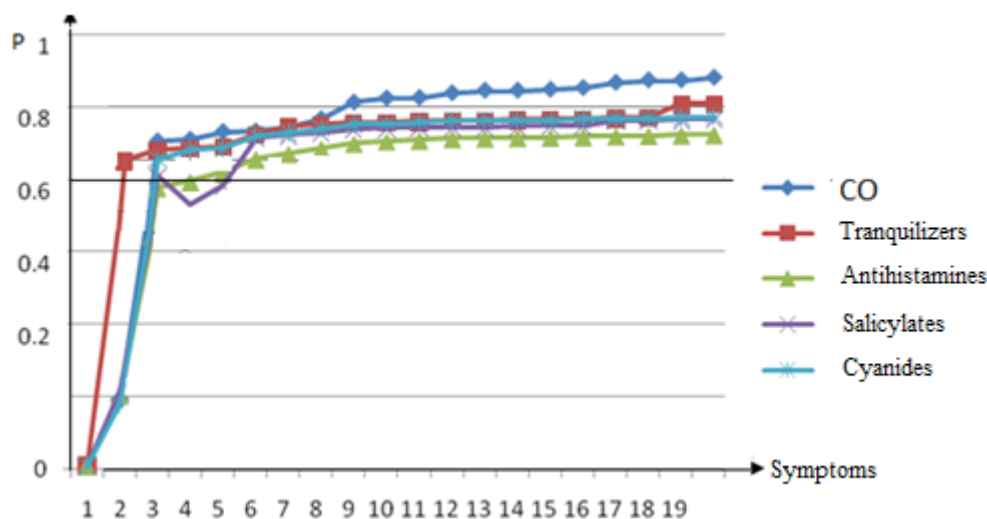


Fig.5. Differential diagnosis of poisonings with CO, tranquilizers, antihistamines, salicylates and cyanides

As seen, differentiation of poisonings with tranquilizers, antihistamines, salicylates and cyanides goes ambiguously and not clearly. An attempt to solve this problem with the help of neuronal networks was made in [6]. But it was not taken into consideration that the presence of a symptom does not yet determine the degree of its presence in a particular poisoning. The introduction of a linguistic variable has significantly increased the reliability of diagnosis.

6. Conclusion. The paper treats chemical substances for which time is the predominant factor of consequence prevention, especially in cases of rendering the first pre-hospital aid. A class of toxic substances with similar symptoms during pre-hospital

period is discovered which complicates poisoning diagnosis. It is proposed to develop a neuronal network and train it using Levenberg-Markquardt algorithms. Analysis of possible responses of the network performance is made. The output of the system is a recommendation of antidote therapy in the conditions of the first and emergency aid. The system was tested on case histories of real patients, the coincidence with diagnosis after laboratory investigations amounted to 94% on the average. The diagnosis reliability went up by 3-5% as compared to results obtained in [6].

References

1. V.N.Ruchkin, V.A. Fulin. Universal Artificial Intelligence and Expert Systems. St. Petersburg-“BHV-Petersburg. 2009, 238c.
2. Duke V.A. Data Mining Technologies in Medico-biological Researches // Artificial Intelligence News. 2004, №3, pp. 15-23.
3. Timothy D. Henry, M. D. Heart Injury Due to Carbon Monoxide Poisoning. Increases Long Term Risk of Death // Journal of the American Medical Association, January 24, 2006.
4. Eichhorn L, Thudium M, Jüttner B: The diagnosis and treatment of carbon monoxide poisoning. Dtsch Arztebl Int 2018; 115: 863–70. DOI: 10.3238/arztebl.2018.0863.
5. Committee on Acute Exposure Guideline Levels; Committee on Toxicology; National Research Council. Acute exposure guideline levels for selected airborne chemicals: volume 14
6. Jason J. Rose, Ling Wang, Qinzhi Xu, Charles F. McTiernan, Sruti Shiva, Jesus Tejero, and Mark T. Gladwin. Carbon Monoxide Poisoning: Pathogenesis, Management, and Future Directions of Therapy// American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine Volume 195 Number 5 | March 1 2017
7. CDC (2005) Unintentional, Non-fire-related, carbon monoxide exposures United States, 2001-2003. Morbidity and Mortality Weekly Report (MMWR), CDC, USA 54: 36-39.
8. Litovitz T, Benson BE, Youniss J, Metz E (2010) Determinants of U.S. poison center utilization. Clin Toxicol 48: 449-457.
9. Bell J, Bronstein A, Clower JH, Iqbal S, Yip FY, et al. (2011) Carbon Monoxide Exposures United States, 2000-2009. Morbidity and Mortality Weekly Report (MMWR), CDC, USA 60: 1014-1017.
10. Iqbal S, Clower JH, Boehmer TK, Yip FY, Garbe P (2010) Carbon monoxide-related hospitalizations in the US: evaluation of a web-based query system for public health surveillance. Public Health Rep 125: 423-432.
11. R. E. Ghosh, R. Close, L. J. McCann, H. Crabbe, et al.. Analysis of hospital admissions due to accidental non-fire-related carbon monoxide poisoning in England, between 2001 and 2010. Journal of Public Health, 2015, pp.1-8
12. G.Abdullayeva, N. Gurbanova, I.Mirzazadeh. Information Technologies in Toxicology. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014, Germany. 118p.
13. Abdullayeva G.G. Mirzazadeh I.Kh. Organization of monitoring for toxic poisonings/ COIA-2018. Proceedings of the 6th International Conference on Control and Optimization with Industrial Applications. Baku-Azerbaijan, 2018, vol.II, pp.20-22
14. L.A.Zadeh Fuzzy Algorithms. - Information and Control, vol.12, 1968, pp.94-102
15. S. Osovsky. Neural networks for information processing. Moscow: "Finance and Statistics", 2002, 344c.

