

Խ.ԱԲՈՎՅԱՆԻ ԱՆՎԱՆ ՀԱՅԿԱԿԱՆ
ՊԵՏԱԿԱՆ ՄԱՆԿԱՎԱՐԺԱԿԱՆ
ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ



АРМЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. Х.АБОВЯНА

ARMENIAN STATE PEDAGOGICAL
UNIVERSITY AFTER
KH. ABOVYAN

ԳԻՏԱԿԱՆ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ

SCIENTIFIC NEWS

N 1 (20)

ԵՐԵՎԱՆ

ЕРЕВАН 2014 YEREVAN

Խմբագրական խորհուրդ

Միրզախանյան Ռ. Կ. – Խմբագրական խորհրդի նախագահ

Բաբախանյան Ա. Վ. – Գլխավոր խմբագիր

Հովակիմյան Ս.Ա – Պատասխանատու քարտուղար

Բրուտյան Գ. Ա.	—	ՀՀ ԳԱԱ ակադեմիկոս
Բաղդասարյան Գ. Ե.	—	ՀՀ ԳԱԱ ակադեմիկոս
Դավթյան Մ. Ա.	—	ՀՀ ԳԱԱ ակադեմիկոս
Դոլուխանյան Ա. Գ.	—	ՀՀ ԳԱԱ թղթակից անդամ
Ղազարյան Է. Մ.	—	ՀՀ ԳԱԱ ակադեմիկոս
Ղուկասյան Ա.Ա.	—	պրոֆեսոր
Շահինյան Ա. Ա.	—	ՀՀ ԳԱԱ ակադեմիկոս

Խմբագրական կոլեգիա

Գևորգյան Ս., Երեմյան Ա., Վարդանյան Կ., Պետրոսյան Հ., Դանիելյան Կ.,
Խուրդյան Ս., Գալստյան Ա., Թանգամյան Տ., Դեմիրխանյան Գ.,
Եղիազարյան Ա., Ազարյան Ռ., Թադևոսյան Գ., Հարությունյան Հ.,
Հոբոսյան Ն., Հարությունյան Գ., Յավուրյան Շ., Սարգիսյան Ի.

ԳԻՏԱԿԱՆ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ

(Բնական գիտություններ), № 1 (20), 2014

Խ. Աբովյանի անվան հայկական պետական մանկավարժական համալսարան
Գիտական տեղեկագիր №1 (20), Մանկավարժ հրատ., - Երևան, - 2014թ.: 129 էջ:

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

ՔԻՄԻԱ

*Ս.Ա.ՄԵԼԻՔՅԱՆ, Ս.Ա.ՀՈՎԱԿԻՍՅԱՆ, Ա.Վ.ԲԱԲԱԽԱՆՅԱՆ,
Ժ.Ռ.ԲԱԲԱՅԱՆ* ՀԱՄԱԽԱՌՆՈՒՐԴՆԵՐԻ ՀԱԿԱՄԱՆԷԱՅԻՆ
ԱԿՏԻՎՈՒԹՅԱՆ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆԸ ԳՐԱՄԴՐԱԿԱՆ
ԵՎ ԳՐԱՄԲԱՑԱՍԱԿԱՆ ՄԻԿՐՈՐԳԱՆԻԶՄՆԵՐԻ
ՆԿԱՏՄԱՍԲ.....5

*Ն.Գ.ՀՈՐՈՍՅԱՆ, Լ.Մ.ԳԵՆՋՈՅԱՆ, Հ.Ս.ՆԵՐՍԻՍՅԱՆ,
Վ.Վ.ՀԱԿՈՐՅԱՆ, Ք.Վ.ԲԱԼՅԱՆ, Ժ.Ա.ՉՈՐԱՆՅԱՆ* ՍՆԴԻԿԻ
ԴԻԱԼԿԻՆԻԼԱԾԱՆՅՈՒՅԱԼՆԵՐԻ ԵՎ ՏԵՂԱԿԱԼՎԱԾ ՉՀԱԳԵՑԱԾ
ԴԻԿԵՏՈՆՆԵՐԻ ՄԻՆԹԵԶ ՊՐՈՊԱՐԳԻԼԱՅԻՆ ՄԻԱՑՈՒԹՅՈՒՆ-
ՆԵՐԻ ՀԻՄՆԱՆ ՎՐԱ.....14

*Ա.Խ.ԳՅՈՒԼՆԱԶԱՐՅԱՆ, Տ.Ա.ՍԱՀԱԿՅԱՆ, Գ.Տ.ՍԱՐԳՍՅԱՆ,
Զ.Վ.ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ, Ն.Հ.ՍԱՐԳՍՅԱՆ, Գ.Մ.ՍՏԵՓԱՆՅԱՆ,
Ռ.Վ.ՊԱՐՈՆԻԿՅԱՆ* ՀԵՏԵՐՈՑԻԿԼԻԿ ԱՄՈՆԻՈՒՄԱՅԻՆ ԽՄԲԻ
ՀԵՏ ՄԵԿՏԵՂ 2-ԲՈՒՏԻՆԻԼԵՆԱՅԻՆ ԵՎ 2,3-ԴԻԲՐՈՍ-2-
ԲՈՒՏԵՆԻԼԵՆԱՅԻՆ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԽՈՒՄԲ ՊԱՐՈՒՆԱԿՈՂ 1,4-
ԲԻՍԱՍՈՆԻՈՒՄԱՅԻՆ ԱՂԵՐԻ ՀԱԿԱԲԱԿՏԵՐԻԱԼ
ԱԿՏԻՎՈՒԹՅՈՒՆԸ.....21

ԿԵՆՍԱԲԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

*Ռ.Գ.ՍԱՆԳԱՍԱՐՅԱՆ, Ա.Մ.ԱՍՏՏՐՅԱՆ, Ս.Կ. ՄԵՍՅՈՆՈՎԱ
FASCIOLA, ECHINOCOCCUS և TRICHINELLA* ՍԵՌԻ
ՀԵԼՄԻՆԹԵՐԻ ԴՆԹ-Ի ՏԱՐԲԵՐԱԿՈՒՄԸ ՊՈԼԻՄԵՐԱԶԱՅԻՆ

ՇՂԹԱՅԱԿԱՆ ՌԵԱԿՑԻԱՆԵՐԻ ԿԻՐԱՌՄԱՍԲ.....31

Ա.Մ.ԱՍՍՏՐՅԱՆ, Ռ.Գ.ՄԱՆԳԱՍՏԱՐՅԱՆ HETERAKIS GALLINARUM (GMELIN, 1790) – ՕՐԳԱՆՆԵՐԻ ԵՎ ՀՅՈՒՍՎԱԾՔՆԵՐԻ ՄՈՐՖՈՖՈՒՆԿՑԻՈՆԱԼ ՓՈՓՈԽՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ՄԵՂԱՄԻՆ (BMK) ՀԱԿԱՀԵԼՄԻՆԹԱՅԻՆ ՊԱՏՐԱՍՏՈՒԿԻ ՓՈՐՁԱՐԿՈՒՄԻՑ ՀԵՏՈ.....41

Գ.Ք.ՄՈՒՇԵՂՅԱՆ, Հ.Ս.ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ, Գ.Մ.ԱՐԱՋՅԱՆ, Վ.Ռ.ՍԱՐԳՍՅԱՆ, Ի.Ա.ԴԱՆԻԵԼՅԱՆ, Ա.Վ.ԶԱՂԻՆՅԱՆ, Հ.Վ.ԱՐԵՍՏԱԿԵՍՅԱՆ, Ֆ.Տ.ՖԱՀՐԱԴՅԱՆ ՀՂԻՈՒԹՅԱՆ ԶԱՐԳԱՑՄԱՆ ԸՆԹԱՑՔՈՒՄ ԱՌՆԵՏՆԵՐԻ ԻՆՏԵՐԱՏԻՎ ՑՈՒՑԱՆԻՇՆԵՐԻ ՓՈՓՈԽՈՒԹՅԱՆ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒՄԸ.....49

ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱ, ՖԻԶԻԿԱ

Գ.Ռ.ՂՈՒԼՂԱԶԱՐՅԱՆ, Լ.Գ.ՂՈՒԼՂԱԶԱՐՅԱՆ ՓՈՓՈԽԱԿԱՆ ԿՈՐՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԱԶԱՏ ԾԱՅՐԵՐՈՎ ԱՆՄՈՄԵՆՏ ԳԼԱՆԱՅԻՆ ԹԱՂԱՆԹԻ ՍԵՓԱԿԱՆ ԻՆՏԵՐՖԵՅՍ ԵՎ ԵԶՐԱՅԻՆ ՏԱՏԱՆՈՒՄՆԵՐԸ.....62

Զ. Լ. ՄՐԱՊԻՈՆՅԱՆ ԿԱՄԱՅԱԿԱՆ ՈՒՂՂՈՐԴ ԿՈՐՈՎ ԲԱՑ ԱՆՄՈՄԵՆՏ ՕՐԹՈՏՐՈՊ ԳԼԱՆԱՅԻՆ ԹԱՂԱՆԹԻ ՍԵՓԱԿԱՆ ՏԱՏԱՆՈՒՄՆԵՐԸ, ԵՐԲ ԾԱՅՐԵՐԸ ԱԶԱՏ ԵՆ, ԻՄԿ ԵԶՐԱՅԻՆ ԾՆԻՉՆԵՐԸ ԿՈՇՏ ԱՄՐԱԿՑՎԱԾ.....86

Ս. Ս. ՍԱՐԳՍՅԱՆ ԴԻԷԼԵԿՏՐԻԿԱԿԱՆ ՊՐՈՑԵՍՆԵՐԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒՄԸ ԲԱՐՁՐ ԵՎ ՑԱԾՐ ՃՆՇՈՒՄԱՅԻՆ ՊՈԼԻԷԹԻԼԵՆՆԵՐՈՒՄ.....110

ԱՇԽԱՐՀԱԳՐՈՒԹՅՈՒՆ

Ս.Զ.ԿՐՈՅԱՆ ԱՐԱՐԱՏՅԱՆ ՀԱՐԹԱՎԱՅՐԻ ԱՂՈՒՏ ՀՈՂԵՐԻ ԾԱԳՈՒՄՆԱԲԱՆԱԿԱՆ ԱՌԱՋՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ԵՎ ԲԱՐԵԼԱՎՈՒՄԸ119

ИЗУЧЕНИЕ АНТИМИКРОБНОЙ АКТИВНОСТИ КОМПОЗИЦИЙ
В ОТНОШЕНИИ ГРАМПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ И
ГРАМОТРИЦАТЕЛЬНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ

С. А. МЕЛИКЯН¹, С. А. ОВАКИМЯН², А. В. БАБАХАНИЯН,
Ж. Р. БАБАЯН²

¹Армянский государственный педагогический университет

им. Х. Абовяна, 0010, Ереван, пр. Тигран Меци 17

e-mail: stella.melikyan@mail.ru

²НИИ эпидемиологии, вирусологии и медицинской паразитологии

им. А.Б. Алексаняна МЗ Республики Армения, 0060, Ереван, ул. Худякова 1

e-mail: melikandreasyan@mail.ru

Поступила в редакцию 10 декабря 2013г.

Проблема микробного загрязнения объектов окружающей среды требует создания новых эффективных бактерицидных средств широкого спектра действия. С этой целью получены и изучены новые 21 композиции, содержащие в составе витамин С, катионное поверхностно-активное вещество катамин АБ и пероксид водорода в сочетании с хлоридом меди(II). Установлена антимикробная активность композиций в отношении эталонных штаммов кишечной палочки (шт. 1257) и золотистого стафилококка (шт. 906). Выявлена зависимость бактерицидного действия от процентного содержания компонентов. Полученные результаты свидетельствуют, что наряду со снижением активно действующих концентраций витамина С и пероксида водорода гибель изученных микроорганизмов наступает быстрее. Показана перспективность применения изученных соединений в составе дезинфицирующих средств.

Ключевые слова: патогенные и условнопатогенные микроорганизмы, чувствительность, дезинфицирующие средства,

четвертичные аммониевые соединения, пероксид водорода, витамин С, бактерицидная активность, грамположительные и грамотрицательные микроорганизмы

В настоящее время при решении задач по гарантированной санитарной обработке потенциальных источников микробного загрязнения объектов окружающей среды, а также достижения и поддержания асептических условий, важная роль принадлежит дезинфицирующим мероприятиям с использованием бактерицидных веществ. Проблема микробного загрязнения, связанна с массовым размножением на антропогенных субстратах или средах необычно большого количества микроорганизмов и приобретения ими патогенных свойств. Для обоснованного и эффективного создания указанных средств необходимо в первую очередь знать качественные и количественные характеристики потенциальных источников патогенной микрофлоры, видовой состав и концентрацию микроорганизмов.

Известно, что поверхностно-активные вещества (ПАВ) способны подавлять факторы патогенности бактерий, что определяет целесообразность их применения в борьбе с резистентными формами патогенных и условнопатогенных возбудителей инфекций. Антимикробная активность ПАВ обусловлена наличием в структуре определенных молекулярных подструктур- фармакофоров.

Использование для этих целей поверхностно-активных четвертичных аммониевых соединений (ЧАС) вызвано их выраженной бактерицидной активностью и вполне оправдано с учетом проявления эффекта повышения проницаемости клеточных мембран под действием различных концентраций и времени воздействия. Большинство ЧАС получают с хорошими выходами, их водные растворы проявляют бактерицидную активность в отношении грамположительных и грамотрицательных микроорганизмов [1] и в сочетании с веществами, приводящими к усилению действия, могут найти применение в качестве эффективных дезинфицирующих средств [2].

Эффективность проводимых дезинфекционных мероприятий резко снижается в связи с возникновением и увеличением

хлораминорезистентных форм микроорганизмов.

Возникновение резистентности определяют как появление субпопуляции микроорганизмов для которых минимальная бактерицидная концентрация, вызывающая гибель бактерий через определенный период времени приостанавливает рост микроорганизмов, выше, чем для исходного штамма. Микроорганизмы могут стать устойчивыми к антибактериальным препаратам в результате мутации, трансдукции, переноса генетического материала или генной индукции.

Проведенные за последние годы исследования выявили высокий процент устойчивых и среднеустойчивых к хлорамину штаммов в популяциях микроорганизмов, циркулирующих на территории Армении [3].

В борьбе с резистентными патогенными и условно-патогенными возбудителями инфекций могут быть успешно использованы катионные ПАВ, которые обладают сильными мембранотропными свойствами.

Известный дезинфицирующий препарат катамин АБ, широко применяемый в медицинской практике, в зависимости от концентрации является ингибитором β -лактамазы или оказывает влияние на проницаемость клеточных стенок бактерий.

С учетом представленных данных и с целью борьбы с резистентностью микроорганизмов интерес представляет создание многокомпонентных антимикробных средств. Вполне удовлетворительные результаты получены, в частности, описанные в литературе бактерицидные средства на основе витамина С и пероксида водорода (ПВ). Повышение активности в бактерицидных растворах проявляется вследствие каталитического распада в водной среде ПВ – источника свободных радикалов.

Установлено, что эффективность действия бактерицидных средств может быть усилена за счет введения металлов переменной валентности и создания композиций с использованием ПАВ различного строения.

Объектом исследования служили эталонные штаммы кишечной палочки (шт. 1257) и золотистого стафилококка (шт. 906). Антимикробную активность композиций 1 - 21 определяли методом обеззараживания батистовых тест – объектов размером 5×10 мм,

обсемененных взвесью микробной культуры, приготовленной на стерильной водопроводной воде, содержащей 2 млрд. микробных клеток в 1 мл, из расчета 20 мл суспензии на 50 штук батистов. В опытах использовали бактерии в виде суспензии суточных культур. Контаминированные тест – объекты, подвергнутые воздействию дезинфицирующей композиции (из расчета на каждый тест – объект 0.5 мл раствора), после истечения определенного времени (5, 10, 15, 20, 25 и 30 минут) отмывали в растворе нейтрализатора (0.1 % раствор сульфанола), стерильной водопроводной воде и помещали в пробирки с мясо пептонным бульоном. Посевы с культурами бактерий выращивали в термостате при температуре 37°C в течение 7 суток. О наличии роста судили по помутнению бульона. Окончательные результаты учитывали после посева на твердые питательные среды и микроскопирования мазков, приготовленных с проросших колоний.

В целях повышения долговечности изделий в процессе их эксплуатации наряду с высокотемпературной обработкой весьма важно осуществление стерилизации и дезинфекции при низких температурах с применением химических веществ, в частности пероксидов [4,5]. Бактерицидное действие безвредного в экологическом отношении и широко применяемого в медицине ПВ (3% водный раствор) в отношении кишечной палочки и золотистого стафилококка проявляется при экспозициях 25 и 30 минут соответственно.

Таблица 1

Бактерицидная активность композиций на основе ПВ, витамина С и ионов меди(II)

Ком- по- зиции	Состав компонентов	Концентрации компонентов, %	Время гибели микроорганизмов, минут	
			Кишечная палочка	Золотистый стафилококк
1	ПВ Витамин С	3 3	10	15
2	ПВ Витамин С	1.5 1.5	15	25

3	ПВ Витамин С CuCl ₂ · 2H ₂ O	1.5 1.5 1.5	10	15
4	ПВ Витамин С CuCl ₂ · 2H ₂ O	1.5 1.5 1	10	15
5	ПВ Витамин С CuCl ₂ · 2H ₂ O	1.5 1.5 0.5	5	5
6	ПВ Витамин С CuCl ₂ · 2H ₂ O	1.5 1.5 0.1	15	15
7	ПВ Витамин С CuCl ₂ · 2H ₂ O	0.75 0.75 1	15	20
8	ПВ Витамин С CuCl ₂ · 2H ₂ O	0.75 0.75 0.5	10	10
9	ПВ Витамин С CuCl ₂ · 2H ₂ O	0.75 0.75 0.1	20	20
10	ПВ Витамин С CuCl ₂ · 2H ₂ O	0.375 0.375 1	20	25
11	ПВ Витамин С CuCl ₂ · 2H ₂ O	0.375 0.375 0.5	15	20
12	ПВ Витамин С CuCl ₂ · 2H ₂ O	0.375 0.375 0.1	25	25
13	ПВ Витамин С CuCl ₂ · 2H ₂ O	0.187 0.187 1	30	>30
14	ПВ Витамин С CuCl ₂ · 2H ₂ O	0.187 0.187 0.5	25	30
15	ПВ Витамин С CuCl ₂ · 2H ₂ O	0.187 0.187 0.1	>30	>30

Таблица 2

Бактерицидная активность композиций на основе ПВ, витамин С,
ионов меди(II) и катамина АБ

Ком- по- зиции	Состав компонентов	Концентрации компонентов, %	Время гибели микроорганизмов, минут	
			Кишечная палочка	Золотистый стафилококк
16	ПВ Витамин С CuCl ₂ · 2H ₂ O Катамин АБ	0.75 0.75 0.5 0.025	10	10
17	ПВ Витамин С CuCl ₂ · 2H ₂ O Катамин АБ	0.75 0.75 0.5 0.01	20	20
18	ПВ Витамин С CuCl ₂ · 2H ₂ O Катамин АБ	0.375 0.375 0.5 0.025	15	15
19	ПВ Витамин С CuCl ₂ · 2H ₂ O Катамин АБ	0.375 0.375 0.5 0.01	25	25
20	ПВ Витамин С CuCl ₂ · 2H ₂ O Катамин АБ	0.187 0.187 0.5 0.025	15	20
21	ПВ Витамин С CuCl ₂ · 2H ₂ O Катамин АБ	0.187 0.187 0.5 0.01	30	30

Учитывая результаты ранее проведенных исследований [6, 7] и с целью получения новых бактерицидных средств нами изучены антимикробная активность композиций 1-15 в составе витамина С и ПВ, катализируемого ионами меди (II), а также 16-21 с добавлением ПАВ-катамина АБ.

Полученные экспериментальные результаты (табл. 1, 2) свидетельствуют о проявлении бактерицидного действия

полученных композиций в отношении эталонных штаммов кишечной палочки (шт. 1257) и золотистого стафилококка (шт. 906). Время гибели микроорганизмов находится в зависимости от процентного содержания компонентов в составе композиций. Из данных, приведенных в табл. 1 следует, что добавление хлорида меди (II) к ПВ (в сочетании с витамином С) вызывало повышение антимикробной активности. При сравнении полученных результатов изучения композиций 6 и 12 (табл. 1) следует, что при разведении растворов основных компонентов в 4 раза время гибели указанных микроорганизмов наступает в течение 25 минут, а по сравнению с 3% раствором ПВ действие композиций 8 (табл. 1) и 16 (табл. 2) наступает соответственно в 2.5 и 3 раза быстрее.

Введение в состав композиций катамина АБ сказывается на антимикробном действии. Как видно из данных, приведенных табл. 2 в случае композиции 19 наблюдается некоторое усиление активности. Следует учесть, что катамин АБ в концентрации 0.01% не оказывает бактерицидного действия в течение 30 минут. Усиление антимикробной активности выявлено в случае композиции 16 (табл. 2). Установлено, что наряду со снижением активно действующих концентраций витамина С и ПВ гибель кишечной палочки и золотистого стафилококка наступает в течение 10 минут.

Проведенные исследования показали перспективность применения изученных соединений в дезинфицирующих средствах с целью усиления их бактерицидного действия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабахаян А.В. Ученые записки АГПУ им. Х. Абовяна, 2012, N 2 (17) с. 14-21.
2. А.В. Бабахаян, Ю.Т. Алексанян, М.О. Манукян, Ж.Р. Бабаян Актуальные вопросы эпидемиологии инфекционных болезней, Материалы научно-практич. конф. с международным участием, Ереван, 2009, с. 22-24.
3. Ж.Р. Бабаян, Ю.Т. Алексанян, А.В. Маргарян, А.Э. Казарян, А.В. Бабахаян, Мед. наука Армении НАН РА, N 2, 72 (2011), с. 72-76.