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 542.91+549.73+546.65:33+539.26

Алменова Н.

*магистрант специальности «Химия»
кафедры химии и биотехнологии*

Сергазина С.М.

*кандидат химических наук, доцент кафедры химии и биотехнологии
НАО «Кокшетауский университет им. Ш.Уалиханова»,
г.Кокшетау, Республика Казахстан*

РАЗРАБОТКА ИГРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПО КУРСУ «БИООРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

N. Altenova

*Master's student specialty "Chemistry"
Department of Chemistry and Biotechnology*

S.M.Sergazina

*PhD in Chemistry, Associate Professor
of the Department of Chemistry and Biotechnology
Kokshetau University named after Sh. Ualikhanova,
Kokshetau, Republic of Kazakhstan*

DEVELOPMENT OF GAME TECHNOLOGIES FOR THE COURSE "BIOORGANIC CHEMISTRY"

Аннотация. Целью работы было разработать обучающие и контролирующие дидактические игры по биоорганической химии на основе компьютерной программы. Основной частью нашего исследования явилось то, что необходимо было разработать методические указания содержание алгоритм составления дидактических игр, создать и составить сами задания, для заливки в компьютерную программу, провести апробацию и анализ нашей работы.

Abstract. The aim of the work was to develop educational and control didactic games in bioorganic chemistry based on a computer program. The main part of our research was the fact that it was necessary to develop guidelines for the content of the algorithm for composing didactic games, create and compose the tasks themselves, for filling into a computer program, to test and analyze our work.

Ключевые слова: дидактические игры, биоорганическая химия, углеводы, игровые технология, химическое образования, алгоритм.

Key words: didactic games, bioorganic chemistry, carbohydrates, game technology, chemical education, algorithm.

Введение. В настоящее время по методике преподавания того или иного предмета разработано большое количество методических рекомендаций, но однако как говорится «нет предела в совершенствовании», и мы в своей работе попытались применить игровые технологии при подаче материала по биоорганической химии, т.к. при освоении нового материала одно из главных мест занимают дидактические игры. Почему именно «дидактические игры»? На этот вопрос можно ответить так - такие игры позволяют развивать творчество, терпение, труд. У обучающегося вырабатывается способность самостоятельно мыслить, сосредоточенность, внимательность в восприятии научного материала, усиливается стремление к знаниям. Обучение в виде игры дополнительно снимает у учащихся психологическое напряжение и страх перед «трудным и неизведанным», на первый взгляд, учебным материалом, способствует более быстрому и легкому усвоению информации.

Еще одним не маловажным фактором применения дидактической игры в учебном

процессе является то, что обучающиеся в ходе совместной подготовки, обсуждения, проведения игры вырабатывают культуру общения, учатся работать в контакте с другими, преодолевают свои комплексы, одним словом улучшают свою коммуникабельную компетенцию.

Проблема нашего исследования заключалась в поисках познавательных педагогических средств, а так же стимулирование обучающихся к активному и самостоятельному процессу обучения.

При выполнении данной работы мы помнили, что дидактические игры, в частности по химии, не являлись неким развлечением или отдыхом во время занятия. Процесс обучения фундаментальной науки такой, как химия невозможно превратить в игру. Мы постарались использовать дидактические игры как дополнительное средство при объяснении определенных тем. Повышение эффективности обучения достигалось благодаря трем основным функциям игр: занимательной, воспитывающей, дидактической и развивающей.

Актуальность данного исследования заключается в том, что применение игровых технологий при изучении курса «Биоорганическая химия», придаст процессу обучения эмоциональный окрас, это будет способствовать более эффективному усвоению учебного материала. В отличии, от развлекательной формы игры, дидактическая игра имеет завуалированную конечную цель, что способствует повышению качества знания.

Целью нашего исследования было разработать обучающие и контролирующие дидактические игры по биоорганической химии на основе компьютерной программы.

Методика исследования. Одним из решений современных задач химического образования, поставленных перед обучающимися, связана с усовершенствованием средств обучения и методами их использования. Обучающий должен четко осознавать дидактическое назначение игры, для эффективных решений, поставленных перед обучением задач.

Дидактическими требованиями к игровым технологиям относятся следующие правила:

1. правило социальной ориентированности химического обучения;
2. правило совмещения триединой цели образования (обучения, воспитания и образования);
3. правило совокупности процесса преподавания и обучения в химическом образовании.

Каждое из вышеперечисленных правил предъявляет определенные требования к химическому образованию [1]. Общие требования, которые исходят из более обобщенных правил процесса обучения, называются дидактическими требованиями. Дидактические требования – это начальные положения, основывающиеся на общих правилах процесса обучения, и на основе, которых строится химическое обучение. Дидактические требования в обучении химии, выглядят следующим образом: научность, направленность, системность, систематичность, доступность, наглядность, действенность, воспитывающее обучение, развивающее обучение, интеграция и дифференциация [2]. Требование научности предполагает собой взаимосвязь и соответствие между игровой технологией и предметом биоорганической химии. Требование направленности говорит о том, что та или иная игровая технология или любая другая форма познавательной деятельности должна отвечать определенному общественному заказу, и далее разрешать задачи, поставленные перед социумом. Задачи такого характера, как этические, экономические, культурные, эстетические, гуманитарные, социологические, экологические и т.д. Требование системности предполагает совокупность всех используемых компонентов обучения химии, целостность обучения, воспитания и развития, учения и обучения, всех видов обучения, теоретического материала и

практического применения. Требование систематичности вбирает в себя все составляющие химического образования и реализует логическую связь между всеми компонентами науки химии. Требование доступности говорит о том, что у каждого обучающегося есть свои личностные психологические особенности и эмоциональный уровень развития, который необходимо учитывать при составлении познавательных технологий, так же подбирать посильный объем информации и содержание предмета. Требование наглядности предполагает наличие вербальных химических объектов, например, иллюстраций, шаростержневых моделей, и прочих объектов, которые позволяют дать наглядное представление о химических понятиях. Требование действенности трансформирует переход от теоретических знаний в идеи, мысли и убеждения, во время активного взаимодействия преподавателя и обучающегося [3]. Требование воспитывающего обучения означает формирование личности, соответствующей всем социальным и нравственным требованиям общества, формирование личности, отвечающей культурным и духовным нормам. Этот уровень достигается посредством решения задач экологического, мировоззренческого, экономического, эстетического и др. характера. Требование развивающего обучения реализует изменения в сознании обучающегося, его мыслей, идей, укрепляет его волевые навыки, память, помогает контролировать эмоции и инстинкты. У обучающегося появляются мотивы к более успешному образованию, к проявлению самостоятельности в процессе обучения органической химии, зарождается непосредственный интерес к химии, как к науке. Требование интеграции и дифференциации подразумевает под собой объединения различных понятий в одно единое знание по химии, одновременно различая инородные компоненты обучения.

Результаты и обсуждение. Нами был разработан алгоритм проведения дидактических игр, который состоит из следующих действий:

- 1) определить дидактическую цель;
- 2) разработать содержание дидактической игры;
- 3) акцентировать внимание на «занимательных свойствах» дидактической игры;
- 4) определиться с формой и названием дидактической игры;
- 5) определиться с продолжительностью дидактической игры;
- 6) разработать правила игры (количество участников, ход игры и т.д.);
- 7) разработать анонс игры;
- 8) при необходимости создать вспомогательные средства;
- 9) разработать критерии оценивания.

В качестве примера мы приведем вам разработку дидактической игры на тему «Химия

углеводов». Целью данной дидактической игры является: обучающая - закрепить теоретический материал по данной теме; развивающая – создать условия для логического мышления через сравнение и установление взаимосвязи строения и

свойств углеводов; воспитывающая – развитие способности самооценки результатов своего труда.

Дидактическая игра состоит из трех туров, указанных на рисунке 1.



Рисунок 1. этапы дидактической игры

Представленные дидактические игры в своем первоначальном состоянии, относятся к интеллектуальным задачам, поданным в занимательной форме, что облегчило закрепление и обобщение материала обучающимися. Дидактические игры воспитывают в участниках силу воли, интуицию, быстроту мышления, лидерство, уверенность, основанную на знании, логическом мышлении, неординарному подходу к делу, целеустремленности.

Итогом применения дидактической игры явилось решение поставленной учебной задачи, определения уровня достижения обучающимися в усвоении и применении знаний по биоорганической химии. Все структурные элементы дидактической игры были взаимосвязаны между собой.

Метод игровой технологии, а именно дидактические игры позволяет заинтересовать обучающихся в изучении биоорганической химии и способствует активному усвоению знаний и навыков, сбора, обработки и анализа информации, содержащей различные проблемные ситуации.