4. Бабаян Ж.Р., Бабаханян А.В., Тавадян Л.А., Матер. 2-ой Российской науч.конф. с международным участием, М., 1999, с. 30.
5. Navid Omidbakhsh American Journal of Infection Control, 2006, vol.34, iss.9, pp.571-577.
6. А.В. Бабаханян, М.О. Манукян, Ж.Р. Бабаян, Ю.Т. Алексанян, А.В. Маргарян, А.Э. Казарян, Мед. наука Армении НАН РА, 2014, т. 54, N 1, с. 46-54.
7. Бабаханян А.В., Овакимян С.А., Бабаян Ж.Р., Алексанян Ю.Т., Казарян А.Э., Маргарян А.В., Актуальные вопросы эпидемиологии, Материалы научно-практич. конф. с международным участием, Ереван, 2013, с. 76-78.

ԱՄՓՈՓՈՒՄ

ՀԱՄԱԽԱՌՆՈՒՐԴՆԵՐԻ ՀԱԿԱՄԱՆՐԷԱՅԻՆ ԱԿՏԻՎՈՒԹՅԱՆ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆԸ ԳՐԱՄԴՐԱԿԱՆ ԵՎ ԳՐԱՄԲԱՑԱՍԿԱՆ ՄԻԿՐՈՐԳԱՆԻԶՄՆԵՐԻ ՆԿԱՏՄԱՍԲ *Ս.Ա.ՍԵԼԻԲՅԱՆ, Ս.Ա.ՀՈՎԱԿԻՄՅԱՆ, Ա.Վ.ԲԱԲԱՅԱՆՅԱՆ, Ժ.Ռ.ԲԱԲԱՅԱՆ*

Շրջակա միջավայրի օբյեկտների մանրէային աղտոտվածության խնդիրը պահանջում է լայն ազդեցության սպեկտրով օժտված նոր արդյունավետ մանրէասպան միջոցների ստեղծում: Այդ նպատակով ստացվել և ուսումնասիրվել են նոր 21 համախառնություններ, որոնք պարունակում են վիտամին C, կատիոնային մակերևութային ակտիվ նյութ՝ կատամին ԱԲ և ջրածնի պերօքսիդ՝ պղնձի (II) քլորիդի համադրությամբ: Հաստատված է համախառնությունների հակամանրէային ակտիվությունը աղիքային ցուպիկի (շտ. 1257) և ոսկեգույն ստաֆիլոկոկի (շտ. 906) էտալոնային շտամների նկատմամբ: Բացահայտված է մանրէասպան ազդեցության կախվածությունը բաղադրիչների տոկոսային պարունակությունից: Ստացված տվյալները վկայում են, որ վիտամին C-ի և ջրածնի պերօքսիդի ակտիվ գործող կոնցենտրացիաների իջեցմանը

զուգընթաց ուսումնասիրվող միկրոօրգանիզմների ոչնչացման ժամանակը կրճատվում է: Ցույց է տրված, որ ուսումնասիրվող միացությունները հեռանկարային են նոր ախտահանիչ միջոցների ստեղծման համար:

SUMMARY
STUDY OF ANTIMICROBIC ACTIVITY OF COMPOSITIONS IN
RESPECT TO GRAMPOSITIVE AND GRAMNEGATIVE
MICROORGANISMS

S.A.MELIKYAN, S.A. HOVAKIMYAN, A.V.BABAKHANYAN,
ZH.R.BABAYAN

The problem of microbic pollution of the objects of the environment requires the creation of new effective bactericidal substances of wide spectrum of action. With this aim new 21 compositions, containing vitamin C in its compound, cation surface-active substance AB and hydrogen peroxide in combination with copper chloride have been obtained and studied. Antimicrobial activity of compositions in respect to standard strains of *Escherichia coli* (st. 1257) and *Staphylococcus aureus* (st. 906) has been established. The dependence of bactericidal action on percent content of the components, has been revealed. The obtained data testify that side by side with the reduction of active acting concentrations of vitamin C and hydrogen peroxide the destruction of studied microorganisms begins faster. The perspective of the usage of studied combinations in disinfectants has been shown.

СИНТЕЗ ДИАЛКИНИЛПРОИЗВОДНЫХ РТУТИ
И НЕПРЕДЕЛЬНЫХ ЗАМЕЩЕННЫХ ДИКЕТОНОВ НА ОСНОВЕ
ПРОПАРГИЛОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

**Н.Г.ОБОСЯН^{1,2}, Л.М.ГЕНДЖОЯН², Р. С. НЕРСИСЯН²,
В.В.АКОПЯН¹, К.В.БАЛЯН¹, Ж.А.ЧОБАНИЯН¹**

¹Институт органической химии Научно-технологического центра
органической и фармацевтической химии НАН Республики Армении,
0014, Ереван, пр.Азатутян, 26

²Армянский государственный педагогический университет
им. Х. Абовяна, 0010, Ереван, пр. Тигран Меци 17
e-mail: ninahobosyan@mail.ru

Поступила в редакцию 1 октября 2013г.

Исследована региохимия взаимодействия пропаргиловых производных с натриймалоновым эфиром в присутствии ацетата ртути. Показана возможность образования симметричных меркуропроизводных в ДМСО и диоксане как в случае аминных, так и алкоксипроизводных. Выявлены условия получения аддуктов алкилирования и последующих прототропий по замещенному углеродному атому тройной связи алкилпропаргиловых эфиров.

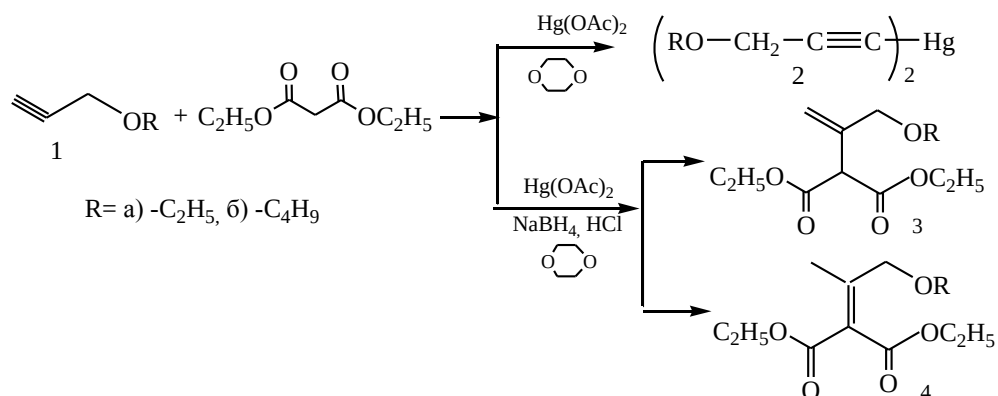
Ключевые слова: пропаргиловые производные, ацетат ртути, меркуропроизводные, амино- и метоксимеркурирование, натриймалоновый эфир.

Комплексы переходных металлов, в частности, ртути

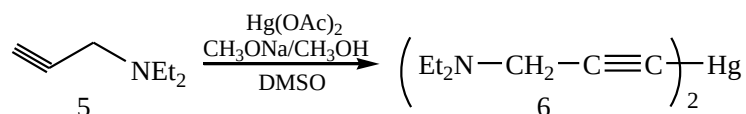
применяются в качестве промежуточных продуктов в металлорганических и каталитических синтезах с участием алкинов и играют большую роль в современной органической химии [1].

Ранее было установлено, что на основе реакции аминамеркурирования-демеркурирования ацетиленовых углеводородов с высокими выходами получают физиологически активные аминокетоны и аминоспирты, являющиеся основой для получения лекарственных препаратов ганглерона и кватерона, а также 1,3-диаминоалканов [2]. В продолжение исследований в этой области нами в качестве субстратов выбраны этил- и бутилпропаргильные эфиры, в которых оптимально сочетаются терминальный ацетиленовый фрагмент и алкоксигруппа, способная внести коррективы в региохимию исследуемой реакции.

Оказалось, что при взаимодействии пропаргильных эфиров **1a** и **б** с натриевой солью малонового эфира в диоксане с последующим демеркурированием промежуточного ртутисодержащего соединения как боргидридом натрия, так и соляной кислотой были выделены смеси непредельных дикетопроизводных – этиловых эфиров 2-карбэтокси-3-метилен-4-этоксипропановой (**3a**) и 2-карбэтокси-3-метил-4-этокси-2-бутеновой кислот (**4a**), а также 2-карбэтокси-3-метилен-4-бутоксипропановой (**3б**) и 2-карбэтокси-3-метил-4-бутоксипропановой кислот (**4б**), идентифицированные данными ЯМР¹H. В ходе реакции наблюдалось выделение белых кристаллов предположительно ртутиорганического соединения **2**, разлагающегося при перегонке. Дальнейшие работы были направлены на исследование региохимии присоединения натриевой соли малонового эфира к терминальной тройной связи и природы промежуточных меркурокомплексов. Исследования показали, что при взаимодействии пропаргильных эфиров **1a** и **б** с вышеуказанной СН-кислотой в диоксане симметричные диалкоксиацетиленовые меркуропроизводные **2** получают даже без восстановления соответствующими демеркурирующими реагентами. В пользу указанного подхода свидетельствует наличие в конечной реакционной смеси натриймалонового эфира.



Ранее при проведении реакции алкилпропаргиловых эфиров **1(а,б)** с метанолом в диоксане [3] были выделены кетоэфиры, имеющие потенциальную фармакофорную активность. [4]. С целью получения соединений подобного типа нами исследовано поведение N,N-диэтилпроп-2-иниламина **5** в условиях метоксимеркурирования. Оказалось, что в ДМСО образуется бис(3-(диэтиламино)проп-1-инил)ртуть **6**, аналогичный по строению меркуропроизводным **2**. Наличие группировки $\equiv\text{C}-\text{Hg}$ в диаминодиацетиленовом меркуропроизводном подтверждают характерные поглощения в ИК области, соответствующие $440, 520 \text{ см}^{-1}$, идентичные с литературными данными [5].



В пользу симметричности структуры и отсутствия комплексообразования между N,N-диэтилпроп-2-иниламином и атомом ртути свидетельствуют данные спектров в УФ и видимой областях, в которых в хлороформе отсутствуют характерные максимумы поглощений. Следует также отметить, что в отличие от алкоксипропаргиловых эфиров в ДМСО продукты алкилирования выделить не удалось.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Спектры ЯМР ^1H и ЯМР ^{13}C регистрировали на приборе Varian Mercury-300 VX с рабочей частотой 300 МГц в растворе ДМСО, внутренний стандарт—ТМС. Анализ ТСХ проводили на пластинках

Silufol UV-254, проявитель – KMnO_4 , элюент – гексан : эфир, 2 : 1. ГЖХ анализ проведен на приборе "ЛХМ-80 МД" (модель 3), на колонке длиной 1.5 м, заполненной инертном AW-NMDC, пропитанным 10% carbox-20M, скорость газа-носителя (гелий) – 40 мл/мин, температура детектора – 250°C, испарителя – 200°C. ИК спектры записаны на приборах "UR-20" и "IR-75" в тонком слое.

Получение бис(алкоксипроп-1-инил) ртутных производных.

К 8,0 г (0,025 моля) ацетата ртути, растворенного в 30 мл диоксана, постепенно добавляли 0,025 моля алкоксипропаргиловых эфиров 1а и б. Наблюдали помутнение раствора. При 20°C перемешивали 30 мин и добавляли 0,05 моля натриймалонового эфира в диоксане с такой скоростью, чтобы температура не превышала 30°C. Наблюдали выпадение белого осадка. Через 12 часов к полученному осадку прибавляли воду, перемешивали в течение 20 мин, экстрагировали эфиром, экстракты сушили MgSO_4 . После удаления растворителя в вакууме и перекристаллизации из CCl_4 выделяли:

а) 2 г (43,5%) бис(этоксипроп-1-инил)ртути (2а), R_f 0.57.

Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д., Гц, 2а : 1.10т (6H, CH_3 , $J=6,4$), 3.5 (кв, 4H, $J=6,4, \text{OCH}_2$), 4.2 (с, 4H, $\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_2$). Спектр ЯМР ^{13}C 2а: 14,5 (CH_3), 57.55 (OCH_2), 63.94 (CH_2O), 95.5 ($\text{C}\equiv\text{C}$), 118.7 ($\text{Hg}-\text{C}\equiv$). ИК спектр, ν , cm^{-1} , 2а: 2150, 440, 520.

б) 2.6 г (42.3 %) бис(бутоксипроп-1-инил) ртути (2б) с R_f 0.5

Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д., Гц, 2б: 0.96т (6H, CH_3 , $J=6,4$), 1.45-1.51 (м, 8H, CH_2), 3.71 (т, 4H, $J=6,4, \text{OCH}_2$), 4.15 (с, 4H, $\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_2$). Спектр ЯМР ^{13}C 2б: 13,5 (CH_3), 18.72, 31.3 (CH_2), 57.8, 68.4 (CH_2O), 95.5 ($\text{C}\equiv\text{C}$), 117.3 ($\text{Hg}-\text{C}\equiv$). ИК спектр, ν , cm^{-1} , 2б: 2150, 440, 520.

Получение этиловых эфиров замещенных алкоксибутановых и алкоксибутеновых кислот. 8 г ацетата ртути (0.025 моля) растворяли в 50 мл диоксана и по каплям прибавляли 0,05 моля соответствующего алкилпропаргилового эфира (1а,б), полученного по известной методике [6]. Смесь перемешивали в течение 1 ч при 25°C. Отдельно к 20 мл малонового эфира добавляли 1.2 г (0.05 моля) натрия и 10 мл диоксана, интенсивно перемешивали 30 мин, наблюдали серое окрашивание. К полученному раствору прибавляли заранее приготовленный комплекс ацетата ртути и пропаргилового эфира, наблюдали зеленое окрашивание. Смесь перемешивали 12 ч

при 25°C. Восстановительное демеркурирование проводили добавлением 1.2 г (0.03 моля) порошкообразного боргидрида натрия или 20 мл 15%-ой соляной кислоты. По каплям, во избежание экзотермии, прибавляли 50 мл воды, перемешивали 30 мин, затем экстрагировали эфиром, экстракты сушили над сульфатом магния. После удаления растворителя остаток перегоняли в вакууме. Выделяли:

а) 6.44 г смеси этиловых эфиров 2-карбэтокси-3-метилен-4-этоксипутановой (**3а**) и 2-карбэтокси-3-метил-4-этокси-2-бутеновой (**4а**) кислот с т.кип. 85-90°C (4 мм.рт.ст).

Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д., Гц, **3а**: 1.19 (т, 3H, $J=7.0$, OCH_2CH_3), 1.29 (т, 6H, OCH_2CH_3), 3.45 (кв, 2H, $J=7.0$, OCH_2CH_3), 4.05 (т, 2H, $J\approx 1$, $\text{OCH}_2\text{C}=\text{}$), 4.21 (кв, 4H, $J=7.1$, OCH_2CH_3), 4.28 (с, 1H, CH), 5.24 и 5.48 (д, 1H, $J\approx 0.8$, $=\text{CH}_2$), (д, 1H, $J\approx 1$, $=\text{CH}_2$).

Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д., Гц, **4а**: 1.21 (т, 3H, $J=7.0$, OCH_2CH_3), 1.29 (т, 6H, $J=7.0$, OCH_2CH_3), 1.88 (с, 3H, $\text{CH}_3\text{C}=\text{}$), 3.48 (кв, 2H, $J=7.0$, OCH_2CH_3), 4.13 (с, 2H, $\text{OCH}_2\text{C}=\text{}$), 4.25 (кв, 4H, $J=7.1$, OCH_2CH_3).

б) 6.07 г смеси этиловых эфиров 2-карбэтокси-3-метилен-4-бутоксипутановой (**3б**) и 2-карбэтокси-3-метил-4-бутоксипутановой (**4б**) кислот с т.кип. 82-84°C (3 мм.рт.ст).

Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д., Гц **3б**: 0.94 (т, 3H, $J=7.2$, CH_2CH_3), 1.29 (т, 6H, OCH_2CH_3), 1.40 (м, 2H, CH_2CH_3), 1.57 (м, 2H, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$), 3.45 (кв, 2H, $J=7.0$, OCH_2), 4.05 (т, 2H, $J\approx 1$, $\text{OCH}_2\text{C}=\text{}$), 4.21 (кв, 4H, $J=7.1$, OCH_2CH_3), 4.28 (с, 1H, CH), 5.24 и 5.48 (д, 1H, $J\approx 0.8$, $=\text{CH}_2$), (д, 1H, $J\approx 1$, $=\text{CH}_2$).

Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д., Гц **4б**: 0.94 (т, 3H, $J=7.2$, CH_2CH_3), 1.29 (т, 6H, $J=7.0$, OCH_2CH_3), 1.40 (м, 2H, CH_2CH_3), 1.57 (м, 2H, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$), 1.8 (с, 3H, $\text{CH}_3\text{C}=\text{}$) 3.45 (кв, 2H, $J=7.0$, OCH_2), 4.13 (т, 2H, $\text{OCH}_2\text{C}=\text{}$), 4.21 (кв, 4H, $J=7.1$, OCH_2CH_3).

Получение бис (3-(диэтиламино)проп-1-инил) ртути (6)

К 8,0 г (0,025 моля) ацетата ртути, растворенного в 30мл ДМСО, постепенно добавляли 0,025 моля N,N- диэтилпроп-2-иниламина **5**. Отдельно получили 0.25 моль метилата натрия в метаноле, к которому добавили меркурокомплекс. Наблюдали помутнение раствора и выпадение белого осадка. Через 12 ч к реакционной смеси прибавляли воду, перемешивали в течение 20 мин, экстрагировали эфиром, экстракты сушили MgSO_4 . После удаления

растворителя в вакууме и перекристаллизации из CCl_4 выделяли **2.35 г (45%)** бис (3-(диэтиламино)проп-1-инил) ртути **6**.
Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д., Гц, **6** : 1.02т (12H, CH_3 , $J=6,4$), 2.41(м, 8H, CH_3CH_2 , $J=6,4$), 3.18 (с, 4H, $\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_2\text{N}$). Спектр ЯМР ^{13}C **6**: 12.2 (CH_3), 49.4 (CH_2N), 45.3($\text{NCH}_2\text{C}\equiv\text{C}$), 95.5 ($\text{C}\equiv\text{C}$), 115.7 ($\text{Hg}-\text{C}\equiv$)

ЛИТЕРАТУРА

1. Боев В.И., Москаленко А.И., Боев А.М. Успехи химии, 1997, т. 66, № 9, с.874-900.
2. Чобанян Ж.А. Дис. на соиск. уч.ст. д.х.н. 2005, Ереван.
3. Обосян Н.Г., Балян К.В., Петросян А.Л., Чобанян Ж.А. Материалы III научной конференции Армянского химического общества «Успехи в области органической и фармацевтической химии», Ереван, 2013, с.104.
4. Franke W., Schulz S. Comprehensive Natural Products Chemistry. V8. Amsterdam: Elsevier, 1999, p.197.
5. Накамото К. Инфракрасные спектры неорганических и координационных соединений. М., Мир, 1966, с.234
6. Вартанян Р. С., Казарян Ж. В., Кучеров В. Ф. Арм. хим. ж., 1974, № 4, в.27, с. 295-301.

ԱՍՓՈՓՈՒՄ
ՄՆԴԻԿԻ ԴԻԱԼԿԻՆԻԼԱԾԱՆՅՅԱԼՆԵՐԻ ԵՎ ՏԵՂԱԿԱԼՎԱԾ
ՉՀԱԳԵՑԱԾ ԴԻԿԵՏՈՆՆԵՐԻ ՍԻՆԹԵԶ ՊՐՈՊԱՐԳԻԼԱՅԻՆ
ՄԻԱՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՀԻՄՆԱՆ ՎՐԱ
*Ն.Գ.ՀՈԲՈՍՅԱՆ, Լ.Մ.ԳԵՆՋՈՅԱՆ, Հ.Ս.ՆԵՐՏԻՍՅԱՆ,
Վ.Վ.ՀԱԿՈԲՅԱՆ, Բ.Վ.ԲԱԼՅԱՆ, Ժ.Ա.ՉՈԲԱՆՅԱՆ*

Հետազոտվել է պրոպարգիլային ածանցյալների և մալոնաթթվական նատրիումի փոխազդեցության տեղընտրողականությունը սնդիկի ացետատի ներկայությամբ: Հիմնավորվել է համաչափ մերկուրոմիացությունների առաջացման հնարավորությունը դիօքսանում և ԴՄՍՕ-ում ինչպես ամինային, այնպես էլ ալկոքսիածանցյալների կիրառմամբ: Հաստատվել է ալկոքսիպրոպարգիլային եթերներով եռակի կապի տեղակալված ածխածնի ատոմի ալկիլման հնարավորությունը: Գործընթացն ուղեկցվում է պրոտոտրոպիայով՝ հանգեցնելով դիկարբոնիլային տաուտոմերների առաջացմանը:

SUMMARY
SYNTHESIS OF DIACETYLENE DERIVATIVES OF MERCURY
AND UNSATURATED SUBSTITUTED DIKETONES
BASED ON PROPARGYLIC COMPOUNDS
*N.G.HOBOSYAN, L.M.GENJOYAN, H.S.NERSISYAN,
V.V.HAKOBYAN, Q.V.BALYAN, ZH. A.CHOBANYAN*

Regiochemistry of interaction of propargylic derivatives with sodium salt of diethyl malonate in the presence of mercuric acetate was investigated. The possibility of formation of symmetric mercuric derivatives in DMSO and dioxane as in the case of amine and alkoxy derivatives were found. The conditions for obtaining of alkylation and prototropic adducts substituted on a carbon atom of the triple bond of alkylpropargylic ethers have been revealed.

АНТИБАКТЕРИАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ 1,4-БИСАММОНИЕВЫХ
СОЛЕЙ, СОДЕРЖАЩИХ НАРЯДУ С ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКОЙ
АММОНИЕВОЙ ГРУППОЙ 2-БУТИНИЛЕНОВУЮ И 2,3-
ДИБРОМ-2-БУТЕНИЛЕНОВУЮ ОБЩУЮ ГРУППУ

А.Х.ГЮЛЬНАЗАРЯՆ՝, Т.А.СААКՅԱՆ՝, Г.Т.САՐԳՏՅԱՆ՝,
ԺՋ.Վ.ԳՐԻԳՐՅԱՆ՝, Ն.Օ.ՄԱՐԿԱՐՅԱՆ՝, Դ.Մ.ՏԵՓԱՆՅԱՆ՝,
Ր.Վ.ՓԱՐՈՆԻԿՅԱՆ՝

¹Институт органической химии Научно-технологического центра
органической и фармацевтической химии НАН Республики Армения

²Институт тонкой органической химии Научно-технологического центра
органической и фармацевтической химии НАН Республики Армения
e-mail: ara.gyulnazaryan@gmail.com

Поступила в редакцию 29 октября 2013г.

Синтезированы 1,4-бисаммониевые соли, содержащие наряду с гетероциклической аммониевой группой 2-бутиниленовую и 2,3-дибром-2-бутиниленовую общую группу. Установлено, что полученные соединения проявляют антибактериальную активность в отношении грамотрицательных и грамположительных микроорганизмов, которая находится в зависимости от строения изучаемых солей.

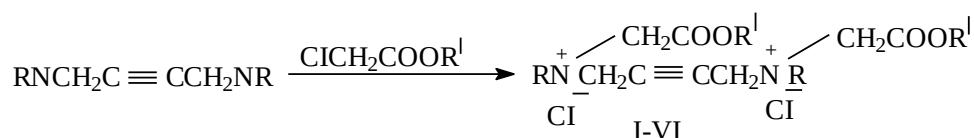
Ключевые слова: бисаммониевые соли, антибактериальная активность, грамотрицательные и грамположительные микроорганизмы.

Инфекционные заболевания остаются одной из самых острых медицинских и социальных проблем. Одним из путей решения которых является применение эффективных дезинфектантов. Наблюдаемая высокая резистентность микроорганизмов в

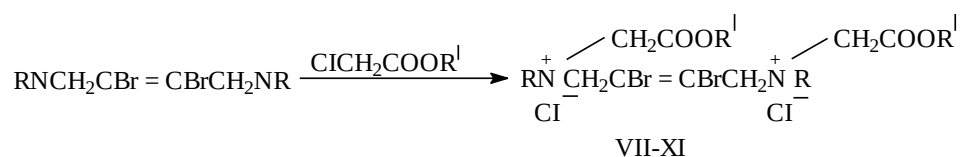
отношении применяемых средств осложняет задачу и требует изыскания новых бактерицидных соединений. Синтетические средства борьбы с указанными возбудителями заболеваний продолжают совершенствоваться и остаются одними из наиболее эффективных. Требования, предъявляемые к искомым препаратам (высокая бактерицидная активность, широкий спектр действия, низкая токсичность, растворимость и т.д.) сужает круг соединений, которые могут быть использованы в качестве дезинфицирующих средств.

Выраженная антимикробная активность ненасыщенных четвертичных аммониевых соединений (ЧАС) общеизвестна и, тем самым, предопределяет обоснованность синтеза и изучения их бактерицидных свойств, что позволит расширить масштабы их практического применения [1-5].

В работе приведены данные о синтезе и антибактериальной активности 1,4-бисаммониевых солей (I-XI), содержащих наряду с гетероциклической аммониевой группой общую 2-бутиниленовую или 2,3-дибром-2-бутениленовую группу.



R= O(CH₂)₄N, R^I= C₉H₁₉ (I), R= O(CH₂)₄N, R^I= C₁₀H₂₁ (II), R= O(CH₂)₄N, R^I= C₁₁H₂₃ (III),
R=(CH₂)₅N, R^I= C₉H₁₉ (IV), R=(CH₂)₅N, R^I= C₁₀H₂₁ (V), R=(CH₂)₅N, R^I= C₁₁H₂₃ (VI).



R= O(CH₂)₄N, R^I= C₉H₁₉ (VII), R=O(CH₂)₄N, R^I= C₁₀H₂₁ (VIII), R= O(CH₂)₄N, R^I= C₁₁H₂₃ (IX), R=(CH₂)₅N, R^I= C₉H₁₉ (X), R=(CH₂)₅N, R^I= C₁₀H₂₁ (XI), R=(CH₂)₅N, R^I= C₁₁H₂₃ (XII).

Экспериментальная химическая часть

Спектры ЯМР ^1H получены на спектрометре Varian Mercury-300 с рабочей частотой 300.077 в $(\text{CD}_3)_2\text{SO}$. Химические сдвиги приведены относительно внутреннего стандарта–ТМС. Анализ методом ТСХ осуществляли на пластинках Silufol UV-254 в системе н-бутанол-этанол-вода-уксусная кислота (10 : 7 : 6 : 4) по объему. Проявитель – пары йода.

Синтез солей I-XI.

Соли I-XI получены взаимодействием 1,4-гетероциклических бисаминов, содержащих 2-бутилиленовую или 2,3-дибром-2-бутилиленовую общую группу [6] с двукратным мольным количеством соответствующих алкиловых эфиров хлоруксусной кислоты, при комнатной температуре. После недельного стояния в этих условиях соли несколько раз промывались абс. эфиром и сушились в эксикаторе над хлоридом кальция. Выхода количественные.

Строение синтезированных солей подтверждено данными ЯМР ^1H спектроскопии и элементного анализа. Чистота проверена ТСХ.

Физико-химические характеристики солей I-XI приведены в табл. 1, а данные ЯМР ^1H спектроскопии – в табл. 2.

Синтезированные соли вязкие, медообразные вещества, устойчивы при хранении, растворимы в воде, метаноле, этаноле.

Экспериментальная биологическая часть

Антибактериальную активность соединений I-XI изучали методами “диффузии в агаре” и “двукратных серийных разведений на мясопептидном бульоне” (рН – 7.2-7.4) при бактериальной нагрузке 20 млн микробных тел на 1 мл среды [7,8].

В экспериментах использовали грамположительные стафилококки (*Staphylococcus aureus* 209 p, 1) и грамотрицательные палочки (*Sh.dysenteriae* Flexneri 6858, *E.Coli* 0-55). При диффузионном методе соединения испытывали в приготовленном 0,9% водном растворе хорида натрия в разведении 1:20.

На чашки Петри с посевами вышеуказанных штаммов микроорганизмов наносили исследуемые вещества в объеме 0.1 мл (по 5 мг чистого вещества). Учет результатов проводили по

диаметру (d , мм) зоны отсутствия роста микробов на месте нанесения вещества после суточного выращивания в термостате при 37°C. Опыты повторялись не менее трех раз. Статистическую обработку проводили по методу Стьюарт-Фишера.

При методе “серийных разведений” на каждый подопытный микроорганизм составляли ряды по 7-8 пробирок, содержащих питательную среду с различными концентрациями испытуемых веществ, начиная с концентрации 1000 мкг/мл. Пробирки засеивали одинаковым количеством бактериальной взвеси, приготовленной из 18-и часовой культуры микроорганизмов. Результаты опытов учитывали визуально, по наличию и интенсивности роста после суточной инкубации в термостате при 37°C, определяя минимальную подавляющую концентрацию (МПК) веществ. Для определения бактерицидного действия веществ из содержимого каждой пробирки делали высеив на агаровую среду с последующей инкубацией в термостате при 37°C.

В качестве положительного контроля в аналогичных условиях использовали известный лекарственный препарат “фуразолидон” [9], с учетом количества активного вещества в таблетке препарата.

Изучение антибактериальной активности исследуемых соединений методом “диффузии в агаре” показали, что наличие гидрофобной алкилкарбалкоксиметильной группы приводит к обнаружению антибактериальной активности, в то время как при отсутствии последних (аналогичные соли, содержащие у аммонийного азота аллильную группу, не приведенные в химической части статьи) полностью лишены активности.

При изучении противомикробной активности солей, содержащих алкилкарбалкоксиметильную группу была обнаружена некая зависимость биологической активности от их строения изучаемых солей. Было установлено, что соли содержащие в качестве гетероциклического фрагмента морфолиниевую, а в качестве общего неопределенного радикала 2,3-дибром-2-бутениленовую группу (VIII, IX), кроме соли (VII), содержащей нонилкарбметоксиметильный радикал, проявляют слабую активность, подавляя рост микроорганизмов в зоне диаметром 10-14 мм (табл. 3). В случае соли (VII) проявляется выраженная

активность ($d = 20-22$ мм). В случае аналогичных солей с общей 2-бутиниленовой общей группой (II,III) соединения проявляют умеренную противомикробную активность, особенно в отношении грамположительных микробов ($d=14-22$ мм).

Замена гетероциклической амино группы (морфолина на пиперидин) приводит к заметному повышению антибактериальной активности как в случае солей с общей 2-бутиниленовой, так и 2,3-дибром-2-бутениленовой группой. Так, соли (X,XI), содержащие 2,3-дибром-2-бутениленовый радикал проявляют выраженную противомикробную активность ($d=14-25$ мм), а в случае солей с 2-бутиниленовой группой (IV-VI) – высокую активность ($d=18-34$ мм). Следует отметить, что испытуемые соединения по активности значительно уступают контрольному препарату фуразолидону ($d = 24-25$ мм), за исключением соединений (IV-VI), которые по действию на штамм *Staphylococcus aureus* 209 p превосходят его.

Наиболее активные вещества были изучены методом “двукратных серийных разведений”, в отношении - *Staphylococcus aureus* 209 p и *Sh.dysenteriae* Flexneri 6858. Исследования показали, что соединения (III и VII) подавляют рост микроорганизмов в концентрациях 62,5-125 мкг/мл, а для соединений с пиперидиниевой группой (IV-VI,X,XI) в пределах 7,8-62,5 мкг/мл (табл. 3). При этом соединения (IV-VI) проявляют антибактериальную активность в более низких концентрациях (7,8-15,6 мкг / мл), чем фуразолидон (31,2 мкг/мл).

Как видно из приведенных в таблице 3 данных минимальная бактерицидная концентрация (МБК) составляет 62,5-250 мкг/мл.

Таким образом, полученные данные и выявленные некоторые зависимости между химическим строением и активностью исследуемых соединений позволяют продолжать поиск новых эффективных бактерицидных средств среди неопределенных аммониевых солей, сочетающих гетеро-циклическую амино группу с гидрофобными алкилкарбалкоксиметильными группами.

Физико-химические характеристики солей I-XI

Таблица 1

№ соли	R _f	Найд., %	Брутто формула	Выч., %	М*	
		Cl ⁻		Cl ⁻	Найд.	Выч.
I	0.55	10,60	C ₃₄ H ₆₂ N ₂ O ₆ Cl ₂	10,67	670	665.7
II	0.43	10,19	C ₃₆ H ₆₆ N ₂ O ₆ Cl ₂	10,23	697	693.8
III	0.47	9,93	C ₃₈ H ₇₀ N ₂ O ₆ Cl ₂	9,84	715	721.5
IV	0.51	10,77	C ₃₆ H ₆₆ N ₂ O ₄ Cl ₂	10,73	659	662
V	0.66	10,33	C ₃₈ H ₇₀ N ₂ O ₄ Cl ₂	10,29	687	690
VI	0.61	9,82	C ₄₀ H ₇₄ N ₂ O ₄ Cl ₂	9,89	723	718
VII	0.53	8,66	C ₃₄ H ₆₂ N ₂ O ₆ Br ₂ Cl ₂	8,60	820	825.5
VIII	0.49	8,28	C ₃₆ H ₆₆ N ₂ O ₆ Br ₂ Cl ₂	8,57	857	853.6
IX	0.59	8,10	C ₃₈ H ₇₀ N ₂ O ₆ Br ₂ Cl ₂	8,05	877	881.7
X	0.61	8,32	C ₃₈ H ₇₀ N ₂ O ₄ Br ₂ Cl ₂	8,36	853	849.7
XI	0.50	8,19	C ₄₀ H ₇₄ N ₂ O ₄ Br ₂ Cl ₂	8,09	873	877.7

*) Определено титрометрически

ЯМР ¹H спектры солей I-XI

Таблица 2

№соли	Спектры ЯМР ¹ H, δ, м.д., J Гц
I	0.87 т (6H, CH ₂ CH ₃ , J =6.7), 1,22-1,38 м [24H, (CH ₂) ₆ CH ₃], 1.66 м (4H, CH ₂ C ₇ H ₁₅), 2,55м (8H, NCH ₂ CH ₂ O), 3,44 т (4H, N-CH ₂ , J=1,7), 3.64 м (8H, NCH ₂ CH ₂ O), 4.20 т (4H, OCH ₂ C ₈ H ₁₇ , J= 6.8), 4.70 с (4H, CH ₂ COO).
II	0.87 т (6H, CH ₂ CH ₃ , J =6.7), 1,24-1,39 м [28H, (CH ₂) ₇ CH ₃], 1.68 м (4H, CH ₂ C ₈ H ₁₇), 2,53м (8H, NCH ₂ CH ₂ O), 3,45 т (4H, N-CH ₂ , J=1,7), 3.66 м (8H, NCH ₂ CH ₂ O), 4.20 т (4H, OCH ₂ C ₉ H ₁₉ , J= 6.8), 4.71 с (4H, CH ₂ COO).
III	0.87 т (6H, CH ₂ CH ₃ , J =6.7), 1,24-1,39 м [28H, (CH ₂) ₈ CH ₃], 1.68 м (4H, CH ₂ C ₉ H ₁₉), 2,53м (8H, NCH ₂ CH ₂ O), 3,45 т (4H, N-CH ₂ , J=1,7), 3.66 м (8H, NCH ₂ CH ₂ O), 4.20 т (4H, OCH ₂ C ₁₀ H ₂₁ , J= 6.8), 4.71 с (4H, CH ₂ COO).

IV	0.89т (6H, CH ₂ CH ₃ , J =6.7), 1,24-1,37 м [24H, (CH ₂) ₆ CH ₃], 1.43 м (4H, NCH ₂ CH ₂ CH ₂ цикла), 1,56 м (8H, NCH ₂ CH ₂ цикла), 1.66 м (4H, CH ₂ C ₇ H ₁₅), 2,45м (8H, NCH ₂ цикла), 3,45 т (4H, N-CH ₂ , J=1,7), 4.21 т (4H, OCH ₂ C ₈ H ₁₇ , J= 6.8), 4.68 с (4H, CH ₂ COO).
V	0.87 т (6H, CH ₂ CH ₃ , J =6.7), 1,24-1,37 м [28H, (CH ₂) ₇ CH ₃], 1.42 м (4H, NCH ₂ CH ₂ CH ₂ цикла), 1,58 м (8H, NCH ₂ CH ₂ цикла), 1.64 м (4H, CH ₂ C ₈ H ₁₉), 2,43 м (8H, NCH ₂ цикла), 3,46 т (4H, N-CH ₂ , J=1,7), 4.22 т (4H, OCH ₂ C ₉ H ₁₉ , J= 6.8), 4.67 с (4H, CH ₂ COO).
VI	0.88т (6H, CH ₂ CH ₃ , J =6.7), 1,26-1,39 м [32H, (CH ₂) ₈ CH ₃], 1.45 м (4H, NCH ₂ CH ₂ CH ₂ цикла), 1,53 м (8H, NCH ₂ CH ₂ цикла), 1.64 м (4H, CH ₂ C ₉ H ₁₉), 2,44м (8H, NCH ₂ цикла), 3,47 т (4H, N-CH ₂ , J=1,7), 4.20 т (4H, OCH ₂ C ₁₀ H ₂₁ , J= 6.8), 4.69 с (4H, CH ₂ COO)
VII	0.87 т (6H, CH ₂ CH ₃ , J =6.7), 1,22-1,38 м [24H, (CH ₂) ₆ CH ₃], 1.66 м (4H, CH ₂ C ₇ H ₁₅), 2,55м (8H, NCH ₂ CH ₂ O), 3,44 т (4H, N-CH ₂ CBr=, J=1,7), 3.64 м (8H, NCH ₂ CH ₂ O), 4.20 т (4H, OCH ₂ C ₈ H ₁₇ , J= 6.8), 4.70 с (4H, CH ₂ COO).
VIII	0.87 т (6H, CH ₂ CH ₃ , J =6.7), 1,24-1,39 м [28H, (CH ₂) ₇ CH ₃], 1.68 м (4H, CH ₂ C ₈ H ₁₇), 2,53м (8H, NCH ₂ CH ₂ O), 3,45 т (4H, N-CH ₂ CBr=, J=1,7), 3.66 м (8H, NCH ₂ CH ₂ O), 4.20 т (4H, OCH ₂ C ₉ H ₁₉ , J= 6.8), 4.71 с (4H, CH ₂ COO).
IX	0.87 т (6H, CH ₂ CH ₃ , J =6.7), 1,24-1,39 м [28H, (CH ₂) ₈ CH ₃], 1.68 м (4H, CH ₂ C ₉ H ₁₉), 2,53м (8H, NCH ₂ CH ₂ O), 3,45 т (4H, N-CH ₂ CBr=, J=1,7), 3.66 м (8H, NCH ₂ CH ₂ O), 4.20 т (4H, OCH ₂ C ₁₀ H ₂₁ , J= 6.8), 4.71 с (4H, CH ₂ COO).
X	0.87 т (6H, CH ₂ CH ₃ , J =6.7), 1,24-1,37 м [28H, (CH ₂) ₇ CH ₃], 1.42 м (4H, NCH ₂ CH ₂ CH ₂ цикла), 1,58 м (8H, NCH ₂ CH ₂ цикла), 1.64 м (4H, CH ₂ C ₈ H ₁₉), 2,43 м (8H, NCH ₂ цикла), 3,46 т (4H, N-CH ₂ CBr=, J=1,7), 4.22 т (4H, OCH ₂ C ₉ H ₁₉ , J= 6.8), 4.67 с (4H, CH ₂ COO).
XI	0.88т (6H, CH ₂ CH ₃ , J =6.7), 1,26-1,39 м [32H, (CH ₂) ₈ CH ₃], 1.45 м (4H, NCH ₂ CH ₂ CH ₂ цикла), 1,53 м (8H, NCH ₂ CH ₂ цикла), 1.64 м (4H, CH ₂ C ₉ H ₁₉), 2,44м (8H, NCH ₂ цикла), 3,47 т (4H, N-CH ₂ CBr=, J=1,7), 4.20 т (4H, OCH ₂ C ₁₀ H ₂₁ , J= 6.8), 4.69 с (4H, CH ₂ COO).

Антибактериальная активность аммониевых солей I-XI

Таблица 3

№ Сое дине ния	Диаметр зоны угнетения (мм)				МПК и МБК (мкг / мл)			
	Staphylococcus aureus		Sh.dyse nteriae Flexneri 6858	E.Coli. 0-55	Staphylococcus aureus 209 p		Sh.dysenteriae Flexneri 6858	
	209 p	1			МПК	МБК	МПК	МБК
I	9,8±0	9,3±0,6	14,±0,5	10,0±0	-	-	-	-
II	18,0±1,0	15,6±0,8	14,6±0,6	14,0±0	-	-	-	-
III	22,0±1,0	19,0±1,0	16,3±0,6	14,0±0	62,5	62,5	125	250
IV	34,0±2,0	26,0±2,0	22,6±2,5	19,0±2,0	15,6	31,2	31,2	62,5
V	32,6±1,5	23,0±1,0	18,0±1,0	17,0±1,0	7,8	15,6	62,5	62,5
VI	28,0±1,0	20,3±0,6	16,3±0,6	18,0±0	7,8	7,8	62,5	62,5
VII	22,0±2,0	17,5±0,5	15,3±1,0	13,0±1,0	62,5	62,5	125	250
VIII	14,0±0	11,3±0,6	11,0±0	10,3±0,6	-	-	-	-
IX	14,3±0,6	10,0±0	11,0±0	10,3±0,6	-	-	-	-
X	25,3±0,6	21,6±0,6	18,3±0,6	14,0±1,0	15,6	31,2	62,5	125
XI	24,0±1,0	19,0±1,0	17,6±1,5	14,6±0,6	31,2	31,2	62,5	62,5
Фура золи дон	25,0±1,0	24,0±1,0	24,6±0,6	24,3±0,6	31,2	31,2	31,2	31,2

ЛИТЕРАТУРА

1. А.Ж.Геворкян, Дж.В.Григорян, А.А.Сафарян, В.М.Самвелян, Е.Г.Джанполадян, А.Т.Бабаян. *Хим.-фарм.журн.*, **26**(2), 41-43 (1992).
2. Т.Л.,Разина,С.Т.Кочарян,Т.Х.Марухян,А.А.Гаплойн,А.Т.Бабаян. *Хим.-фарм.журн.*, **17**(8), 916-922 (1983).
3. А.Ж.Геворкян, Н.Р.Оганесян, Дж.В.Григорян, В.М.Самвелян, Е.Г.Джанполадян, А.Т.Бабаян. *Арм.хим. Хим.-фарм.журн.*, **45**(2), 41-43 (1992).
4. Дж.В.Григорян, Н.Р.Оганесян, А.А.Черкезян, Г.Т.Саргсян, А.Х.Гюльназарян, Р.В.Пароникян,Г.М.Степанян. Ученые записки Арм.пед.университета им. Х.Абовяна, Естеств. науки, № 2(17), с. 22-28, (2012).
5. М.О. Manukjan, К.S.Barsegian, L.E. Nersesjan, R.V. Paronikjan. *International young scientists conference "Respectives for development of molecular and cellular biology-3"*, Yerevan, 2012, PROCEEDING, p. 150-153, (2012).
6. А.Х.Гюльназарян, Т.А.Саакян, М.О.Манукян . *Сб.трудов “Некоторые успехи органической и фармацевтической химии”* Изд. НТЦ ОФХ НАН РА, 2012 г. с. 111-119.
7. Г.Н. Першин . *«Методы экспериментальной химиотерапии»*, М., Медицина, 1971, с. 507-522.
8. *“Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ”*, под редакцией Р.У.Хабилова, М., Медицина, 2005, с. 264-270.
9. И.Д.Машковский, *“Лекарственные средства”*, М., Новая волна, 2007, с. 854 .