Список литературы

1. Селевко Г.К. Современные образовательные технологии: Учебное пособие. – М.: Народное образование, 2010. – 256 с.
2. Послание Президента Республики Казахстан Н. Назарбаева народу Казахстана «Казахстан в новой глобальной реальности: рост, реформы, развитие» от 30 ноября 2015 года, г. Астана.
3. Бордовский, В.А. Инновационные процессы в современной системе высшего педагогического образования. – СПб.: Изд-во РГПУ, 2012. – 357 с.

References

1. Selevko G.K. Modern educational technologies: Textbook. - M.: Public education, 2010. -- 256 p.
2. Message from the President of the Republic of Kazakhstan N. Nazarbayev to the people of Kazakhstan "Kazakhstan in a new global reality: growth, reforms, development" dated November 30, 2015, Astana.
3. Bordovsky, V.A. Innovative processes in the modern system of higher pedagogical education. - SPb.: Publishing house of the Russian State Pedagogical University, 2012. -- 357 p.

Yusifli F.Kh.*senior laboratory assistant of department
“Petrochemistry and chemical engineering”
Sumgait State University***Ramazanov G.A.***Doctor of Chemistry, professor of department
“Petrochemistry and chemical engineering”
Sumgait State University***Guliyev A.M.***Doctor of Chemistry, professor,
Corresponding member of Azerbaijan National Academy of Sciences,
Institute of Polymer Materials of Azerbaijan National Academy of Sciences*

COPOLYMERIZATION OF ALKYL- AND CYCLOALKYL-SUBSTITUTED METHYLENE DIOXOLANES WITH MALEIC ANHYDRIDE

Юсифли Фарида Халаддин кызы*диссертант, старший лаборант кафедры
«Нефти химии и химической технологии»,
Сумгаитский Государственный Университет***Рамазанов Гафар Абдуллы оглы***доктор химических наук, профессор кафедры
«Нефти химии и химической технологии»,
Сумгаитский Государственный Университет***Гулиев Абасгулу Мамед оглы***доктор химических наук, профессор,
член-корреспондент Национальной Академии Наук Азербайджана,
Институт полимерных материалов Национальной АН Азербайджана*

СОПОЛИМЕРИЗАЦИЯ АЛКИЛ- И ЦИКЛОАЛКИЛЗАМЕЩЕННЫХ МЕТИЛЕНДИОКСОЛАНОВ С МАЛЕИНОВЫМ АНГИДРИДОМ

Summary. The free radical copolymerization of alkyl- and cycloalkyl-substituted methylene dioxolanes with maleic anhydride in the presence of AIBN at 60°C in benzene solution has been carried out. The independence of composition of the obtained copolymers on composition of the initial mixture of comonomers has been established and the copolymerization constants and also the values of $Q-e$ parameters for initial monomers have been calculated. The complex-formation between comonomers has been revealed by a method of PMR spectroscopy and the corresponding equilibrium constants have been determined. The dependence of the initial copolymerization rate on molar fraction of methylene dioxolane in the mixture of comonomers has been studied.

Аннотация. Осуществлена свободнорадикальная сополимеризация алкил- и циклоалкилзамещенных метилendioксоланов с малеиновым ангидридом в присутствии ДАК при 60°C в растворе бензола. Установлена независимость состава полученных сополимеров от состава исходной смеси сомономеров и вычислены константы сополимеризации, а также значения $Q-e$ параметров для исходных мономеров. Методом ПМР-спектроскопии было выявлено комплексобразование между сомономерами и определены соответствующие константы равновесия. Изучена зависимость начальной скорости сополимеризации от мольной доли метилendioксолана в смеси сомономеров.

Key words: *methylene dioxolanes, free radical copolymerization, maleic anhydride, molecular complex*

Ключевые слова: *метилendioксоланы, свободнорадикальная сополимеризация, малеиновый ангидрид, молекулярный комплекс.*

ВВЕДЕНИЕ. Известно, что малеиновый ангидрид (МА) является активным сомономером акцепторного типа в процессе совместной полимеризации его с различными донорными мономерами. В результате такой сополимеризации всегда образуются сополимеры эквимолярного состава и чередующиеся структуры. При этом показано, что процесс сополимеризации сопровождается образованием между сомономерами молекулярных комплексов

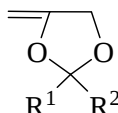
донорно-акцепторного типа [1-3]. Образование донорно-акцепторных комплексов наблюдалось при сополимеризации МА с различными кислородсодержащими виниловыми мономерами, в том числе метилendioксоланами [4]. В этих работах отмечается независимость состава сополимера от состава исходной смеси мономеров от продолжительности процесса и глубины превращения сомономеров. Другими словами особенностью процесса сополимеризации с МА

является образование молекулярных комплексов с участием электронных систем кратных связей сомономеров.

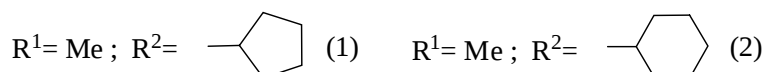
В данной работе представляются результаты совместной полимеризации алкил и циклоалкилзамещенных метилendioксолонов с МА. Учитывая тот факт, что донорно-акцепторные комплексы оказывают существенное влияние на

процесс сополимеризации и они значительно усиливают полярный эффект в реакции, мы сочли необходимым подробно исследовать рассматриваемый процесс.

В качестве объекта исследования были выбраны алкил и циклоалкилзамещенные метилendioксолоны общей формулы:



где:



Синтез этих соединений осуществлен нами в работе [5].

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Константа равновесия комплексообразования (K_p) нами определена по известным спектральным методом ПМР-спектроскопии.

ПМР-спектры снимались на спектрометре «Фурье» (частота 300 МГц) фирмы «Bruker» в растворе CCl_4 , внутренний стандарт — гексаметилдисилоксан, химические сдвиги сигналов приведены в шкале δ (м.д.). Чистоту синтезированных соединений определяли методом газожидкостной хроматографии на хроматографе ЛХМ-8МД.

Сополимеризация мономеров 1-4 с малениновым ангидридом.

Сополимеризацию осуществляли в однокамерной ампуле с двумя отводами в условиях, исключающих попадание влаги в систему. Для этого вначале ампулу откачивали, а для удаления следов влаги и остаточного кислорода ампулу нагревали на горелке. Затем продували азотом и в противотоке азота из сосуда Шленка

заливали рассчитанное количество соответствующего МА и ДАК в бензоле (0,5 мас.% от массы суммы мономеров). Ампулу запаивали и оставляли в термостате при 60°C на заданный промежуток времени. По окончании полимеризации ампулу вскрывали, а содержимое выливали в абсолютный серный или в петролейный эфир. Выпавшие сополимеры очищали переосаждением. Полученные сополимеры высушивали в вакуум-шкафу при $20-25^\circ\text{C}$. Состав полученных сополимеров вычисляли, исходя из данных о количестве ангидридных групп, определенных титрованием по методике, описанной в [6].

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Наличие факта совместной полимеризации алкил- и циклоалкилзамещенных метилendioксолонов с МА проведенных в условиях свободнорадикального инициирования в присутствии ДАК при 60°C в массе соответствующих мономеров подтверждено данными спектрального и химического анализов.

Таблица 1.

Сополимеризация алкил и циклоалкилзамещенных метилendioксолонов с малениновым ангидридом в массе (ДАК=0,2 масс.%, $t=60^\circ\text{C}$).

Метилendioксолоан	Содержание, моль. %		Продолжительность сополимеризации, мин	Конверсия, %	Скорость сополимеризации, % / мин	$[\eta]$ дл/г
	в исходной смеси, M_1	в сополимере, M_1				
2	80	53.2	7	12.6	1.8	0,46
	60	52.6	6	16.2	2.7	
	50	50.2	5	18.0	3.6	
	40	48.3	5	15.5	3.1	
	20	47.6	8	12.0	1.5	
4	80	53.6	8.8	12.0	1.9	0,36
	60	52.8	6.0	14.5	2.5	
	50	50.4	5.5	17.0	3.3	
	40	48.3	5.0	14.0	2.8	
	20	47.4	7.5	12.0	1.7	

Было установлено, что в условиях сополимеризации образования гомополимеров не наблюдается. При сополимеризации выбранных сомономеров с МА состав полученных сополимеров практически не зависит от соотношения исходных сомономеров и близок к эквимолярному.

На основании найденных значений состава сополимера в зависимости от состава исходной смеси, мы вычислили константы сополимеризации для исходных мономеров и Q - e -параметры характеризующие удельную активность исходных мономеров и полярность образующихся из них радикалов (таблица 2).

Таблица 2.

Константы сополимеризации (r_1 и r_2) и значение Q - e параметров для алкил- и циклоалкилзамещенных метилendiоксоланов

Метилendiоксолан	r_1	r_2	$r_1 \cdot r_2 \cdot 10^3$	$-e_1^*$	$Q_1 \cdot 10^2$
1	0.032	0.017	0.5	0.50	0.039
2	0.036	0.019	0.6	0.47	0.038
3	0.028	0.014	0.3	0.60	0.025
4	0.040	0.013	0.5	0.50	0.040

* – для МА $e_2=2,25$; $Q_2=0,23$

Как следует из данных таблицы 2, найденные значения констант сополимеризации и Q - e параметры позволяют сделать вывод о чередующейся структуре сомономерных звеньев в цепи макромолекулы сополимера.