Ա Ս Փ Ո Փ ՈՒ Մ
**ՀԵՏԵՐՈՑԻԿԼԻԿ ԱՍՈՆԻՈՒՄԱՅԻՆ ԽՄԲԻ ՀԵՏ ՄԵԿՏԵՂ 2-
 ԲՈՒՏԻՆԻԼԵՆԱՅԻՆ ԵՎ 2,3-ԴԻԲՐՈՄ-2-ԲՈՒՏԵՆԻԼԵՆԱՅԻՆ
 ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԽՈՒՄԲ ՊԱՐՈՒՆԱԿՈՂ 1,4-ԲԻՍԱՍՈՆԻՈՒՄԱՅԻՆ
 ԱՂԵՐԻ ՀԱԿԱԲԱԿՏԵՐԻԱԼ ԱԿՏԻՎՈՒԹՅՈՒՆԸ**
***Ա.Խ.ԳՅՈՒԼՆԱԶԱՐՅԱՆ, Տ.Ա.ՄԱՀԱԿՅԱՆ, Գ.Տ.ՄԱՐԳՍՅԱՆ,
 Զ.Վ.ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ, Ն.Հ.ՄԱՐԳԱՐՅԱՆ, Գ.Մ.ՍՏԵՓԱՆՅԱՆ,
 Ռ.Վ.ՊԱՐՈՆԻԿՅԱՆ***

Ուսումնասիրվել է հետերոցիկլիկ ամոնիումային խմբի (պիպերիդինիումային, մորֆոլինիումային) հետ մեկտեղ ընդհանուր 2-բուտինիլենային և 2,3-դիբրոմ-2-բուտենիլենային խումբ պարունակող մի շարք նոր սինթեզված ամոնիումային աղերի հակաբակտերիալ ակտիվությունը գրամդրական ստաֆիլոկոկի (209 p, 1) և գրամբացասկան ցուպիկների (Sh.dysenteriae Flexneri 6858, E.Coli 0-55) նկատմամբ: Ցույց է տրվել, որ ուսումնասիրված միացությունները ցուցաբերում են միջին և բարձր հակաբակտերիալ ակտիվություն:

SUMMARY
**ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF 1,4-BISAMMONIUM
 SALTS, CONTAINING SIDE BY SIDE WITH HETEROCYCLIC
 AMMONIUM GROUP COMMON 2-BUTINYLENIC AND 2,3-
 DIBROMO-2-BUTENYLENIC GROUP**
***A.KH.GJULNAZARYAN, T.A.SAHAKYAN, G.T.SARGSYAN,
 J.V.GRIGORYAN, N.H.MARGARYAN, G.M.STEPANYAN,
 R.G.PARONIKYAN***

Antibacterial activity of some 1,4-bisammonium salts, containing with heterocyclic ammonium groups (piperidinium, morpholinium) common 2-butylenic and 2,3-dibromo-2-butenylenic groups relatively grampositive staphylococce (209 p, 1) and gramnegative bacillus (Sh.dysenteriae Flexneri 6858, E.Coli 0-55) has been investigated. It has been shown that the investigated compounds posses the midle and high antibacterial activity

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛИМЕРАЗНОЙ ЦЕПНОЙ
РЕАКЦИИ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ДНК ГЕЛЬМИНТОВ ИЗ
РОДОВ FASCIOLA, ECHINOCOCCUS И TRICHINELLA

Р.Г. МАНГАСАРЯН¹, А.М. АСАТРЯН¹, С.К. СЕМЕНОВА²

¹Армянский государственный педагогический университет
им. Х. Абовяна, 0010, Ереван, пр. Тигран Меци 17
e-mail: fiziologia2009@mail.ru

² Институт гена РАН, 117011, Москва, ул. Вернадского, 10
e-mail: simagen@mail.ru

Поступила в редакцию 15 октября 2013г.

В работе применен метод полимеразной реакции (ПЦР) для идентификации родов Fasciola, Echinococcus и Trichinella. Доказано, что метод можно использовать в филогенезе и систематике гельминтов.

Ключевые слова: полимеразная цепная реакция, Fasciola, Echinococcus, Trichinella.

В продолжение изучение исследований по генетического полиморфизма ДНК гельминтов, используя сравнительно новый молекулярно генетический метод полимеразной цепной реакции (PCR) со случайными праймерами (RAPD-PCR). Он основан на взаимодействии синтетических олигонуклеотидных праймеров со случайными участками ДНК, которые присутствуют в геноме гельминтов. Распределение таких участков может быть специфичным для данного вида. Кроме того, в ходе полимеразной цепной реакции между случайными праймерами нарабатываются (амплифицируются) фрагменты ДНК, некоторые из которых

соответствуют полиморфным участкам генома. При электрофорезе наблюдается спектр амплифицированных ДНК-продуктов характерный для каждого генотипа. Эффективность метода, т.е. возможности дифференциаций генотипов, связана с подбором праймеров, условиями проведения реакции амплификации, электрофоретическим фракционированием и детекцией ДНК-продуктов. Метод является менее трудоемким и позволяет выявлять маркерные участки генома у исследуемого вида. При этом, наподобие ДНК-фингерпринтинга, можно решать проблемы идентификации и установление родства организмов.

Возможности метода ранее продемонстрированы на примере возбудителей ряда паразитарных заболеваний – лейшманий, споровиков, возбудителя малярии [1-5], а также болезнетворных грибов [1,2]. Имеется ряд публикаций по использованию РСР для анализа гельминтов [6-9], и лишь недавно начали применять вариант RAPD-PCR для систематики гельминтов [10-12].

Материалы и методы

В работе использована ДНК гельминтов различных штаммов, видов и родов.

В семействе Taeniidae (класс Cestoda) изучены представители родов Taenia и Echinococcus – *Cysticercus ovis* и *Echinococcus granulosus* (цистицерк и эхинококк).

В семействе Fasciolidae (класс Trematoda) исследован представитель рода Fasciola – *F. hepatica* (сосальщик печеночный).

В семействе Trichinellidae (класс Nematoda) изучены представители рода Trichinella.

В семействе Trichostrongylidae (класс Nematoda) исследован представитель рода Nematodirus – *N. spatiger*.

Сбор материала производился от разных животных - хозяев. Так, протосколексы эхинококка были собраны от свиней, цистицерка и нематодируса – от овец. Взрослые особи *Fasciola hepatica* - от крупного рогатого скота (КРС) и от кролика.

Трихинеллы получали после пассажей на мышях линии BALB/c. Мышечных личинок выделяли стандартным методом переваривания в искусственном желудочном соке. Использовались следующие изоляты трихинелл: *T. spiralis* – от свиньи,

использовались многократные пассажи на лабораторных мышах; от медведя, личинки были выделены после первого пассажа на мышах; от лисы, личинки выделялись после второго пассажа; от волка, личинки выделялись после второго пассажа. *T.pseudospiralis* – от свиньи, личинки были выделены после многократных пассажей на мышах. Гельминты *F.hepatica* собирались от крупного рогатого скота из нескольких районов Курской и Калужской областей. Были выделены из печени крупного рогатого скота половозрелые фасциолы, достигшие стадии мариты (1,1–1,9 см) и молодые особи (0,6–0,8 см) от КРС из одного района Курской области.

Во всех случаях (за исключением фасциол) ДНК выделяли из смеси личинок, полученных от одного животного. У фасциол можно было выделить ДНК отдельной особи, по этому мы провели сравнение ДНК единичной фасциолы и смеси нескольких фасциол из одной и той же печени.

Выделение и очистку ДНК проводили стандартным фенол-хлороформным методом, с использованием протеиназы К и последующим осаждением этанолом.

Реакцию амплификации проводили по стандартной методике [13], в объеме 25 мкл, содержащем 60 мМ Трис-НCl, 10 мМ (NH₄)₂SO₄, 0,1% Твин 20, 100 мкМ каждого dATP, dCTP, dGTP и dTTP, 0,1 мкМ праймера, 25 ng геномной ДНК, 0,5 единиц Taq-полимеразы. В качестве контроля использовали пробу, содержащую полную амплификационную смесь, но без добавления ДНК.

В работе использовали несколько олигопраймеров следующего состава:

П 1 - 5' - ACCGGGAGACGG (AG) GTCTCGCT,

П 2 - 5' - CCGGCCTTAC,

П 3 - 5' - CGCCCATGGTTAGACTTAGT,

П 4 - 5' - GCTTAGCCGAATTGGC,

П 5 - 5' - GTAAAAGGACGGCCAGT.

Амплификацию проводили на амплификаторах НПО г. Санкт-Петербург и "MJ Research" в течение 35 циклов.

Использовали следующие циклы амплификации: 2 минуты при 42-55⁰С (отжиг), 2 минуты при 72⁰С (синтез), 1 минута при 94⁰С (денатурация).

В пробирку с амплифицированным образцом вносили 50 мкл

хлороформа, перемешивали, центрифугировали на микроцентрифуге 30 сек. Водную фазу, содержащую амплифицированную ДНК анализировали в 1,5-2% агарозном геле с добавлением бромистого этила. В качестве маркеров молекулярного веса использовали ДНК фага лямбда, гидролизованную рестриктазой Hind III, и ДНК плазмиды pBR 322, гидролизованную рестриктазой Mva I.

Результаты и обсуждение

Спектры ДНК продуктов печеночного сосальщика (*Fasciola hepatica*), полученных с помощью PCR и фракционированных электрофорезом в агарозном геле, с использованием пяти различных праймеров показали, что основная зона разделения лежит в области от 2 до 0,5 тысяч пар нуклеотидов. Видно, что из пяти использованных праймеров лишь п1, п2 и п5 были достаточно эффективны – о чем свидетельствует большое количество интенсивных полос.

Идентичные спектры получены для амплифицированных ДНК гельминтов, с использованием п5, ДНК изолята *T.pseudospiralis* (от свиньи), амплифицированная в двух независимых реакциях. Несмотря на отсутствие в средней зоне ряда фрагментов у *T.spiralis* (по – видимому, реакция не прошла полностью) видны отличия спектров *T.spiralis* и *T.pseudospiralis*.

Для *Echinococcus granulosus* наблюдаемый спектр состоит из большего, по сравнению с *T.pseudospiralis* числа фрагментов. Помимо этого отдельные фрагменты у этих видов отличаются по интенсивности окрашивания (основная зона разделения фрагментов 2-0,2 т.п.н.).

Результаты анализа ДНК представителей родов *Taenia*, *Echinococcus* и *Trichinella* получали используя в качестве случайного праймера п2. *Echinococcus granulosus* и *Cisticercus ovis* резко отличаются между собой по ДНК – спектрам, полученным с помощью п2, очевидны их отличия и от распределения фрагментов у *F.hepatica*. Следует отметить, что для каждой из изученных ДНК, мы проводили неоднократные амплификации, и в работе приведены результаты, подтверждающиеся в разных экспериментах. Мы также анализировали фасциол, выделенных из печени и экспериментально

зараженного кролика. О региональной изменчивости ДНК фасциол можно судить при сравнении ДНК – спектров фасциол, выделенных из печени двух коров из Курской и одной коровы из Калужской областей. Помимо этого, сравнивали спектры ДНК единичной фасциолы и смеси ДНК пяти фасциол, выделенных из печени одного и того же животного. Возрастная изменчивость продемонстрирована при сравнении спектров ДНК половозрелых и неполовозрелых фасциол, выделенных из печени КРС одной и той же области (Курской).

При таком подходе нам не удалось обнаружить достоверных отличий в спектрах ДНК единичной особи и смеси ДНК от пяти особей. Также не найдены изменения в спектре у фасциол от двух коров из Курской области. Между фасциолами от КРС из двух разных областей выявлены небольшие достоверные отличия, заключающиеся в изменении взаиморасположения 3-4-х фрагментов.

Наибольшие различия среди фасциол найдены при сравнении ДНК фасциол из печени КРС и кролика. В спектре фасциол кролика заметно не только явное уменьшение числа амплифицированных фрагментов (8 вместо 11-14 у КРС), но и появление двух специфичных фрагментов (в области 380 п.н. и 1060 п.н.).

Различия между *F.hepatica* и *C.ovis* представителей Trematoda и Cestoda спектры амплифицированной ДНК представителей класса Nematoda: трех изолятов *T.spiralis* и *Nematodirus*. Как и при использовании $p1$, наибольшие различия обнаружены между спектрами представителей четырех родов – *Trichinella*, *Nematodirus*, *Fasciola*, *Taenia*. Изоляты трихинелл, отличались между собой значительно меньше, т.к. для всех трихинелл число совпадающих фрагментов ДНК весьма значительно.

Сравнительно нового молекулярно-генетического метода для идентификации и дифференциации представителей разных семейств, родов, видов и внутривидовых изолятов гельминтов. Перед нами стояла задача продемонстрировать возможности его применения для геномной идентификации гельминтов, полученных из различных регионов, а также подобрать олигонуклеотидные праймеры и провести оптимизацию условий проведения полимеразной цепной реакции. Предполагалось, что полученная информация может быть использована не только для

идентификации, но и таксонами гельминтов. Подбор праймеров осуществляли для выявления наиболее информативных (полиморфных) маркеров. Исходя из картин разделения амплифицированных фрагментов ДНК, мы остановились на праймерах п1, п2, п5, по которым обнаружена наибольшая вариабельность ДНК.

Для целей идентификации родов нами были взяты гельминты *Trichinella*, *Nematodirus*, *Fasciola*, *Echinococcus* и *Custicercus*. Между представителями трех классов гельминтов - Cestoda, Nematoda и Trematoda найдены весьма значительные различия, заключающиеся в отсутствии общих, одинаковых по электрофоретической подвижности фрагментов. Различия между представителями пяти изученных родов также весьма очевидны, хотя у некоторых видов можно обнаружить в спектрах незначительное число идентичных фрагментов. Так, по 2-3 общих фрагмента можно выявить при сравнении *Trichinella* и *Custicercus*, *Trichinella* и *Nematodirus*, *Fasciola* и *Echinococcus*.

Идентификация представителей различных видов с помощью RAPD-PCR сейчас довольно широко используется в исследованиях, где таксономический ранг представителей еще не достаточно ясен, или возникло множество неоднозначных данных. Это, в частности, относится к паразитологии и гельминтологии. Так, достаточно хорошо изучены с помощью RAPD-PCR, например представители рода *Shistosoma* [14] и фитопатогенные грибы рода *Rugophora* [1,2]. Среди данных, посвященных видоидентификации гельминтов этим методом, можно отметить ряд зарубежных публикаций. В них изложены данные по PCR-идентификации представителей рода *Trichinella*. В частности, в публикациях [10,11,12] отмечается различная степень дифференциации между изолятами трихинелл. В результате, в одну группу включены - *T.spiralis*, *T.britovi*, *T. nativa*, а *T.pseudospiralis* и *T.nelsoni* выделены в другую группу.

Согласно нашим данным, полученные различия по RAPD-PCR между *T.spiralis* и *T.pseudospiralis*, позволяют рассматривать их как самостоятельные группы (виды). Эти результаты совпадают с нашими предыдущими работами по изучению ДНК этих гельминтов [15,16]. Различия, обнаруженные нами между представителями группы *Trichinella*: *T.spiralis*, *T.spiralis* var. *nativa*, *T.spiralis* var.

nelsoni: не столь очевидны, как для *T.spiralis* и *T.pseudospiralis*. При сравнении спектров ДНК изолятов *Trichinella* мы обнаружили по 3-5 идентичных фрагментов, что свидетельствует о значительном сходстве их геномов, т.е. о значительном родстве. Однако, полученных нами данных пока еще недостаточно для объединения отдельных изолятов в группы. Этот вопрос требует дополнительного изучения с привлечением большего числа праймеров.

Нами выявлена внутривидовая изменчивость RAPD-маркеров при сравнении спектров ДНК печеночного сосальщика от коров из разных регионов России. Так, найдены отличия по 2-3 фрагментам в спектрах ДНК *Fasciola hepatica* из Курской и Калужской областей. Сходную картину мы наблюдали ранее при сравнении геномно - дактилоскопических отпечатков фасциол из Московской области, из Мордовии [15,16]. О внутривидовой гетерогенности свидетельствуют также белковые спектры *F.hepatica* [16]. Наличие региональной, межпопуляционной изменчивости по RAPD - маркерам характерно и для других видов гельминтов *Shistosoma* [14], *Taenia* [7]. Помимо региональных, нам удалось обнаружить различия в спектре амплифицированной ДНК у фасциол, находящихся на разных стадиях жизненного цикла. Эти различия заключались не только в изменении интенсивности окрашивания отдельных фрагментов, но и в изменении спектра распределения фрагментов в области 250-900 п.н. В качестве объяснения полученного результата можно предположить наличие онтогенетических модификаций ДНК, влияющих на параметры полимеразной цепной реакции и приводящих к изменению спектра амплифицированных ДНК-продуктов. Очевидно, что этот вопрос требует отдельного изучения.

Интересным представляется вопрос об изменчивости, наблюдаемой при смене хозяина гельминта. Отношения паразит-хозяин являются центральными в гельминтологии, т.к. именно они определяют особенности инвазионного процесса и многие вопросы ликвидации гельминтозов. До сих пор актуален вопрос влияния хозяина гельминта, на структуру генома паразита. По полученным данным трудно объяснить причины, лежащие в основе изменения амплификационного спектра у фасциол при смене хозяина-кролика

или крупного рогатого скота. Однако можно лишь утверждать, что уровень изменений в спектрах фасциол от кролика и КРС сопоставим с уровнем изменений в спектрах изолятов рода *Trichinella*, которые различаются по виду животного-хозяина (лиса, волк, медведь, свинья). Однако, эта сложная проблема может быть решена лишь при комплексном подходе с участием специалистов гельминтологов и молекулярных биологов.

Таким образом, оптимизированы условия и проведен RAPD-PCR-анализ представителей разных семейств, родов, видов и изолятов гельминтов. Описана генетическая изменчивость гельминтов разных таксономических рангов. Показано, что RAPD-PCR позволяет проводить идентификацию гельминтов, и при использовании широкого набора праймеров может дать полезную информацию для их таксономии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Булат С.А. Мироненко Н.В. Видовая идентичность фитопатогенных грибов *Pyrenophora teres* Drechsler и *P. graminea* Ito et Kuribayashi // Микология и фитопатология. 1990, вып.5, т.24, с. 435-441.
2. Булат С.А., Стрелкова М.В., Сысоев В.В. Идентификация маркерных штаммов *Leishmania major*, *L. Turanica*, *L. Gerbilli* методом полимеразной цепной реакции с универсальным праймером // Мед. паразитология и паразитарные болезни. 1992. N 1, с. 21-22.
3. Ellenberger D.L., Pieniazek n.J., Mian I.S., Eberhard M.L., Lammie P.J. Cloning and characterization of the *Wuchereria bancrofti* S15 ribosomal protein // Molecular and Biochemical Parasitology. 1992, v.52. N.1, p. 131-135.
4. Hancock V., Christodoulou C., Jackson H.C. Exploitation of A 650 bp probe for quantification of *pneumocystis carini* // Eur. J. Parazitol. 1992. V.28. N.3, p. 342.
5. Bishop R., Sohanpal B., Karinki D.P., Young A.S. Detection of carrier State in *Thelaria parva* – infected cattle by the polymerase chain reaction // Parasitology. 1992, v.104, N2, p. 215-232.
6. Gotstein B., Deplazes P., Tanner I., Skaggs J.S. Diagnostic Identification of *Taenia saginata* with the polymerase chain reaction //

- Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene. 1991, v.82. N.2, p. 248-249.
7. Weiss H.M., Udem S.A., Salgo M., Tanowitz H.B., Wittner M. Sensitive and specific detection on Toxoplasma DNA in an experimental murine model: Use of Toxoplasma gondii-specific cDNA and the polymerase chain reaction // J.Infect. dis. 1991, v.163. N.1, p. 180-186.
 8. Zurita M., Bieber D., Ringold G., Mansour T.E. cDNA cloning and gene characterization of the mitochondrial large subunit (LSU) rRNA from the liver fluke Fasciola hepatica // Nucleic Acids Res. N.16, p. 7001-7012.
 9. Arribas B., Siles M., Bolas F., Martinez A.R. Randomly amplified DNA polymorphism within Trichinella species and isolates // Eighth International Conference on Trichinellosis, Orvieto (Italy). 1993. Abstract book, p. 10.
 10. Bandi C., La Rosa G., Comincini S., Tasciotti L., Damiani G., Wang G., Pozio E. Microtaxonomy of Trichinella spp.: consistency of results obtained by RAPD and isozyme analyses // Eight International Conference on Trichinellosis, Orvieto. 1993. Abstract book, p. 12.
 11. Dupouy-Camet J., Robert F., Guillou J. P., Vallet C., Perret C., Soule C. Genetic analysis of Trichinella isolates with random amplified polymorphic DNA markers // Eighth International Conference on Trichinellosis, Orvieto. 1993. Abstract book, p. 51.
 12. Saiki R.K., Gelfand D.H., Stoffel S., Scharf S.J., Higuchi R., Horn G.T., Mullis K.B., Erlich H.A. Primer-directed enzymatic amplification of DNA with a thermostable DNA polymerase // Science. 1982, v. 239, p. 487-491.
 13. Neto D.E., Souza C.P., Rolinson D., Katz N., Pena S.D., Simpson A.J. The random amplification of polymorphic DNA allows the identification of strains and species Schistosoma // Mo 1. Bioch. Parazitol. 1993, v.57. N.1, p. 83-88.
 14. Романова Е.А. Анализ фасциол методом геномной дактилоскопии // Тезисы докл. Вс. Научн. Конф. "Методы профилактики и борьбы с трематодозами человека и животных". Сумы, 1991, с. 99.
 15. Рысков А.П., Романова Е.А., Бенедиктов И.И., Пенкова Р.А. Анализ генетического полиморфизма возбудителей

гельминтозных заболеваний // Вестник сельскохозяйственной науки. 1990. N 6, с. 147-149.