С целью выявления характера образующихся комплексов был использован метод ПМР-спектроскопии. Наблюдаемый в ПМР-спектрах химический сдвиг протонов МА в растворе циклогексана составляет $\delta=6,70$ м.д. При добавлении к раствору МА в циклогексане мономеров **1-4** как донорных компонентов этот сигнал смещается в область сильного поля относительно сигнала протонов МА в нейтральном растворителе. Изменение химического сдвига

протонов МА с добавлением мономеров **1-4** объясняется образованием донорно-акцепторного комплекса. Образование комплексов в упомянутых мономерных смесях находит свое отражение в характерных особенностях протекания процесса сополимеризации, где наблюдается окрашивание смеси в желтый цвет.

Для определения значений констант комплексообразования между сомономерами K_p применили уравнение Бенеша-Гильдербранда-Кетелаара [7]. Эксперименты проводили при избытке донорного мономера. Концентрацию метилendiоксоланов варьировали в интервале 0,5-2,11 моль/л, концентрация же МА составляла 0,025 моль/л.

$$\frac{1}{\Delta} = \frac{1}{K_p \cdot \Delta_k} \cdot \frac{1}{[D]} + \frac{1}{\Delta_k}$$

$\Delta=(\delta_{\text{набл.}}-\delta_{\text{исх.}})$	–	наблюдаемое изменение химсдвига протонов акцептора;
$[D], [A]$	–	концентрация донорного и акцепторного мономера;
$\delta_{\text{набл.}}-\delta_{\text{исх.}}$	–	химсдвиги протонов акцепторного мономера в нейтральном растворителе и в присутствии донорного мономера;
Δ_k	–	разность химсдвигов протонов акцепторного мономера в недиссоциированном комплексе и нейтральном растворителе;

На основании полученных данных строили график зависимости $1/\Delta$ от $1/[D]$ при условии $[D] \gg [A]$ и опреляли значение K_p . Найденные методом ПМР-спектроскопии данные представлены в таблице 3.

Таблица 3.

Результаты ПМР-исследований при определении констант комплексообразования.

№	Шифр метилendiоксолана	$[D]$, моль/л	Δ , м.д.	$1/[D]$, л/моль	$1/\Delta$, м.д. ⁻¹	K_p , л/моль
1	2	0,25	4,0/60	4,0	15,0	0,24
2		0,5	7,5/60	2,0	8,0	
3		1,0	14/60	1,0	4,3	
4		1,9	19/60	0,53	3,2	
5	4	0,25	6,0/60	4,0	10,0	0,18
6		0,5	11,5/60	2,0	5,2	
7		1,0	21/60	1,0	2,8	
8		1,9	33/60	0,53	1,8	

Наблюдаемая прямолинейная зависимость Δ/D от Δ дает основание предполагать, что состав комплекса соответствует 1:1. Полученные значения K_p для исследуемых систем имеют величины в

интервале 0,36-0,46 л/моль, что характеризует образование в данных системах слабых молекулярных комплексов.

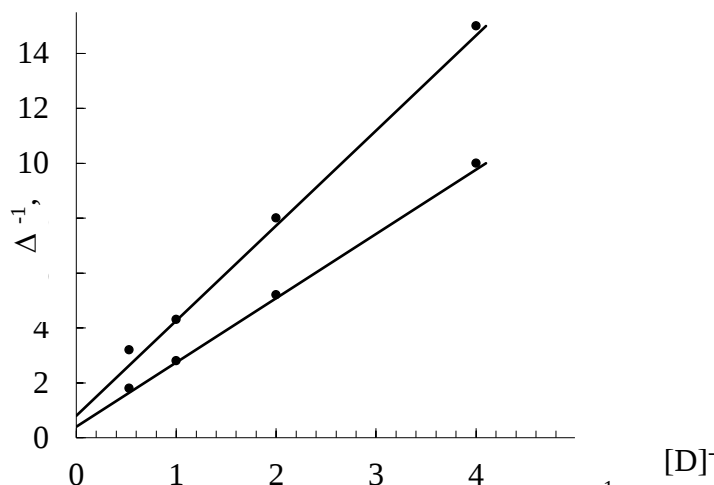


Рисунок 1. Зависимость изменения химсдвигов протонов МА от концентрации донорного мономера: 2 (а) и 4 (б).

Вообще-то, сополимеризация с участием МА в условиях донорного-акцепторного взаимодействия сомономеров дает возможность, во-первых: синтезировать, сополимеры, недоступные при обычной радикальной бинарной сополимеризацией виниловых мономеров; во-вторых: получить сополимеры, в макромолекулах которых сомомеры располагаются в строго чередующемся положении.

Следует подчеркнуть, что общая скорость сополимеризации в условиях наличие донорно-

акцепторного взаимодействия между сомономерами зависит от соотношения мономеров в исходной смеси и в большинстве случаев имеет максимальное значение только в случае использования смеси эквимольного состава, что указывает на преимущественное участие комплексов в процессе сополимеризации (рис.2). Действительно, как следует из данных таблицы 1, максимальная скорость сополимеризации достигается при эквимольном соотношении донорного и акцепторного мономеров.

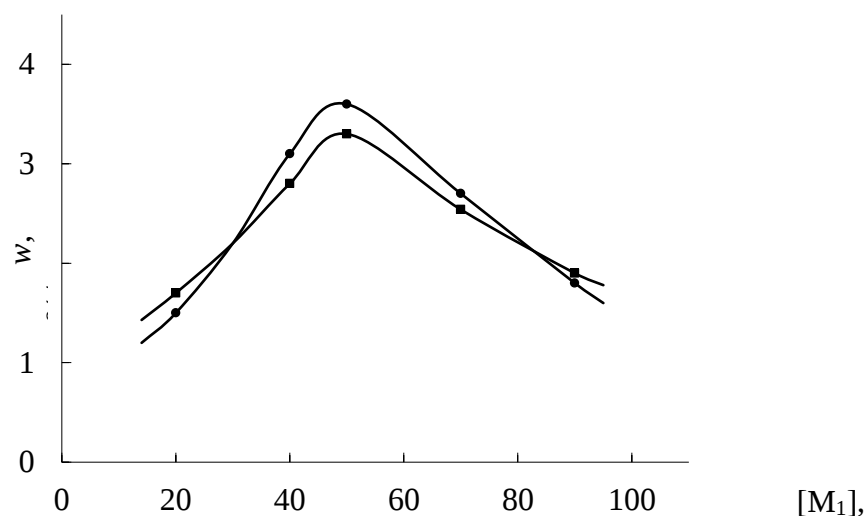


Рисунок 2. Зависимость скорости сополимеризации мономеров 2 (а) и 4 (б) с МА от содержания мономеров в исходной смеси.

Структура макромолекулярной цепи полученных сополимеров при низких конверсиях

(до 20%) изучена методом ИК-спектроскопии (рассмотрены изменения в области 1900-1600 см^{-1}). В спектрах сополимеров появляются полосы поглощения при 1730 см^{-1} , которые отнесены к карбонильной группе (-C=O), образовавшейся при раскрытии диоксоланового цикла. При этом обнаружено, что интенсивность полосы поглощения двойной связи метиленовой группы при 1640 см^{-1} , имеющейся в метилendioксолане, уменьшается во время сополимеризации. Это позволяет предположить, что во время сополимеризации в основную цепь полученных сополимеров входят звенья диоксоланового мономера как линейной структуры (раскрытые диоксолановые циклы), так и нераскрытые диоксолановые циклы.

Имеющиеся в ИК-спектрах полученных сополимеров полосы поглощения при 1775 см^{-1} и 1840 см^{-1} , характерные карбонильной группе в ангидридных циклах, свидетельствуют о наличии в макромолекулах сополимера звеньев МА.

Для подтверждения сделанного вывода относительно структуры полученных сополимеров были сняты их ПМР-спектры. При рассмотрении ПМР-спектров полученных сополимеров легко можно заметить, что макромолекулы сополимеров содержат в цепи звенья метилendioксолана в раскрытой и нераскрытой формах. ПМР-спектры сополимеров не содержат сигналов при $\delta=4,25\text{--}4,40$ м.д., характерных для протонов метиленовой двойной связи, имеющейся в исходных мономерах. В то же время имеются мультиплетные сигналы в интервалах 2.2–3.1 м.д. и 3.4–4.2 м.д., характерные метиленовым протонам, находящимся у карбонильной группы и простой эфирной связи (в циклическом фрагменте) соответственно.

Таким образом данные ИК- и ПМР-спектров позволяют считать, что процесс сополимеризации протекает с промежуточным образованием донорно-акцепторных комплексов между сомономерами и имеют в структуре макромолекулярной цепи смешанные – циклические и линейные звенья.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гурьянова Е.Н., Гольдштейн И.П., Ромм И.П. Донорно-акцепторная связь. / М.: Химия, 1973, 398 с.
2. Праведников А.Н., Новиков С.Н. О роли комплексов с переносом заряда в радикальной полимеризации. // Высокомолек. соед. 1971, т.13(А), № 6, с.1404-1413
3. Голубев В.Ш. Механизм чередующейся сополимеризации. // Высокомолек. Соед. 1994, т.36, № 2, с.298-319
4. Şahnəzərli R.Z., Aliyeva Ş.N., Ramazanov Q.Ə., Quliyev A.M. Vinil hemdixlortsiklopropil efirinin və onun tsiklik asetalının sintezi və malein anhidridi ilə birgəpolimerləşməsi. // Kimya problemləri. 2015, № 3, s.227-234
5. Farida Yusifli, Gafar Ramazanov and Abasgulu Guliyev. Synthesis and Free-Radical Thiilation (Addition of Thiophenols) of Unsaturated Cyclic Acetals. // J. Chem. Chem. Eng. 2019, v.13, N 2, p.76-81
6. Торопцева А.М., Белгородская К.В., Бондаренко В.М. Лабораторный практикум по химии и технологии высокомолекулярных соединений. Л.: Химия, 1972. 415 с.
7. Руководство к практическим работам по химии полимеров. / Под ред. В.С.Иванова. Изд-во ЛГУ им. А.А.Жданова, Ленинград, 1982, с.7-17

#10(62), 2020 часть 8

Восточно Европейский научный журнал

(Санкт-Петербург, Россия)

Журнал зарегистрирован и издается в России В журнале публикуются статьи по всем научным направлениям.