16. Клименко В.В., Сазанов А.М. Возможность дифференциации некоторых видов трематод и их промежуточных хозяев методом диск-электрофореза в полиакриламидном геле // Труды ВИГИС, т. 19, 1972, с. 102-105.

ԱՄՓՈՓՈՒՄ

FASCIOLA, ECHINOCOCCUS և TRICHINELLA ՍԵՌԻ
ՀԵԼՄԻՆԹՆԵՐԻ ԴՆԹ-Ի ՏԱՐԲԵՐԱԿՈՒՄԸ ՊՈԼԻՄԵՐԱԶԱՅԻՆ
ՇՂԹԱՅԱԿԱՆ ՌԵԱԿՑԻԱՆԵՐԻ ԿԻՐԱՌՄԱՄԲ
Ռ.Գ.ՄԱՆԳԱՍԱՐՅԱՆ, Ա.Մ.ԱՍԱՏՐՅԱՆ, Ս.Կ. ՍԵՄՅՈՆՈՎԱ

Աշխատանքում կիրառվել է պոլիմերազային շղթայական ռեակցիաների մեթոդը՝ *Fasciola*, *Echinococcus* և *Trichinella* սերի հելմինթների տարբերակման համար: Ապացուցված է, որ նշված մեթոդը կարելի է օգտագործել հելմինթների ֆիլոգենետիկ և կարգաբանությունում:

SUMMARY

IDENTIFICATION OF *FASCIOLA*, *ECHINOCOCCUS* AND
TRICHINELLA HELMINTHES DAA BY USING THE POLYMERASE
CHAIN REACTION

R.G. MANGASARYAN, A.M. ASATRYAN, S.K. SEMYENOVA

We have used the polymerase chain reaction (PCR) and random amplified polymorphic DNA (RAPD) method to identify DNA polymorphisms to characterized three classes of helminths: Cestoda and Nematoda. In this study, RAPD markers have been used to description of genetic variability between the families, genus, species and isolates of helminths. We optimised the conditions of RAPD analyses and revealed the genetic variability of helminths belonging to the same different taxonomic groups. This results show that the RAPD-PCR method can be considered as a suitable technique for helminths phylogenetic identifications. It was discussed the problems of age – and hostspecificity taxons.

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ОРГАНОВ И
ТКАНЕЙ HETERAKIS GALLINARUM (GMELIN, 1790) ПОСЛЕ
ПРИМЕНЕНИЯ АНТИГЕЛЬМИНТИКА МЕДАМИН (БМК)

А.М. АСАТРЯН, Р.Г. МАНГАСАРЯН

Армянский государственный педагогический университет

им. Х. Абовяна, 0010, Ереван, пр. Тигран Меци, 17

e-mail: fiziologia2009@mail.ru

Поступила в редакцию 15 октября 2013г.

На основании проведенных микроморфологических и гистохимических исследований можно констатировать, что препарат БМК в терапевтической дозе 100мг/кг, введенный перорально однократно цыплятам, спонтанно зараженным гетеракидозом, обладает определенным нематодоцидным действием. Однако следует заметить, что действие данного антигельминтика на гетеракисов не настолько велико, чтобы привести к быстрой и эффективной дегельминтизации цыплят. Как показал опыт, действие БМК направлено главным образом на покровные ткани и пищеварительную систему данного вида гельминтов.

Ключевые слова: *Heterakis gallinarum (Gmelin, 1790), БМК, Enterobius vermicularis, антигельминтик.*

Данные о микроструктуре гельминтов в норме и после воздействия антигельминтиков имеют важное значение при оценке эффективности этих препаратов, для обоснования показаний к их применению, а также понимания механизма действия. Широкое применение того или иного препарата на практике, во избежание так называемого «привыкания», требует выяснения степени деструктивных процессов, возникающих в организме гельминта, а

также возможности их «обратимости» после воздействия антигельминтика.

Объектом для исследований послужила нематода – *Heterakis gallinarum* (Gmelin, 1790). Выбор гельминта обусловлен прежде всего широким распространением гетеракидоза и наносимым им большим ущербом птицеводческим хозяйствам, а также возможностью использования данного гельминта в качестве лабораторной модели *Enterobius vermicularis*. В качестве антигельминтика мы применили препарат бензимидазолового ряда – БМК, который весьма эффективен при многих гельминтозах [1-3].

Материалы и методы

Для исследования брались половозрелые самки и самцы гетеракисов от 25 спонтанно зараженных цыплят белой русской породы. БМК вводили непосредственно в зоб однократно в терапевтической дозе 100 мг/кг. Цыплят декапитировали через 3,6,18,24 часов после введения препарата. Из слепых отростков толстой кишки подопытных и контрольных птиц извлекали по 10-15 гетеракисов, промывали 1-2 мин. В физиологическом растворе, а затем фиксировали в 5%-ном нейтральном формалине, жидкостях Карнуа, Ценкера с уксусной кислотой и ФСУ, по Бродскому. Парафиновые срезы толщиной 5-6 мкм окрашивали по методу Маллори, гематоксилином Майера, Караччи, Эрлиха с эозином и железным гематоксилином, по Гейденгайну. Гликоген определяли с помощью ШИК-реакции.

Результаты исследований

Кожно-мускульный мешок. Через 3 часа после воздействия БМК толщина кутикулы (2,8-3,0 мкм) и ее строение не отличаются от контроля. Толщина субкутикулярного слоя, как и в норме, составляет 2,0-2,2 мкм. В мускульном слое изменений также не наблюдается. После 6-часового воздействия препарата изменений в строении кутикулы по-прежнему нет, в то время как толщина субкутикулярного слоя несколько увеличивается (до 2,2-2,3 мкм). В субкутикуле и гиподермальных валиках (особенно в латеральных) появляются многочисленные мелкие вакуоли. Размер и форма ядер

гиподермы не отличаются от контроля (их продольная ось равна 2,9-3,1 мкм). В мускульном слое под воздействием БМК отмечается некоторое увеличение плазматических сумок. Ядра мускульных клеток, как и в норме, бедны хроматином и имеют продольную ось, равную 11,8-12,0 мкм. Через 18 часов после введения антигельминтика в кутикуле изменений по-прежнему не наблюдается. В гиподерме количество мелких вакуолей значительно возрастает. Кроме того, появляются крупные вакуоли. Содержание хроматина в гиподермальных ядрах заметно увеличивается, но их размеры не изменяются. В сократимой части мускульных клеток и в их плазматических сумках также появляются мелкие вакуоли. Спустя 24 часа с момента дачи БМК слоистость кутикулы исчезает. Толщина ее несколько увеличивается и достигает 3,1-3,3 мкм. Латеральные и медиальные валики гиподермы, а также субкутикулярный слой становятся еще более вакуолизированными. В клетках соматической мускулатуры наблюдается увеличение плазматических сумок. Кроме того, было выявлено, что по мере увеличения срока действия препарата интенсивность накопления гликогена в покровных тканях увеличивается. В отличие от нормы, где гликоген сконцентрирован в основном в плазматических сумках мышечных клеток, под воздействием препарата отмечается усиленное накопление гликогена в субкутикулярном слое в виде небольших гранул, а также в латеральных валиках гиподермы. Содержание гликогена резко возрастает и в сократимой части мускульных клеток.

Пищеварительная система. В пищеварительном тракте гетеракисов спустя 3 часа после дачи БМК наблюдаются незначительные изменения. Строение пищевода и задней кишки при этом от контроля не отличается. Лишь в среднем отделе кишечника ядра эпителиальных клеток под воздействием антигельминтика становятся несколько сжатыми. Их продольная ось составляет 9,0-9,2 мкм (в норме 9,3-10,0 мкм). Через 6 часов после воздействия БМК толщина кутикулярной выстилки пищевода увеличивается от 3,6-4,2 мкм (в норме) до 4,0-4,6 мкм. Цитоплазма кишечных клеток несколько уплотняется. Ядра эпителиальных клеток сохраняют типичные для нормы размеры и форму (продольная ось – 7,9-9,8 мкм, поперечная ось – 7,4-7,7 мкм). Однако в нуклеоплазме

происходит увеличение содержания хроматина. В цитоплазме эпителиальных клеток средней кишки образуется множество крупных вакуолей. Щеточная кайма набухает, высота ее достигает 2,6-2,8 мкм (в норме 2,4-2,6 мкм). Цитоплазма симпластического слоя задней кишки теряет прозрачность и гомогенность. Через 18 часов ядра клеток пищевода несколько сжимаются (их размер не превышает по поперечной оси 7,5-8,2 мкм, в продольной оси – 7,0-7,5 мкм). В цитоплазме эпителиальных клеток средней кишки степень вакуолизации остается прежней. Щеточная кайма выглядит набухшей. Симпласт задней кишки гетеракиса при этом также выглядит на препаратах мутным и неоднородным. Спустя сутки после дачи антигельминтика, патологические изменения в кишечной трубке становятся наиболее выраженными в пищеводе и среднем отделе кишечника. Обнаруживается значительное набухание слоев кутикулы пищевода и увеличение ее общей толщины в 1,5-2 раза. Ядра эпителиальных клеток пищевода сморщиваются и приобретают округлую форму. Их диаметр колеблется от 6,8 до 7,1 мкм. В средней кишке толщина кутикулярной выстилки после суточного воздействия БМК также увеличивается и составляет 4,8-5,0 мкм (в норме 4,5-4,8 мкм). Апикальная часть эпителиальных клеток в этом отделе выглядит сжатой, так что между ними вблизи просвета кишечника образуются пустоты. Границы клеток становятся нечеткими. Щеточная кайма местами ослаивается. Изменения структуры заднего отдела кишечника остаются прежними. Изменений в содержании и распределении гликогена в структурах пищеварительной трубки под влиянием действия БМК не выявлено.

Половая система самок. Исследования показали, что репродуктивная система самок гетеракисов мало чувствительна к действию антигельминтика БМК. Через 3 часа после введения препарата в строении всех отделов половой трубки каких-либо изменений не было обнаружено. Через 6 часов отмечается незначительное утолщение наружной мембраны яичников (0,6-0,7 мкм) и некоторое увеличение зернистости цитоплазмы эпителиальных клеток. Толщина наружной мембраны в стенке яйцеводов при этом не отличается от нормы (0,8-0,9 мкм). Крупные чешуевидные клетки эпителия яйцеводов уменьшаются в размере:

их высота составляет 7,2-7,4 мкм (в норме 7,5-10,0 мкм), ширина основания – 10,8-11,2 мкм (в норме 12,5-12,8 мкм). В строении матки, вагины, яйцемета и половых клеток изменений не наблюдается. Через 18 часов после введения антигельминтика наружная мембрана яйчников остается утолщенной (0,6-0,8 мкм). Эпителиальные клетки несколько изменяются по форме и размерам. Они как бы «уплощаются». Их высота не превышает 1,7-1,8 мкм, в то время как ширина достигает 16,2-17,0 мкм. Зернистость цитоплазмы незначительно увеличивается. Наружная мембрана яйцеводов также несколько утолщается и достигает 0,9-1,0 мкм. Клетки эпителия яйцеводов становятся еще более сжатыми. Их высота составляет 6,9-7,1 мкм, ширина основания – 10,4-10,8 мкм. В матке наблюдается грануляция цитоплазмы эпителиальных клеток, в то время как в норме она выглядит прозрачной. В строении вагины и яйцемета можно отметить лишь незначительное утолщение наружной соединительнотканной мембраны до 1,7-2,1 мкм (в норме 1,2-1,8 мкм). Структура половых клеток при этом сроке действия БМК не меняется. После суточного воздействия БМК в эпителиальных клетках яйчников зернистость цитоплазмы существенно увеличивается. В некоторых оогониях и ооцитах нарушается целостность оболочки. В матке отмечается сжатие эпителиальных клеток. Их высота при этом не превышает 4,6 мкм (в норме 5,0 мкм) при ширине основания 22,4-23,2 мкм. Структура вагины, яйцемета и зрелых яиц не отличается от таковой в предыдущий срок действия препарата.

Половая система самцов. Через 3 часа после введения антигельминтика БМК в структуре всех отделов половой трубки самцов изменений не наблюдается. Спустя 6 часов после дачи препарата в семенниках можно отметить некоторое увеличение толщины наружной мембраны – до 0,5-0,6 мкм. Ядра эпителиальных клеток семенников несколько сжимаются. Их продольная ось равна 0,8-0,9 мкм. Ядра эпителия семенного пузырька также уменьшаются. Их продольная ось составляет 3,8-4,0 мкм (в норме 4,1-4,2 мкм). В семяпроводе повышается вакуолизация цитоплазмы эпителиальных клеток. Крупные вакуоли локализуются не только в базальной части клеток, как в норме, но и в апикальной части цитоплазмы. Строение и толщина 0,9-1,0 мкм наружной мембраны семяпровода не

отличается от контроля. В структуре эякуляторных желез, эякуляторного протока и половых клеток изменений не происходит. Через 18 часов после воздействия БМК в семенниках наружная мембрана еще более утолщается (0,6-0,7 мкм). Зернистость цитоплазмы эпителиальных клеток несколько увеличивается. Ядра по прежнему выглядят сжатыми. В семенном пузырьке можно отметить некоторое увеличение зернистости цитоплазмы эпителиальных клеток. В семяпроводе толщина наружной мембраны достигает 1,1-1,3 мкм. Вакуоли заполняют все пространство эпителиальных клеток. В строении эякуляторного протока и эякуляторных желез отклонений от нормы выявлено не было. После 24 часового воздействия БМК структурные изменения в семенниках не отличаются от таковых через 18 часов после введения препарата. В семенном пузырьке можно отметить сжатие эпителиальных клеток. При той же ширине основания (8,0-10,0 мкм) их высота не превышает 1,3-1,5 мкм (в норме 1,6-2,0 мкм). В семяпроводе также происходит сжатие ядер эпителиальных клеток. Диаметр не превышает 4,6-4,8 мкм (в норме 5,0-5,2 мкм). В эякуляторных железах наружная мембрана по структуре и толщине (0,4 мкм) не изменяется. В ядрах эпителиальных клеток наблюдается перераспределение глыбок хроматина, который локализуется равномерно по всему ядру, а не вблизи ядерной оболочки, как в норме. Строение эякуляторного протока и половых клеток через сутки после введения антигельминтика не отличается от контроля. В органах репродуктивной системы гетеракисов было отмечено, что с увеличением срока действия БМК содержание гликогена возрастает в цитоплазме половых клеток, в то время как его количество в эпителии половых трубок снижается.

Таким образом, на основании проведенных микроморфологических и гистохимических исследований можно констатировать, что препарат БМК в терапевтической дозе 100мг/кг, введенный перорально однократно цыплятам, спонтанно зараженным гетеракидозом, обладает определенным нематодоцидным действием. Однако следует заметить, что действие данного антигельминтика на гетеракисов не настолько велико, чтобы привести к быстрой и эффективной дегельминтизации цыплят. Как показал опыт, действие БМК направлено главным образом на покровные ткани и

пищеварительную систему данного вида гельминтов. Структурные и функциональные изменения, вызываемые антигельминтиком, по мере увеличения срока воздействия несколько возрастают, но не вызывают нарушений, свидетельствующие о "необратимости" данных процессов. Микроморфологические и функциональные изменения в половой системе гетеракисов после воздействия БМК еще более незначительны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Березкина С.В. Действие бенацила и БМК на личиночные стадии аскаридий и реинвазия кур после дегельминтизации этими препаратами.- Бюлл. ВИГИС, в.28, М., 1981, с. 14-17.
2. Райхер Ш.Г., Садиков А.А. Разработка и испытание смачиваемых порошков бенациала и БМК при нематодирозе ягнят.- Бюлл. ВИГИС, в.28, М., 1981, с. 49-51.
3. Солоненко И.Г. Антигельминтные свойства БМК при аскаридозе и трихоцефалезе свиней.- Бюлл. ВИГИС, в.28, М., 1981, с. 61-62.

ԱՍՓՈՓՈՒՄ
HETERAKIS GALLINARUM (GMELIN, 1790) – ՕՐԳԱՆՆԵՐԻ ԵՎ
ՀՅՈՒՄՎԱԾՔՆԵՐԻ ՄՈՐՖՈՖՈՒՆԿՑԻՈՆԱԼ
ՓՈՓՈԽՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ՄԵԴԱՄԻՆ (BMK) ՀԱԿԱՀԵԼՄԻՆԹԱՅԻՆ
ՊԱՏՐԱՍՏՈՒԿԻ ՓՈՐՁԱՐԿՈՒՄԻՑ ՀԵՏՈ
Ա.Մ.ԱՍԱՏՐՅԱՆ, Ռ.Գ.ՄԱՆԳԱՍՏՐՅԱՆ

Միկրոմորֆոլոգիական և հիստոքիմիական ուսումնասիրություններից պարզվել է, որ BMK-ի պատրաստուկը 100 մգ/կգ թերապևտիկ դոզայով՝ պերորալ մեկ անգամ, չունի արտահայտված հակահելմինթային ազդեցություն և ամբողջովին չի ազատում ճտերին հետերաքիսներից: Ստացված արդյունքները ցույց են տվել, որ BMK-ի ազդեցությունը ուղղված է հիմնականում նեմատոդի ծածկույթային հյուսվածքի և մարսողական համակարգի ու ավելի քիչ նրա վերարտադրման համակարգի վրա: Սակայն հետերաքիսի օրգանների և համակարգերի ախտաբանական երևույթները չի կարելի համարել անդարձելի:

SUMMARY
MORPHOLOGICAL AND FUNCTIONAL CHANGES OF ORGANS
AND TISSUES OF HETERAKIS GALLINARUM (GMELIN, 1790)
AFTER APPLICATION OF MEDAMIN (BMK) ANTHELMINTHIC
A.M. ASATRYAN, R.G. MANGASARYAN

Undertaking micromorphological and hystochemical investigations it was found that a therapeutical dose 100 mg/kg of anthelmintic BMK once introduced to chicken per os doesn't possess a marked heteracocide effect and doesn't lead to full dishelminthisation of birds. The experiment showed that the work of BMK is mainly directed at the cover tissues and to digestion system of nematodes of this very species and in less degree – at their reproductive system. However pathological phenomenon in all organs and systems of heteracises can't be considered unturned.

ՀՏԴ 612.01:618.2

ՀՂԻՈՒԹՅԱՆ ԶԱՐԳԱՑՄԱՆ ԸՆԹԱՑՔՈՒՄ ԱՌՆԵՏՆԵՐԻ
ԻՆՏԵԳՐԱՏԻՎ ՑՈՒՑԱՆԻՇՆԵՐԻ ՓՈՓՈԽՈՒԹՅԱՆ
ՀԵՏԱԶՈՏՈՒՄԸ

Գ.Ք.ՍՈՒՇԵՂՅԱՆ¹, Հ.Ս.ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ¹, Գ.Ս.ԱՐԱԶՅԱՆ¹,
Վ.Ռ.ՍԱՐԳՍՅԱՆ², Ի.Ա.ԴԱՆԻԵԼՅԱՆ², Ա.Վ.ԶԱՂԻՆՅԱՆ²,
Հ.Վ.ԱՐԵՍՏԱԿԵՍՅԱՆ¹, Ֆ.Տ.ՖԱՀՐԱԴՅԱՆ¹

¹Խ.Արովյանի անվան հայկական պետական մանկավարժական
համալսարան

² ՀՀ ԳԱԱ Լ.Ա.Օրբելու անվան ֆիզիոլոգիայի ինստիտուտ, Երևան 0028,
Օրբելի եղբ. փողոց 22
e-mail: musheghyankens@gmail.com

Ցույց է տրված, որ <<Բիոսկոպ>> սարքի օգնությամբ, սպիտակ
առնետների մոտ կարելի է հայտնաբերել հղիությունից առաջ, հղիության
ընթացքում և հղիությունից հետո օրգանիզմի ինտեգրատիվ վիճակը
բնութագրող ցուցանիշների փոփոխությունները:

Բանալի բառեր. օրգանիզմի ֆիզիոլոգիական վիճակի հեռահար
գնահատում, ինտեգրատիվ ցուցանիշներ, հղիություն:

Ներկայացված է տպագրության 2013թ. հոկտեմբերի 25

Օրգանիզմի վիճակը գնահատող դյուրատար սարքերը
հիվանդներին թույլ են տալիս ինքնուրույն անցկացնել անհրաժեշտ
չափումներ և ժամանակակից հեռահաղորդակցության միջոցների
օգնությամբ փոխանցել դրանց արդյունքները բուժող բժշկին և
ստանալ անհրաժեշտ խորհրդատվություն [1]: Ներկայումս
Հայաստանում ևս հնարավոր է իրականացնել օրգանիզմի
ֆիզիոլոգիական վիճակի հեռահար գնահատում: Վերջինս
իրականացվում է մեր կողմից առաջարկված <<Բիոսկոպ>> սարքի
օգնությամբ [2,3] այն կարելի է կիրառել վեգետատիվ, հուզային և

հոգեկան մակարդակներում օրգանիզմի կենսական գործընթացների հեռահար գնահատման նպատակով: Առնետների մոտ իրականացված հետազոտությունները հաստատում են տարբեր իրավիճակներում օրգանիզմի ֆիզիոլոգիական վիճակի փոփոխման հանդեպ սարքի ազդանշանների բարձր զգայունությունը և յուրահատկությունը [4, 2]: Փորձ է արվել առնետների մոտ բիոսկոպի օգնությամբ բացահայտել հղիությունից առաջ, հղիության ընթացքում և հղիությունից հետո օրգանիզմի ինտեգրատիվ վիճակի հեռահար գնահատման հնարավորությունները:

Հետազոտության մեթոդիկա

Փորձերը տարվել են 12 առույգ, 200-230գ. էգ առնետների վրա: Առնետներից 4-ն առանձնացվել են որպես ստուգիչ խումբ: Նրանց մոտ սարքի օգնությամբ, երեք անգամ (10 օրը մեկ) կատարվել է ցերեկային և գիշերային ոչ ինվազիվ գրանցում:

Մնացած 8 առնետների մոտ, ինտեգրատիվ վիճակի ստուգիչ գրանցումից հետո, 13 օրվա ընթացքում տեղադրվել են արու առնետներ: Արուների հեռացումից անմիջապես հետո, երկու անգամ (10 օրը մեկ) կատարվել է առնետների ֆիզիոլոգիական վիճակի գրանցումներ: Ընթացքում պարզվեց, որ 8 առնետներից բեղմնավորվել են միայն 4-ը, վերջիններիս համար ծննդաբերությունից հետո ևս կատարվել է ֆիզիոլոգիական վիճակի գրանցումներ: Արդյունքների վերլուծությունը կատարվել է LabView-2011-ի միջավայրում մշակված համալիր ծրագրով: Ծրագիրը թույլ է տալիս իրականացնել սարքի ազդանշանների հարթեցում, գտում և սարքում գրանցվող ազդանշանների հաջորդական պիկերի (BB-տիրույթներ) ժամանակային տիրույթների վերծանում: Ֆուրյեի մեթոդի օգնությամբ, սարքի ազդանշանների առանձնացված ժամանակահատվածի և նրանց BB-տիրույթների համար հաշվարկվել են ազդանշանների սպեկտրային բաշխումները, որոնց արժեքների համար կառուցվել են հիստոգրամներ և հաշվարկվել են 15 վիճակագրական ցուցանիշներ [3, 5, 6], որոնցից էլ պայմանականորեն առանձնացվել են 10 առաջնայինները, որոնց օգնությամբ հաշվարկվել են 5 լրացուցիչ (երկրորդային) ցուցանիշները (աղյուսակ 1): Դրա հետ մեկտեղ բոլոր ցուցանիշների համար, փորձերի տարբեր

Ժամանակահատվածների համար, գնահատվել է նրանց փոփոխականության գործակիցները: Վիճակագրական ցուցանիշների հարաբերական փոփոխությունները գրանցումների տարբեր օրերի համար, բոլոր կենդանիների մոտ առանձին են գնահատվել, բացի այդ ցուցանիշների հարաբերական փոփոխությունների արժեքները միջինացվել են:

Աղյուսակ 1

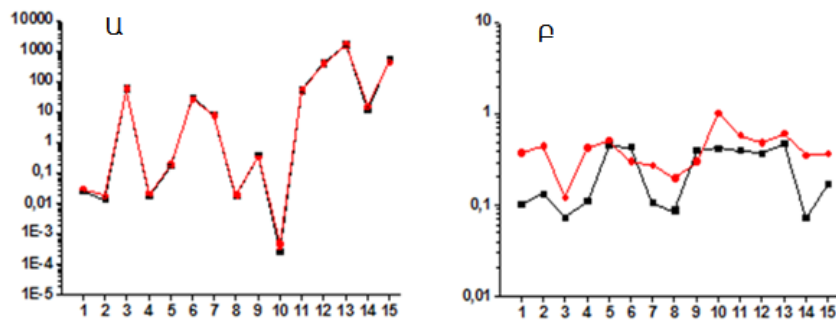
Սարքի ազդանշանների վիճակագրական ցուցանիշները

NN	Կրճատ նշանները	Մեկնաբանությունը
ԱՌԱՋՆԱՅԻՆ ՑՈՒՑԱՆԻՇՆԵՐԸ		
1	<BB> (րոպ)	BB–տիրույթների միջին արժեքները
2	Std_BB (րոպ)	BB–տիրույթների դիսպերսիան՝ անհամաձայնությունը, ցրումը
3	CV (%)	BB–տիրույթների փոփոխությունների գործակիցը
4	RMSDD_BB (րոպ)	BB–տիրույթների հաջորդական զույգերի զումարի քառակուսու քառակուսի արմատը
5	Max-Min (րոպ)	BB–տիրույթների առավելագույն և նվազագույն արժեքների տարբերությունը
6	Max / Min	BB–տիրույթների առավելագույն և նվազագույն արժեքները
7	AMo (%)	BB–տիրույթների ամպլիտուդայի հիստոգրամայի մոդան
8	Mo (րոպ)	BB–տիրույթների հիստոգրամաների մոդան
9	Ազդանշանների ՄԽՀ	Սարքի ազդանշանների սպեկտրային խտության հզորությունը
10	BB –տիրույթների ՄԽՀ	BB–տիրույթների սպեկտրային խտության հզորությունը
ԵՐԿՐՈՐԴԱՅԻՆ ՑՈՒՑԱՆԻՇՆԵՐ		
11	$A = AMo / (Max - Min)$	
12	$B = 1 / (Mo * (Max - Min))$	
13	$C = AMo / (2 * Mo * (Max - Min))$	

14	D-BB-տիրույթների ամպլիտուդայի հիստոգրամաների ընդհանուր թիվը
15	E=AMo/Mo

Արդյունքները և քննարկումը

Նկար 1-ում ցույց է տրված նորմայում, ստուգիչ խմբի կենդանիների մոտ, գիշերային և ցերեկային ժամերին գրանցված օրգանիզմի ինտեգրատիվ վիճակը բնութագրող վիճակագրական ցուցանիշների բացարձակ արժեքների գրաֆիկական պատկերը:

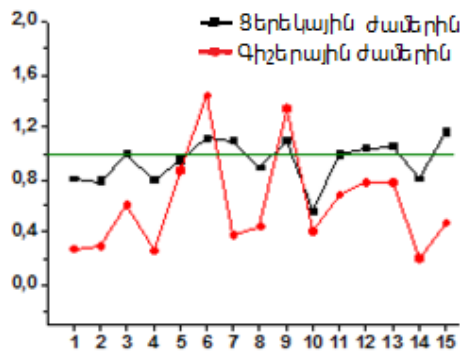


Նկ.1. Ստուգիչ խմբի կենդանիների մոտ գիշերային և ցերեկային ժամերին գրանցված, ինտեգրատիվ վիճակը բնութագրող վիճակագրական ցուցանիշների արժեքները: Ա.Օրդինատների առանցք – կենդանիների ամբողջական օրգանիզմի վիճակագրական բոլոր ցուցանիշների միջինացված արժեքները; Բ.Օրդինատների առանցք – կենդանիների ամբողջական օրգանիզմի վիճակագրական ցուցանիշների փոփոխված գործակիցների միջինացված արժեքները; Ա, Բ.Աբսցիսների առանցք – ըստ աղյուսակի համարակալման հետազոտված ցուցանիշները:

Հետազոտության ընթացքում պարզվել է, որ գիշերային և ցերեկային ժամերին կատարված գրանցումների ժամանակ, գնահատվող վիճակագրական ցուցանիշների միջինացված արժեքները գործնականում համընկնում են, սակայն գիշերային ժամերին նրանց փոփոխականությունը ավելի բարձր է, քան ցերեկը:

Այդ հանգամանքը առավել ցայտուն արտահայտված է նկար 2-ում, որում ներկայացված է ստուգիչ խմբի կենդանիների ինտեգրատիվ վիճակը բնութագրող ցուցանիշների հարաբերական արժեքները գիշերային և ցերեկային ժամերին կատարված

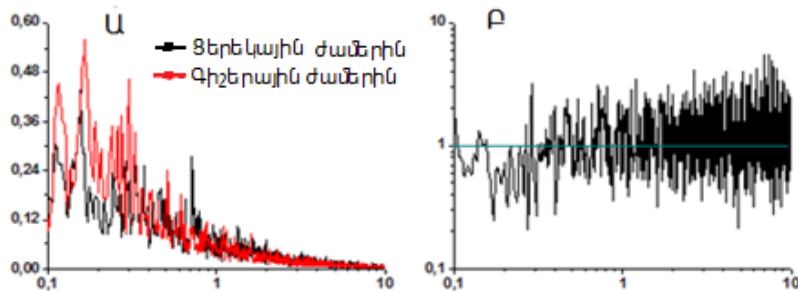
գրանցումների ժամանակ:



ՆԿ. 2. Ստուգիչ խմբի կենդանիների գիշերային և ցերեկային ժամերին գրանցված ինտեգրատիվ վիճակի ցուցանիշների հարաբերական արժեքները և համապատասխանաբար նրանց փոփոխականության գործակիցները: Օրդինատների առանցք - հաշվարկված ցուցանիշների հարաբերական արժեքները; Աբսցիսների առանցք - հաշվարկված ցուցանիշների փոփոխականության գործակիցները:

Սա հիմք է տալիս ասելու, որ կենդանու ինտեգրատիվ վիճակը բնութագրող ցուցանիշների փոփոխականության գործակիցները առավել զգայուն ցուցիչներ են, քան այդ ցուցանիշների բացարձակ արժեքները:

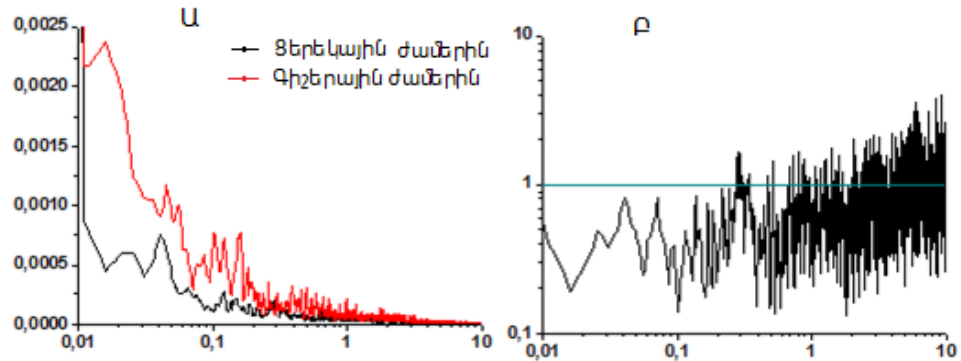
Գրանցումների ընթացքում պարզ դարձավ, որ ստուգիչ խմբի կենդանիների մոտ գրանցված ազդանշանների ցածր հաճախականությամբ ցուցանիշները (նկար 3.Ա,Բ) 0,1-0,3տատ/րոպե տեղամասում, գիշերը ավելի բարձր են ցերեկային ժամին գրանցված ցուցանիշներից, իսկ 1տատ/րոպ-ից բարձր հաճախականության համար պատկերը հակադարձ է:



Նկ.3Ա. Ստուգիչ խմբի կենդանիների գիշերային և ցերեկային ժամերին գրանցված ազդանշանների սպեկտրային բաշխման միջինացված արժեքները: Ա.Գիշերային ժամին, Բ.Ցերեկային ժամին: Օրդինատների առանցք - սպեկտրի

հզորությունը հարաբերական միավորներով; Աբսցիսների առանցք-
օսցիլյացիայի հաճախականությունը:

Պարզվել է, որ գիշերային ժամերին կատարված գրանցումների ժամանակ, ազդանշանների հզորությունը սկսած հաճախականության 0,01-10 տատ/րոպե տեղամասից, բոլոր BB-տիպությունների սահմանների համար գերակշռում է (նկար 4.):

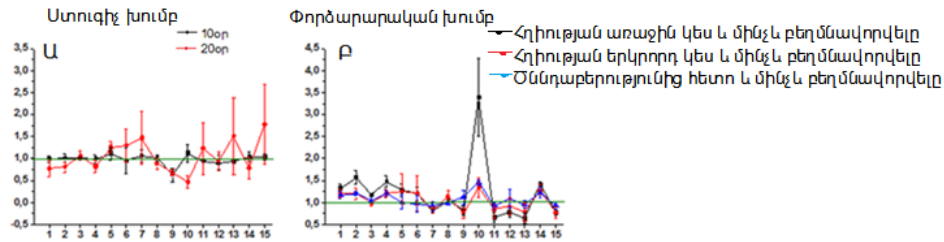


Նկ.4 Ա.Ստուգիչ խմբի կենդանիների մոտ գիշերային և ցերեկային ժամերին գրանցված սարքի ազդանշանների BB-տիպությունների միջինացված սպեկտրային բաշխումները: Օրդինատների առանցք – սպեկտրի հզորության հարաբերական միավորները; Աբսցիսների առանցք – օսցիլյացիայի հաճախականությունը; Բ.Գիշերային և ցերեկային ժամերին գրանցված ազդանշանների սպեկտրի հզորության հարաբերական արժեքները: Օրդինատների առանցք - սպեկտրի հզորությունը հարաբերական միավորներով; Աբսցիսների առանցք - օսցիլյացիայի հաճախականությունը:

Փաստորեն, ստուգիչ խմբի (չծննդաբերած) կենդանիների մոտ 20 օրվա ընթացքում, ցերեկային գրանցումների ընթացքում, նրանց ինտեգրատիվ վիճակը բնութագրող ցուցանիշների արժեքներում վիճակագրորեն հավաստի փոփոխություններ չի նկատվել (նկ. 5.Ա):

Ուստի, փորձարարական խմբի կենդանիների մոտ ստացված արդյունքների վերլուծության նպատակով հաշվի են առնվել միայն գիշերային ժամերին կատարված գրանցումների տվյալները:

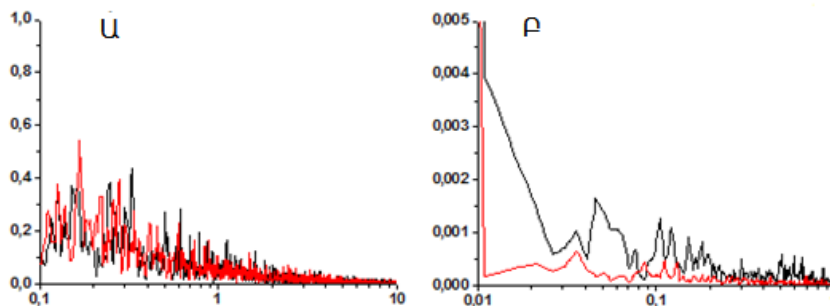
Փորձարարական խմբի կենդանիների մոտ իրականացվել է կատարված գրանցումների համեմատական վերլուծություն ծննդաբերած կենդանիների հղիության առաջին կեսում և մինչև բեղմնավորվելը ցուցանիշների հարաբերության, հղիության երկրորդ կեսում և մինչև բեղմնավորվելը ցուցանիշների հարաբերության, ինչպես նաև ծննդաբերությունից հետո և մինչև բեղմնավորվելը ստացված ցուցանիշների հարաբերության միջև:



Նկ.6. Գիշերային ժամերին, տարբեր ժամանակահատվածներում կատարված գրանցումների ինտեգրատիվ ցուցանիշների հարաբերական արժեքները: Օրդինատների առանցք - ինտեգրատիվ ցուցանիշների հարաբերական արժեքները; Աբսցիսների առանցք - ըստ աղյուսակի հաշվարկված ինտեգրատիվ ցուցանիշները:

Պարզվել է, որ ծննդաբերած կենդանիների մոտ հավաստի փոփոխություններ նկատվել է միայն որոշ ցուցանիշներում: Հղիության երկրորդ կեսում գրանցված ցուցանիշներում նկատվում են զգալի փոփոխություններ (նկ.6.Բ):

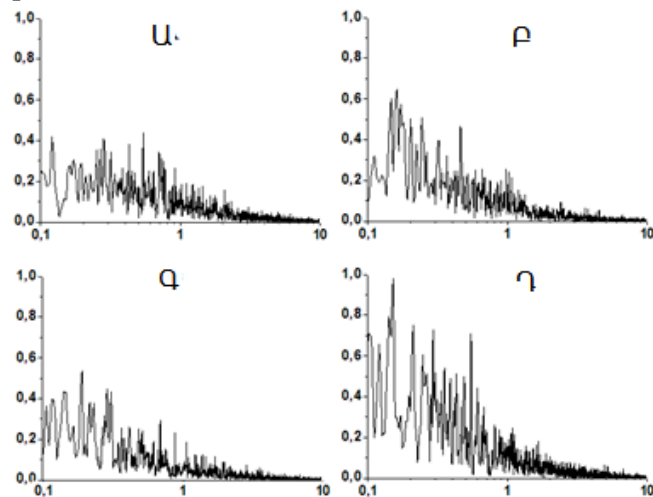
Կատարված հաշվարկները ցույց տվեցին, որ ստուգիչ խմբի կենդանիների մոտ, գիշերային ժամերին, տարբեր ժամանակահատվածներում, սարքի ազդանշանների սպեկտրային բաշխման պատկերում, 10 օրերի ընթացքում էական փոփոխություններ չի նկատվում (նկ.7.Ա): Դրա հետ մեկտեղ նկատվում է հաճախականությունների բոլոր BB-տիրույթների համար սպեկտրի հզորության նվազում (նկար 7.Բ):



Նկ.7. Ստուգիչ խմբի կենդանիների մոտ, 10 օրերի ընթացքում, գիշերային ժամին կատարված գրանցումների ժամանակ, սարքի ազդանշանների սպեկտրային բաշխման (Ա) և նրանց BB-տիրույթների միջինացում (Բ): Օրդինատների առանցք - սպեկտրի հզորությունը հարաբերական միավորներով; Աբսցիսների առանցք- օսցիլյացիայի հաճախականությունը:

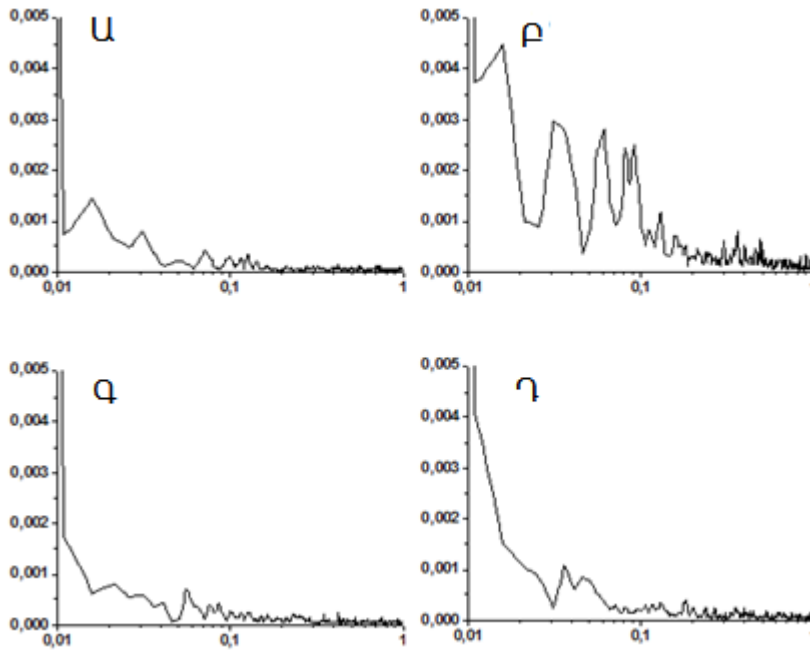
Ծննդաբերած կենդանիների խմբի համար սարքի

ազդանշանների սպեկտրային բաշխման ստացված արդյունքների հաշվարկը ցույց տվեց, որ հղիության առաջին կեսում տեղի է ունենում սարքի ազդանշանների ուժեղացում 0,1-0,3 տատ/րոպե տեղամասում (նկ. 8.Բ): Հղիության երկրորդ կեսում նկատվում է նորմային վերադառնալու միտում (նկ.8.Գ): Ծննդաբերությունից անմիջապես հետո դրսևորվում է սպեկտրային բաշխման փոփոխություն 0,1-1,0 տատ/րոպե տեղամասում (նկ.8.Դ): Այդ ընթացքում մեծանում է սպեկտրի հզորությունը և ձևավորվում են նոր պիկեր:



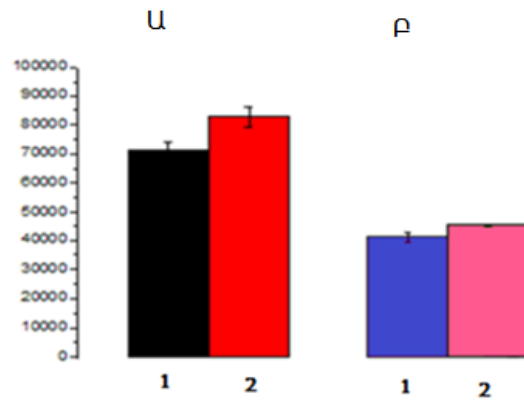
Նկ.8. Գիշերային ժամին, ծննդաբերած կենդանիների մոտ գրանցված սարքի ազդանշանների միջինացված սպեկտրային բաշխումները: Ա.Մինչև բեղմնավորումը; Բ.Հղիության առաջին կես; Գ.Հղիության երկրորդ կես; Դ.Ծննդաբերությունից հետո: Օրդինատների առանցք - սպեկտրի հզորությունը հարաբերական միավորներով; Աբսցիսների առանցք - օսցիլյացիայի հաճախականությունը:

Համաձայն նկար 9-ի, գիշերային ժամերին կատարված գրանցումների ժամանակ, կենդանիների հղիության առաջին կեսում, հաճախականային բոլոր տեղամասերի համար, սարքի ազդանշանների վերլուծությունը հաստատում է, որ ձևավորվում են էական փոփոխություններ, հատկապես հաճախականության 0,01-0,1 տատ/րոպե տեղամասում (նկ.9.Բ):



Նկ.9. Ծննդաբերած կենդանիների մոտ, գիշերային ժամին կատարված գրանցումների ժամանակ, սարքի ազդանշանների միջինացված սպեկտրային բաշխումների BB-տիրույթները: Ա.Մինչև բեղմնավորումը; Բ.Հղիության առաջին կես; Գ.Հղիության երկրորդ կես; Դ.Ծննդաբերությունից հետո: Օրդինատների առանցք - սպեկտրի հզորությունը հարաբերական միավորներով; Աբսցիսների առանցք - օսցիլյացիայի հաճախականությունը:

Սարքի ազդանշանների սպեկտրային բաշխման հզորության և բոլոր հաճախականությունների համար BB-տիրույթների փոփոխությունների և նրանց գումարային ցուցիչի վերլուծությունը ցույց է տվեց (նկ.10), որ ծննդաբերած կենդանիների մոտ, սարքի սկզբնական ազդանշանների և նրանց BB-տիրույթների համար, փոփոխությունների ցուցիչը մեծ է և հավաստելիորեն տարբերվում է ստուգիչ խմբի կենդանիների արդյունքներից:



Նկ.10. Գրանցումների ընթացքում, սարքի ազդանշանների սպեկտրային բաշխման փոփոխականության արժեքները: Ա.Սարքի ազդանշանների սպեկտրի համար; Բ.Սարքի ազդանշանների BB- տիրույթների սպեկտրի համար: 1.Ստուգիչ խումբ; 2.Ծնողաբերած կենդանիներ; Օրդինատների առանցք - փոփոխությունների ցուցիչների արժեքները:

Քննարկում

Այսպիսով, հետազոտության արդյունքների վերլուծությունը ցույց տվեց, որ ստուգիչ խմբի կենդանիների գիշերային և ցերեկային գրանցումների ժամանակ օրգանիզմի ինտեգրատիվ վիճակը բնութագրող ցուցանիշների միջին արժեքները զործնականում համընկնում են: Դրա հետ մեկտեղ տարբեր է գիշերային և ցերեկային գրանցումների փոփոխականությունը, ընդ որում՝ գիշերային ժամերին այդ ցուցանիշների արժեքները ավելի շատ են փոփոխվում, քան ցերեկային ժամերին: Ստացված տվյալները թույլ են տալիս եզրակացնել, որ հաշվարկված ցուցանիշների հարաբերական արժեքները կենդանիների օչրգանիզմի ինտեգրատիվ վիճակի բնութագրման համար առավել զգայուն ցուցիչ են, քան նրանց բացարձակ արժեքները: Սարքի ազդանշանների սպեկտրային բաշխման վերլուծությունը ցույց տվեց, որ գիշերային ժամերին ցածր հաճախականությամբ տեղամասում (0,1-0,3 տատ/րոպե), ազդանշանների սպեկտրի հզորությունը ավելի բարձր է ցերեկային ցուցանիշներից: 1 տատ/րոպ-ից բարձր հաճախականության տեղամասի համար պատկերը հակադարձ է:

Նշենք նաև, որ ստուգիչ խմբի կենդանիների մոտ գիշերային ժամերին BB -տիրույթների ցանկացած հաճախականությունների տեղամասերում սկսած 0,01-ից մինչև 10 տատ/րոպե տեղամասից,

գերակշռում է ազդանշանների սպեկտրային բաշխման հզորությունը: Հաշվի առնելով ստուգիչ խմբի համար ստացված արդյունքները, հղի կենդանիների օրգանիզմի ինտեգրատիվ վիճակը բնութագրող ցուցանիշների վիճակագրական վերլուծությունը ուղղվել է դեպի գիշերային գրանցումների փոփոխականության ուղղությունը, մինչև բեղմնավորումը, հղիության առաջին և երկրորդ կեսերում և ծննդաբերությունից անմիջապես հետո: Ցույց է տրվել, որ ստուգիչ կենդանիների խմբում 20 օրվա ընթացքում նրանց ինտեգրատիվ ցուցանիշների փոփոխությունների արժեքներում վիճակագրորեն հավաստի փոփոխություններ չեն նկատվել: Ծննդաբերած կենդանիների հղիության միայն առաջին կեսում սպեկտրի BB-տիրույթների հզորության փոփոխությունը 3 անգամ աճում է, որը նկատելի է 0,1-0,3 տատ/րոպե տեղամասում: Հղիության երկրորդ կեսում և ծննդաբերությունից հետո բոլոր ցուցանիշների փոփոխականությունը վերադառնում է ստուգիչ խմբի կենդանիների մոտ դիտված արժեքներին:

Կատարված վերլուծության համաձայն, ստուգիչ խմբի կենդանիների մոտ, գիշերային ժամերին կատարված գրանցումներում ազդանշանների սպեկտրային բաշխումներում 10 օրերի ընթացքում էական փոփոխություններ չեն նկատվել, թեև փոխվում է BB-տիրույթների սպեկտրի հզորությունը: Ծննդաբերությունից անմիջապես հետո փոփոխություններ են նկատվում սպեկտրային բաշխման 0,1-1 տատ/րոպե տեղամասում, ավելանում է սպեկտրի հզորությունը և ձևավորվում են նոր պիկեր: Փոփոխությունների նման դինամիկա նկատվում է նաև ազդանշանների BB-տիրույթների սպեկտրի հզորության համար, սակայն առավել արտահայտված փոփոխությունները նկատելի են հղիության առաջին կեսում: Նշենք նաև, որ կենդանիների հղիության ընթացքում օրգանիզմի ինտեգրատիվ վիճակի գնահատման նպատակով օգտակար կարող է լինել գիշերային ժամին սարքի ազդանշանների սպեկտրային հզորության փոփոխականության գումարային ցուցիչը, որի արժեքը հավաստելի բարձր է բեղմնավորված կենդանիների մոտ, ինչպես սարքի ազդանշանների սպեկտրային բաշխման, այնպես էլ նրանց BB-տիրույթների առումով:

Այսպիսով, պետք է նշել, որ օգտագործված սարքը

հնարավորություն է տալիս, հստակ ճշտելու օրգանիզմում հղիության սկզբնական շրջանում տեղի ունեցող փոփոխությունները, ավելին, ենթադրվում է, որ նման մոտեցմամբ կարելի է հայտնաբերել հղիության ընթացքում նկատվող այս կամ այն փոփոխությունները:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Գասպարյան Վ., Հարությունյան Հ., Մակին Մ., Սարգսյան Ռ., Սարգսյան Վ., Քարամյան Գ. Ակուպունկտուրայի կետերի հետազոտման և դրանց վրա ազդելու սարք. Հայաստանի Հանրապետության ԱՐՏՈՆԱԳԻԴ, 2006, N1690A2.
2. Մուշեղյան Գ.Ք., Արաջյան Գ.Մ., Վարդանյան Վ.Թ., Նիկողոսյան Ա.Հ. Օրգանիզմի ֆիզիոլոգիական վիճակի վրա ձայնային սթրեսի ազդեցության համեմատական գնահատումը թորած և մազնիսացված ջրեր խմելուց հետո: Խ.Արովյանի անվան ՀՊՄՀ, Գիտ. Տեղեկագիր, 2012, էջ. 17-24:
3. Саркисян Р.Ш. Новые аспекты функционирования биологических систем. Диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук, Ереван 2008, С. 226.
4. Sargsyan R. Sh., Gevorgyan A. S., Karamyan G.G., Vardanyan V. T., Manukyan A. M, Nikogosyan A. H.. Bioscope: New sensor for remote evaluation of the physiological state of biological system. Proc. of NATO ARW "Physical properties of nanosystems", Springer, 2010, pp. 303-314.
5. Draayer J.P., Grigoryan H.R., Sargsyan R.Sh., Ter-Grigoryan S.A., Systems and Methods For Investigation of Living Systems. United States Patent Application Publication, 2007. No.: US 2007/0149866 A1.
6. Саркисян Р.Ш., Авагян М.Н., Карамян Г.Г., Саркисян В.Р., Авагян В.М., Варданян Л.Ш. Дистанционная оценка физиологического состояния организма. Рефлексотерапия, (Москва) 2009, N1-2 (21-22), 16-19.

РЕЗЮМЕ

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ИНТЕГРАТИВНЫХ
ПОКАЗАТЕЛЕЙ КРЫС ВО ВРЕМЯ РАЗВИТИЯ БЕРЕМЕННОСТИ.
*Г.Х. МУШЕГЯН, Г.С. АРУТЮНЯН, Г.М. АРАДЖЯН, В.Р. САРГСЯН,
И.А. ДАНИЕЛЯН, А.В. ДЖАГИНЯН, О.В. АРЕСТАКЕСЯН,
Ф.Т. ФАГРАДЯН*

Показанно, что с помощью аппарата “Биоскоп” можно обнаружить изменение показателей, характеризующих интегративное состояние организма до, во время и после беременности у белых крыс.

S U M M A R Y

INVESTIGATION OF THE INTEGRATIVE INDICATORS CHANGES
DURING THE DEVELOPMENT OF THE RATS PREGNANCY
*G.KH. MUSHEGHYAN, H.S. HARUTYUNYAN, G.M. ARAJYAN, V.R.
SARGSYAN, I.A. DANIELYAN, A. V DJAGHINYAN., H. V.
ARESTAKESYAN, F.T. FAHRADYAN*

It is shown that, with use of device Bioscope can be detected by rats changes of the characterizing organism integrative condition indicators before, during and after pregnancy.

UDC 539.3:534.2

FREE INTERFACIAL AND EDGE VIBRATIONS OF MOMENTLESS
CYLINDRICAL SHELL OF VARIABLE
CURVATURE WITH FREE ENDS

G.R. GHULGHAZARYAN, L.G. GHULGHAZARYAN

Armenian State Pedagogical University after Kh. Abovyan

17 Tigran Mets, 0010, Yerevan, Armenia

e-mail: ghulgr@yahoo.com , lusina@mail.ru

Поступила в редакцию 8 октября 2013г.

Free interfacial and edge vibrations of a closed cylindrical shell composed of finite orthotropic momentless cylindrical shells with variable curvature and different elastic properties are studied. It is assumed that the ends of shell are free.

Key words : *free vibrations, momentless cylindrical shell, ends of shell are free.*

Introduction. Investigation of free vibrations of composed shells plays an important role in the studies of dynamics of deformable solid bodies. Such studies are required by the needs of the theory itself and by practical needs of different branches of engineering industry, construction, instrument-engineering, seismic survey, etc. [1]. In many cases the objects of investigations are finite thin-walled composed cylindrical shells with variable curvature. For such shells much attention is attracted to the investigation of free vibrations localized near the ends of the shells, i.e. edge vibrations, and vibrations localized near the interface of material properties, i.e. interfacial vibrations. The investigation of elastic surface waves was initiated by the pioneering work of Lord Rayleigh [2], where the existence of the elastic waves propagating along the free boundary of semi-infinite space with

amplitude strongly damping with the depth was shown. Such waves that appear in elastic bodies with different geometries are usually called Rayleigh type surface waves. The waves localized near the free edges of a semi-infinite plate and the waves in semi-infinite cylindrical shells damping from free edges along the generator, are also called Rayleigh type surface waves [3], [4]. The problems of the existence of free vibrations damping from free ends of momentless cylindrical shells along its generators are studied in [5,6-9].

The investigation of free interfacial vibrations was initiated by the Zilbergreit, et al. [10], and Getman, et. al. [11], where Stoneley wave analogues were investigated [12]. In paper [10] transverse vibrations running along the contact line of two semi-infinite plates and concentrated close to it are studied. In paper [11] the plane interfacial vibrations near the interface of two joined semi-strips with different elastic properties are investigated. Later, Kaplunov, et al. [13], [14], using the special asymptotic method studied the free interfacial vibrations of composed circular cylindrical shells [13] as well as the shells of revolution [14].

In the present paper free interfacial and edge vibrations of momentless close cylindrical shell, composed of finite orthotropic cylindrical shells with different elastic properties are studied. The dispersion equations to determine the appropriate frequencies of interfacial and edge vibrations of closed composed momentless cylindrical shell with variable curvature are obtained. An asymptotic link between dispersion equations of the considered problem and the analogous problem for plate-strip, composed of orthotropic plate-strips with different elastic properties are established. Also, an asymptotic link between dispersion equations of the considered problem and the problem of interfacial vibrations of semi-infinite and infinite composed cylindrical shells are established. The derived dispersion equations and related asymptotic formulae can be used for controlling the spectrum of frequencies of the stated problem by varying the geometry of the shell and mechanical properties of materials. In particular, one can control the spectrum by shifting either the origin of the spectrum or the points of condensation from the undesirable resonance region [15].

1. Statement of the problem and some mathematical features. Free

interfacial and edge vibrations of closed cylindrical shell composed of finite orthotropic momentless cylindrical shells with different elastic coefficients are considered. The choice of the coordinate system and the possible shell form are shown in Fig. 1.

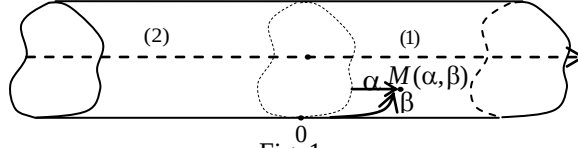


Fig. 1

Here α is the orientated length of the generatrix $-l^{(2)} \leq \alpha \leq l^{(1)}$, and $\alpha = 0$ corresponds to the interface of material properties separation. β is the length of the arc of the directing curve $0 \leq \beta \leq s$, where s is the complete length of the directing curve. It is supposed that the square of curvature of the composed cylindrical shell can be presented as Fourier series:

$$R^{-2} = k^2 \left(\frac{r_0}{2} + \sum_{m=1}^{\infty} r_m \cos km\beta \right) \quad 0 \leq \beta \leq s, \quad k = \frac{2\pi}{s}, \quad \sum_{m=1}^{\infty} |r_m| < +\infty \quad (1.1)$$

Note that depending on the curvature of the directing curve the values of k , may be multiple of the presented ones.

For $\alpha = 0$ full contact conditions are set. All the values corresponding to the right shell ($0 \leq \alpha \leq l^{(1)}$) on (Fig.1) are marked with superscript (1). Similarly, for the left shell ($-l^{(2)} \leq \alpha \leq 0$) superscript (2) is used. The equations corresponding to momentless classical theory of orthotropic cylindrical shells are used for describing vibrations of shells as given below [16]

$$\begin{aligned} & -B_{11}^{(r)} \frac{\partial^2 u_1^{(r)}}{\partial \alpha^2} - B_{66}^{(r)} \frac{\partial^2 u_1^{(r)}}{\partial \beta^2} - (B_{12}^{(r)} + B_{66}^{(r)}) \frac{\partial^2 u_2^{(r)}}{\partial \alpha \partial \beta} + \frac{B_{12}^{(r)}}{R} \frac{\partial u_3^{(r)}}{\partial \alpha} = \lambda^{(r)} u_1^{(r)} \\ & - (B_{12}^{(r)} + B_{66}^{(r)}) \frac{\partial^2 u_1^{(r)}}{\partial \alpha \partial \beta} - B_{66}^{(r)} \frac{\partial^2 u_2^{(r)}}{\partial \alpha^2} - B_{22}^{(r)} \frac{\partial^2 u_2^{(r)}}{\partial \beta^2} + B_{22}^{(r)} \frac{\partial}{\partial \beta} \left(\frac{u_3^{(r)}}{R} \right) = \lambda^{(r)} u_2^{(r)} \\ & - \frac{B_{12}^{(r)}}{R} \frac{\partial u_1^{(r)}}{\partial \alpha} - \frac{B_{22}^{(r)}}{R} \frac{\partial u_2^{(r)}}{\partial \beta} + \frac{B_{22}^{(r)}}{R^2} u_3^{(r)} = \lambda^{(r)} u_3^{(r)}, \quad (r=1,2) \end{aligned} \quad (1.2)$$

Here $u_1^{(r)}, u_2^{(r)}, u_3^{(r)}$ ($r=1,2$) are the projections of the displacement vector to the directions of α, β and the normal to the shell surface, respectively. $R^{-1} = R^{-1}(\beta)$ is the radius of the curvature of the directing curve; $\lambda^{(r)} = \rho^{(r)} \omega^2$, where ω is the angular frequency of free vibrations,

and $\rho^{(r)}(r=1,2)$ are the densities of the materials; $B_{ij}^{(r)}(r=1,2)$ are the coefficients of elasticity of the composed shell. The boundary conditions have the form [16]

$$T_1^{(1)}|_{\alpha=0}=T_1^{(2)}|_{\alpha=0}, \quad S_{12}^{(1)}|_{\alpha=0}=S_{12}^{(2)}|_{\alpha=0}, \quad u_1^{(1)}|_{\alpha=0}=u_1^{(2)}|_{\alpha=0}, \quad u_2^{(1)}|_{\alpha=0}=u_2^{(2)}|_{\alpha=0} \quad (1.3)$$

$$\left. \frac{\partial u_1^{(r)}}{\partial \alpha} + \frac{B_{12}^{(r)}}{B_{11}^{(r)}} \left(\frac{\partial u_2^{(r)}}{\partial \beta} - \frac{u_3^{(r)}}{R} \right) \right|_{\alpha=(-1)^{r-1}l^{(r)}} = 0, \quad \left. \frac{\partial u_1^{(r)}}{\partial \beta} + \frac{\partial u_2^{(r)}}{\partial \alpha} \right|_{\alpha=(-1)^{r-1}l^{(r)}} = 0, \quad r=1,2 \quad (1.4)$$

where $T_1^{(r)}, S_{12}^{(r)}, r=1,2$, are tangential normal and shear forces, respectively:

$$T_1^{(r)} = hB_{11}^{(r)} \left(\frac{\partial u_1^{(r)}}{\partial \alpha} + \frac{B_{12}^{(r)}}{B_{11}^{(r)}} \left(\frac{\partial u_2^{(r)}}{\partial \beta} - \frac{u_3^{(r)}}{R} \right) \right), \quad S_{12}^{(r)} = hB_{66}^{(r)} \left(\frac{\partial u_1^{(r)}}{\partial \beta} + \frac{\partial u_2^{(r)}}{\partial \alpha} \right) \quad (1.5)$$

where h is the thickness of shell. Relations (1.3) and (1.4) are full contact conditions at $\alpha=0$ and free ends conditions at $\alpha=l^{(1)}, \alpha=-l^{(2)}$, respectively (Fig. 1).

It is known that any boundary-value problem originated from the system of equations (1.2) (with fixed index(r)) has a continuous spectrum band, coinciding with the segment $0 \leq \lambda^{(r)} \leq \lambda_0^{(r)}$, which is the range of function [9]

$$\Omega^{(r)}(\beta, \theta^{(r)}) = \frac{B_{66}^{(r)} \Delta^{(r)} R^{-2}(\beta) \sin^4 \theta^{(r)}}{B_{66}^{(r)} (B_{11}^{(r)} \sin^4 \theta^{(r)} + B_{22}^{(r)} \cos^4 \theta^{(r)}) + (\Delta^{(r)} - 2B_{12}^{(r)} B_{66}^{(r)}) \cos^2 \theta^{(r)} \sin^2 \theta^{(r)}} \quad (1.6)$$

$$0 \leq \beta \leq s, \quad 0 \leq \theta^{(r)} \leq 2\pi, \quad \Delta^{(r)} = B_{11}^{(r)} B_{22}^{(r)} - (B_{12}^{(r)})^2 \quad r=1,2$$

Note, that the appearance of the continuous spectrum band is the result of violation of ellipticity of system (1.2) by Douglas-Nierenberg and it is not related to boundary conditions ([17], p. 97).

It is well known that the ellipticity of the system is not sufficient for correct formulation of Dirichlet problem even in the case of homogeneous systems [19-22]. In order to the problem (1.2)-(1.4) has nontrivial solution it is necessary to impose additional algebraic conditions along the boundary of the shell and the interface of materials. This condition is called condition of complementation or Shapiro-Lopatinsky condition [9,19-22]. In analogy with [20] one can show that the Shapiro-Lopatinsky condition on the interface of materials has the form

$$\begin{aligned} \Omega(\beta, \lambda^{(1)}, \lambda^{(2)}) = & \frac{1}{S^{(1)}(\beta, \lambda^{(1)})S^{(2)}(\beta, \lambda^{(2)})} \left\{ \frac{\Delta^{(1)}}{B_{66}^{(2)}} \lambda^{(1)} Q^{(2)}(\beta, \lambda^{(2)}) + \frac{\Delta^{(2)}}{B_{66}^{(1)}} \lambda^{(2)} Q^{(1)}(\beta, \lambda^{(1)}) \right\} + \\ & (\gamma_1^{(1)} + \gamma_2^{(1)})(\gamma_1^{(2)} + \gamma_2^{(2)})(\gamma_1^{(1)}\gamma_2^{(1)} + \gamma_1^{(2)}\gamma_2^{(2)}) - \\ & - 2 \left(\gamma_1^{(1)}\gamma_2^{(1)} - \frac{\lambda^{(1)} B_{12}^{(1)}}{S^{(1)}(\beta, \lambda^{(1)})} \right) \left(\gamma_1^{(2)}\gamma_2^{(2)} - \frac{\lambda^{(2)} B_{12}^{(2)}}{S^{(2)}(\beta, \lambda^{(2)})} \right) \neq 0, \quad 0 \leq \beta \leq s; \end{aligned} \quad (1.7)$$

$$\begin{aligned} Q^{(r)}(\beta, \lambda^{(r)}) = & B_{66}^{(r)}(\lambda^{(r)} - B_{22}^{(r)} R^{-2}(\beta)) + \sqrt{B_{22}^{(r)} \lambda^{(r)} (B_{11}^{(r)} \lambda^{(r)} - \Delta^{(r)} R^{-2}(\beta))} \\ S^{(r)}(\beta, \lambda^{(r)}) = & B_{11}^{(r)} \lambda^{(r)} - \Delta^{(r)} R^{-2}(\beta). \end{aligned} \quad (1.8)$$

Note, that for boundary conditions (1.4) the Shapiro-Lopatinsky condition is satisfied out of the range $[0, \lambda_0^{(1)} / \rho^{(1)}] \cup [0, \lambda_0^{(2)} / \rho^{(2)}]$. This fact can be proved analogously, as in [9]. Therefore, the Shapiro-Lopatinsky condition of problem (1.2)- (1.4) has the form (1.7).

Let us denote the range of ω^2 where $\Omega(\beta, \lambda^{(1)}, \lambda^{(2)}) = 0$ as Ω_γ .