Журнал издается на русском, английском и польском языках.

Статьи принимаются до 30 числа каждого месяца.

Периодичность: 12 номеров в год.

Формат - A4, цветная печать

Все статьи рецензируются

Бесплатный доступ к электронной версии журнала.

Редакционная коллегия

Главный редактор - Адам Барчук

Миколай Вишневецки

Шимон Анджеевский

Доминик Маковски

Павел Левандовски

Ученый совет

Адам Новицки (Варшавский университет)

Михал Адамчик (Институт международных отношений)

Питер Коэн (Принстонский университет)

Матеуш Яблоньски (Краковский технологический университет имени Тадеуша Костюшко)

Петр Михалак (Варшавский университет)

Ежи Чарнецкий (Ягеллонский университет)

Колуб Френнен (Тюбингенский университет)

Бартош Высоцкий (Институт международных отношений)

Патрик О'Коннелл (Париж IV Сорбонна)

Мацей Качмарчик (Варшавский университет)

#10(62), 2020 part 8

Eastern European Scientific Journal

(St. Petersburg, Russia)

The journal is registered and published in Russia

The journal publishes articles on all scientific areas.

The journal is published in Russian, English and Polish.

Articles are accepted till the 30th day of each month.

Periodicity: 12 issues per year.

Format - A4, color printing

All articles are reviewed

Free access to the electronic version of journal

Editorial

Editor-in-chief - Adam Barczuk

Mikolaj Wisniewski

Szymon Andrzejewski

Dominik Makowski

Pawel Lewandowski

Scientific council

Adam Nowicki (University of Warsaw)

Michal Adamczyk (Institute of International Relations)

Peter Cohan (Princeton University)

Mateusz Jablonski (Tadeusz Kosciuszko Cracow University of Technology)

Piotr Michalak (University of Warsaw)

Jerzy Czarnecki (Jagiellonian University)

Kolub Frennen (University of Tübingen)

Bartosz Wysocki (Institute of International Relations)

Patrick O'Connell (Paris IV Sorbonne)

Maciej Kaczmarczyk (University of Warsaw)

**Давид Ковалик (Краковский
технологический университет им. Тадеуша
Костюшко)**

**Питер Кларквуд (Университетский
колледж Лондона)**

Игорь Дзедзич (Польская академия наук)

**Александр Клиmek (Польская академия
наук)**

**Александр Роговский (Ягеллонский
университет)**

Кехан Шрайнер (Еврейский университет)

**Бартош Мазуркевич (Краковский
технологический университет им. Тадеуша
Костюшко)**

Энтони Маверик (Университет Бар-Илан)

**Миколай Жуковский (Варшавский
университет)**

**Матеуш Маршалек (Ягеллонский
университет)**

**Шимон Матысяк (Польская академия
наук)**

**Михал Невядомский (Институт
международных отношений)**

Главный редактор - Адам Барчук

**Dawid Kowalik (Kracow University of
Technology named Tadeusz Kościuszko)**

Peter Clarkwood (University College London)

Igor Dziedzic (Polish Academy of Sciences)

**Alexander Klimek (Polish Academy of
Sciences)**

Alexander Rogowski (Jagiellonian University)

Kehan Schreiner (Hebrew University)

**Bartosz Mazurkiewicz (Tadeusz Kościuszko
Cracow University of Technology)**

Anthony Maverick (Bar-Ilan University)

Mikołaj Żukowski (University of Warsaw)

Mateusz Marszałek (Jagiellonian University)

**Szymon Matysiak (Polish Academy of
Sciences)**

**Michał Niewiadomski (Institute of
International Relations)**

Editor in chief - Adam Barczuk

1000 экземпляров.

Отпечатано в ООО «Логика+»

198320, Санкт-Петербург,

Город Красное Село,

ул. Геологическая,

д. 44, к. 1, литера А

«Восточно Европейский Научный Журнал»

Электронная почта: info@eesa-journal.com,

<https://eesa-journal.com/>

1000 copies.

Printed by Logika + LLC

198320, Region: St. Petersburg,

Locality: Krasnoe Selo Town,

Geologicheskaya 44 Street,

Building 1, Litera A

"East European Scientific Journal"

Email: info@eesa-journal.com,

<https://eesa-journal.com/>