The following statement is true: *the spectrum of frequencies of problem (1.2)- (1.4) out of the range $[0, \lambda_0^{(1)} / \rho^{(1)}] \cup [0, \lambda_0^{(2)} / \rho^{(2)}] \cup \Omega_\gamma$ consists of isolated free frequencies of finite multiplicity* [17], [22].

2. Derivation and analysis of dispersion equations. For further calculations it is convenient to reduce the system of equations (1.2) to the system of equations

$$\begin{aligned} \Gamma^{(r)} u_1^{(r)} = & \frac{B_{12}^{(r)}}{B_{11}^{(r)}} \frac{\partial^3 w^{(r)}}{\partial \alpha^3} - \frac{B_{22}^{(r)}}{B_{11}^{(r)}} \frac{\partial^3 w^{(r)}}{\partial \alpha \partial \beta^2} + \frac{B_{12}^{(r)}}{B_{11}^{(r)} B_{66}^{(r)}} \frac{\lambda^{(r)}}{\partial \alpha} \frac{\partial w^{(r)}}{\partial \alpha} \\ \Gamma^{(r)} u_2^{(r)} = & \frac{B_{22}^{(r)}}{B_{11}^{(r)}} \frac{\partial^3 w^{(r)}}{\partial \beta^3} + \frac{\Delta^{(r)} - B_{12}^{(r)} B_{66}^{(r)}}{B_{11}^{(r)} B_{66}^{(r)}} \frac{\partial^3 w^{(r)}}{\partial \alpha^2 \partial \beta} + \frac{B_{22}^{(r)}}{B_{11}^{(r)} B_{66}^{(r)}} \frac{\lambda^{(r)}}{\partial \beta} \frac{\partial w^{(r)}}{\partial \beta} \\ & - \frac{B_{12}^{(r)}}{B_{22}^{(r)}} \frac{1}{R^2} \frac{\partial u_1^{(r)}}{\partial \alpha} - \frac{1}{R^2} \frac{\partial u_2^{(r)}}{\partial \beta} + \frac{w^{(r)}}{R^2} = \frac{\lambda^{(r)}}{B_{22}^{(r)}} w^{(r)}, \quad r=1,2 \end{aligned} \quad (2.1)$$

where $w^{(r)} = u_3^{(r)} / R$, and operators $\Gamma^{(r)} (r=1,2)$ have the form

$$\begin{aligned} \Gamma^{(r)} = & \frac{\partial^4}{\partial \alpha^4} + \frac{\Delta^{(r)} - 2B_{12}^{(r)} B_{66}^{(r)}}{B_{11}^{(r)} B_{66}^{(r)}} \frac{\partial^4}{\partial \alpha^2 \partial \beta^2} + \frac{B_{22}^{(r)}}{B_{11}^{(r)}} \frac{\partial^4}{\partial \beta^4} + \\ & + \frac{B_{11}^{(r)} + B_{66}^{(r)}}{B_{11}^{(r)} B_{66}^{(r)}} \lambda^{(r)} \frac{\partial^2}{\partial \alpha^2} + \frac{B_{22}^{(r)} + B_{66}^{(r)}}{B_{11}^{(r)} B_{66}^{(r)}} \lambda^{(r)} \frac{\partial^2}{\partial \beta^2} + \frac{(\lambda^{(r)})^2}{B_{11}^{(r)} B_{66}^{(r)}} \end{aligned} \quad (2.2)$$

The solution of the system (2.1) is searched in the form

$$\begin{aligned} u_1^{(r)} = & \exp((-1)^r \chi^{(r)} k \alpha) \left(\sum_{m=1}^{\infty} u_m^{(r)} \sin km\beta \right), \quad u_2^{(r)} = \exp((-1)^r \chi^{(r)} k \alpha) \left(\sum_{m=1}^{\infty} v_m^{(r)} \cos km\beta \right) \\ w^{(r)} = & k \exp((-1)^r \chi^{(r)} k \alpha) \left(\sum_{m=1}^{\infty} w_m^{(r)} \sin km\beta \right), \quad r=1,2 \end{aligned} \quad (2.3)$$

Substitute expressions (2.3) into system (2.1). From the first two equations (2.1) by equalizing the corresponding coefficients of the obtained trigonometric series we get

$$\begin{aligned}
C_m^{(r)} u_m^{(r)} &= (-1)^r \chi^{(r)} a_m^{(r)} w_m^{(r)}, \quad C_m^{(r)} v_m^{(r)} = m b_m^{(r)} w_m^{(r)}, \quad r=1,2 \\
a_m^{(r)} &= \frac{B_{12}^{(r)}}{B_{11}^{(r)}} (\chi^{(r)})^2 + \frac{B_{22}^{(r)}}{B_{11}^{(r)}} m^2 + \frac{B_{12}^{(r)}}{B_{11}^{(r)}} (\eta^{(r)})^2, \quad (\eta^{(r)})^2 = \frac{\lambda^{(r)}}{k^2 B_{66}^{(r)}} \\
b_m^{(r)} &= \frac{\Delta^{(r)} - B_{12}^{(r)} B_{66}^{(r)}}{B_{11}^{(r)} B_{66}^{(r)}} (\chi^{(r)})^2 - \frac{B_{22}^{(r)}}{B_{11}^{(r)}} (m^2 - (\eta^{(r)})^2) \\
C_m^{(r)} &= (\chi^{(r)})^4 - \frac{\Delta^{(r)} - 2B_{12}^{(r)} B_{66}^{(r)}}{B_{11}^{(r)} B_{66}^{(r)}} m^2 (\chi^{(r)})^2 + \frac{B_{11}^{(r)} + B_{66}^{(r)}}{B_{11}^{(r)}} (\eta^{(r)})^2 (\chi^{(r)})^2 + \\
&\quad + (m^2 - (\eta^{(r)})^2) \left(\frac{B_{22}^{(r)}}{B_{11}^{(r)}} m^2 - \frac{B_{66}^{(r)}}{B_{11}^{(r)}} (\eta^{(r)})^2 \right), \quad m = \overline{1, +\infty}
\end{aligned} \tag{2.4}$$

From the third equation of system (2.1) by considering the relationship (2.4) and the rule for multiplying the trigonometric series ([23], p. 592) we come to an infinite systems of equations

$$\sum_{n=1}^{\infty} (r_{n-m} - r_{n+m}) A_n^{(r)} w_n^{(r)} - 2 \frac{B_{66}^{(r)}}{B_{22}^{(r)}} (\eta^{(r)})^2 w_m^{(r)} = 0, \quad m = \overline{1, +\infty}, \quad r=1,2 \tag{2.5}$$

$$A_n^{(r)} = P_n^{(r)} / C_n^{(r)}, \quad P_n^{(r)} = C_n^{(r)} + n^2 b_n^{(r)} - B_{12}^{(r)} / B_{22}^{(r)} (\chi^{(r)})^2 a_n^{(r)}, \quad n = \overline{1, +\infty} \tag{2.6}$$

From the rule of multiplication of trigonometric series for $h > 0$ we have $r_{-h} = r_h$. Since in the region of determination of $A_n^{(r)}$ we have

$A_n^{(r)} = O(1/n^2)$ then $\sum_{n=1}^{\infty} |A_n^{(r)}| < +\infty$. Taking into account representation (1.1), we have

$$\sum_{n,m=1}^{\infty} |A_n^{(r)}| (|r_{n+m}| + |r_{n-m}|) \leq 3(|r_0|/2 + \sum_{m=1}^{\infty} |r_m|) (\sum_{n=1}^{\infty} |A_n^{(r)}|) < +\infty \tag{2.7}$$

Hence, infinite determinants of systems (2.5) at $\lambda^{(r)} \notin [0, \lambda_0^{(r)}]$, $r=1,2$ in the range of definition of coefficients (2.6) belong to the class of concurrent determinants known as normal determinants [24]. In order to systems (2.5) have nontrivial solutions, it is necessary and sufficient, that their determinants be equal to zero

$$D^{(r)}((\chi^{(r)})^2, (\eta^{(r)})^2, B_{11}^{(r)}, B_{22}^{(r)}, B_{12}^{(r)}, B_{66}^{(r)}, r_0, r_1, \dots, r_m, \dots) = 0, \quad r=1,2 \tag{2.8}$$

Assume, that $\chi_1^{(r)}, \chi_2^{(r)}$ ($r=1,2$) are different roots of equations (2.8) with positive real parts, then $\chi_3^{(r)} = -\chi_1^{(r)}, \chi_4^{(r)} = -\chi_2^{(r)}$ are other roots of equations (2.8), as well. Then, let us consider the solution of problem (1.2)- (1.4) in the form

$$u_1^{(r)} = \sum_{j=1}^4 \sum_{m=1}^{\infty} \exp((-1)^r \chi_j^{(r)} k \alpha) u_{mj}^{(r)} \sin km\beta, \quad u_2^{(r)} = \sum_{j=1}^4 \sum_{m=1}^{\infty} \exp((-1)^r \chi_j^{(r)} k \alpha) v_{mj}^{(r)} \cos km\beta \quad (2.9)$$

$$w^{(r)} = k \sum_{j=1}^4 \sum_{m=1}^{\infty} \exp((-1)^r \chi_j^{(r)} k \alpha) w_{mj}^{(r)} \sin km\beta, \quad r = 1, 2$$

Here $u_{mj}^{(r)}, v_{mj}^{(r)}$ are the values of $u_{mj}^{(r)}, v_{mj}^{(r)}$, and $(w_{1j}^{(r)}, w_{2j}^{(r)}, \dots, w_{mj}^{(r)}, \dots)$ $j = 1, 2$ are solutions of system (2.5) at $\chi^{(r)} = \chi_j^{(r)}$ $j = \overline{1, 4}$, $r = 1, 2$, respectively. Taking into account boundary conditions (1.3)-(1.4) and relations (2.4) we come to the totality of systems of equations

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^4 \frac{R_{1j}^{(1)}}{C_{mj}^{(1)}} w_{mj}^{(1)} - \frac{B_{11}^{(2)}}{B_{11}^{(1)}} \sum_{j=1}^4 \frac{R_{1j}^{(2)}}{C_{mj}^{(2)}} w_{mj}^{(2)} &= 0, \quad \sum_{j=1}^4 \frac{R_{2j}^{(1)}}{C_{mj}^{(1)}} w_{mj}^{(1)} + \frac{B_{66}^{(2)}}{B_{66}^{(1)}} \sum_{j=1}^4 \frac{R_{2j}^{(2)}}{C_{mj}^{(2)}} w_{mj}^{(2)} = 0 \\ \sum_{j=1}^4 \frac{R_{3j}^{(1)}}{C_{mj}^{(1)}} w_{mj}^{(1)} + \sum_{j=1}^4 \frac{R_{3j}^{(2)}}{C_{mj}^{(2)}} w_{mj}^{(2)} &= 0, \quad \sum_{j=1}^4 \frac{R_{4j}^{(1)}}{C_{mj}^{(1)}} w_{mj}^{(1)} - \sum_{j=1}^4 \frac{R_{4j}^{(2)}}{C_{mj}^{(2)}} w_{mj}^{(2)} = 0, \quad m = \overline{1, +\infty} \\ \sum_{j=1}^4 \frac{R_{1j}^{(r)}}{C_{mj}^{(r)}} \exp(z_j^{(r)}) w_{mj}^{(r)} &= 0, \quad \sum_{j=1}^4 \frac{R_{2j}^{(r)}}{C_{mj}^{(r)}} \exp(z_j^{(r)}) w_{mj}^{(r)} = 0, \quad r = 1, 2 \end{aligned} \quad (2.10)$$

$$R_{1j}^{(r)} = (\chi_j^{(r)})^2 a_{mj}^{(r)} - \frac{B_{12}^{(r)}}{B_{11}^{(r)}} m^2 b_{mj}^{(r)} - \frac{B_{12}^{(r)}}{B_{11}^{(r)}} c_{mj}^{(r)} \quad (2.11)$$

$$R_{2j}^{(r)} = \chi_j^{(r)} (a_{mj}^{(r)} + b_{mj}^{(r)}), \quad R_{3j}^{(r)} = \chi_j^{(r)} a_{mj}^{(r)}, \quad R_{4j}^{(r)} = b_{mj}^{(r)}$$

and $a_{mj}^{(r)}, b_{mj}^{(r)}, c_{mj}^{(r)}$ are the values of $a_m^{(r)}, b_m^{(r)}, c_m^{(r)}$ from (2.4) at $\chi^{(r)} = \chi_j^{(r)}$ respectively. In order to the union of systems of equations (2.10) has a solution, it is sufficient that the totality of equations

$$\Delta_m = \exp(-z_1^{(1)} - z_2^{(1)} - z_1^{(2)} - z_2^{(2)}) d_m = 0, \quad m = \overline{1, +\infty} \quad (2.12)$$

$$d_m = \begin{vmatrix} R_{11}^{(1)} & R_{12}^{(1)} & R_{11}^{(1)} e^{z_1^{(1)}} & R_{12}^{(1)} e^{z_2^{(1)}} & -cR_{11}^{(2)} - cR_{12}^{(2)} & -cR_{11}^{(2)} e^{z_1^{(2)}} - cR_{12}^{(2)} e^{z_2^{(2)}} \\ R_{21}^{(1)} & R_{22}^{(1)} & -R_{21}^{(1)} e^{z_1^{(1)}} & -R_{22}^{(1)} e^{z_2^{(1)}} & dR_{21}^{(2)} & dR_{22}^{(2)} - dR_{21}^{(2)} e^{z_1^{(2)}} - dR_{22}^{(2)} e^{z_2^{(2)}} \\ R_{31}^{(1)} & R_{32}^{(1)} & -R_{31}^{(1)} e^{z_1^{(1)}} & -R_{32}^{(1)} e^{z_2^{(1)}} & R_{31}^{(2)} & R_{32}^{(2)} - R_{31}^{(2)} e^{z_1^{(2)}} - R_{32}^{(2)} e^{z_2^{(2)}} \\ R_{41}^{(1)} & R_{42}^{(1)} & R_{41}^{(1)} e^{z_1^{(1)}} & R_{42}^{(1)} e^{z_2^{(1)}} & -R_{41}^{(2)} & -R_{42}^{(2)} - R_{41}^{(2)} e^{z_1^{(2)}} - R_{42}^{(2)} e^{z_2^{(2)}} \\ R_{11}^{(1)} e^{z_1^{(1)}} & R_{12}^{(1)} e^{z_2^{(1)}} & R_{11}^{(1)} & R_{12}^{(1)} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -R_{21}^{(1)} e^{z_1^{(1)}} & -R_{22}^{(1)} e^{z_2^{(1)}} & R_{21}^{(1)} & R_{22}^{(1)} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -cR_{11}^{(2)} e^{z_1^{(2)}} - cR_{12}^{(2)} e^{z_2^{(2)}} & -cR_{11}^{(2)} & -cR_{12}^{(2)} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & dR_{21}^{(2)} e^{z_1^{(2)}} & dR_{22}^{(2)} e^{z_2^{(2)}} - dR_{21}^{(2)} & -dR_{22}^{(2)} \end{vmatrix} \quad (2.13)$$

where $c = B_{11}^{(2)} / B_{11}^{(1)}, d = B_{66}^{(2)} / B_{66}^{(1)}$, has ω^2 solution out of the range $[0, \lambda^{(1)} / \rho^{(1)}] \cup [0, \lambda^{(2)} / \rho^{(2)}] \cup \Omega_\gamma$. Numerical analysis shows, that determinant (2.13) becomes small, when any two roots of equations (2.8)

become close to each other. It makes the calculations very difficult and may bring to the appearance of false solutions of equations (2.12). It turns out that the multiplier in (2.13) that tends to zero when the roots approach each other may be isolated. Performing elementary actions over the columns of determinant (2.13) we get

$$\Delta_m = m^{26} (x_2^{(1)} - x_1^{(1)})^2 (x_2^{(2)} - x_1^{(2)})^2 \exp(-z_1^{(1)} - z_2^{(1)} - z_1^{(2)} - z_2^{(2)}) \text{Det} \|m_{ij}\|_{i,j=1}^8 \quad (2.14)$$

where the elements m_{ij} are given in Appendix 1. Equations (2.12) are equivalent to equations

$$\text{Det} \|m_{ij}\|_{i,j=1}^8 = 0, \quad m = \overline{1, +\infty} \quad (2.15)$$

Equations (2.15) are dispersion equations of the problem (1.2)-(1.4).

For $l^{(2)} \rightarrow \infty$ equations (2.15) have the form

$$\text{Det} \|m_{ij}\|_{i,j=1}^8 = \text{Det} \|m_{ij}\|_{i,j=1}^6 \text{Det} \|m_{ij}\|_{i=7,8}^{j=7,8} + \sum_{j=1}^2 O(\exp(z_j^{(2)})) = 0, \quad m = \overline{1, +\infty} \quad (2.16)$$

Therefore, for $l^{(2)} \rightarrow \infty$ equations (2.15) split into equations

$$\text{Det} \|m_{ij}\|_{i,j=1}^6 = 0, \quad m = \overline{1, +\infty} \quad (2.17)$$

$$\text{Det} \|m_{ij}\|_{i=7,8}^{j=7,8} = 0, \quad m = \overline{1, +\infty} \quad (2.18)$$

Equations (2.17) are dispersion equations of interfacial and boundary vibrations of a closed semi-infinite composed cylindrical shell, with a free edge at $\alpha = l^{(1)}$.

Equations (2.18) are generalized Rayleigh's dispersion equations for semi-infinite closed cylindrical shell, made of material (2), and with a free edge at $\alpha = -l^{(2)}$ (p. [7-9]).

For $l^{(1)} \rightarrow \infty$ the equations (2.17) get the form

$$\text{Det} \|m_{ij}\|_{i,j=1}^6 = \text{Det} \|m_{ij}\|_{i=5,6}^{j=3,4} \text{Det} \|m_{ij}\|_{i=1,2,3,4}^{j=1,2,5,6} + \sum_{j=1}^2 O(\exp(z_j^{(1)})) = 0, \quad m = \overline{1, +\infty} \quad (2.19)$$

Hence, for $l^{(1)} \rightarrow \infty$ equations (2.17) split into the equations

$$\text{Det} \|m_{ij}\|_{i=1,2,3,4}^{j=1,2,5,6} = 0, \quad m = \overline{1, +\infty} \quad (2.20)$$

$$\text{Det} \|m_{ij}\|_{i=5,6}^{j=3,4} = 0, \quad m = \overline{1, +\infty} \quad (2.21)$$

Equations (2.20) are dispersion equations of interfacial vibrations of a closed infinite composed cylindrical shell. Equations (2.21) are generalized Rayleigh's dispersion equations for a semi-infinite closed

cylindrical shell, made of material (1), and with a free edge at $\alpha = l^{(1)}$ (p. [7-9]). Note, that

$$\begin{aligned}
\text{Det}\|m_{ij}\|_{i=5,6}^{j=3,4} &= K_2^{(1)}(\eta_m^{(1)}, x_1^{(1)}, x_2^{(1)}), \text{Det}\|m_{ij}\|_{i=7,8}^{j=7,8} = cdK_2^{(2)}(\eta_m^{(2)}, x_1^{(2)}, x_2^{(2)}) \\
K_2^{(r)}(\eta_m^{(r)}, x_1^{(r)}, x_2^{(r)}) &= \delta_1^{(r)}(x_1^{(r)})^2(x_2^{(r)})^2 + \delta_2^{(r)}x_1^{(r)}x_2^{(r)} + \delta_3^{(r)}((x_1^{(r)})^2 + (x_2^{(r)})^2) + \delta_4^{(r)}, r=1,2 \\
\delta_1^{(r)} &= \frac{B_{11}^{(r)}B_{22}^{(r)} - (B_{12}^{(r)})^2}{(B_{11}^{(r)})^2} \left(\frac{\Delta^{(r)}}{B_{11}^{(r)}B_{66}^{(r)}} - \frac{B_{12}^{(r)}}{B_{11}^{(r)}}(\eta_m^{(r)})^2 \right) \\
\delta_2^{(r)} &= -(\eta_m^{(r)})^2 \left(\frac{B_{22}^{(r)}\Delta^{(r)}}{(B_{11}^{(r)})^3} + \frac{B_{12}^{(r)}(\Delta^{(r)} - B_{12}^{(r)}B_{66}^{(r)} - B_{22}^{(r)}B_{66}^{(r)})}{(B_{11}^{(r)})^3}(\eta_m^{(r)})^2 \right) \\
\delta_3^{(r)} &= \frac{B_{12}^{(r)}\Delta^{(r)}}{(B_{11}^{(r)})^3}(\eta_m^{(r)})^2(1 - (\eta_m^{(r)})^2), \delta_4^{(r)} = \frac{B_{12}^{(r)}B_{66}^{(r)}(B_{12}^{(r)} + B_{66}^{(r)})}{(B_{11}^{(r)})^3}(\eta_m^{(r)})^4(1 - (\eta_m^{(r)})^2).
\end{aligned} \tag{2.22}$$

Taking into account (2.16), (2.19) and (2.22) equations (2.15) may be written in the form

$$\begin{aligned}
\text{Det}\|m_{ij}\|_{i,j=1}^8 &= K_2^{(1)}(\eta_m^{(1)}, x_1^{(1)}, x_2^{(1)})K_2^{(2)}(\eta_m^{(2)}, x_1^{(2)}, x_2^{(2)})\text{Det}\|m_{ij}\|_{i=1,2,3,4}^{j=1,2,5,6} + \\
\sum_{j=1}^2 O(\exp(z_j^{(1)})) + \sum_{j=1}^2 O(\exp(z_j^{(2)})) &= 0, \quad m = \overline{1, +\infty}
\end{aligned} \tag{2.23}$$

For large $l^{(1)}$ and $l^{(2)}$ equations (2.15) split into the equations

$$K_2^{(1)}(\eta_m^{(1)}, x_1^{(1)}, x_2^{(1)}) = 0, K_2^{(2)}(\eta_m^{(2)}, x_1^{(2)}, x_2^{(2)}) = 0, \text{Det}\|m_{ij}\|_{i=1,2,3,4}^{j=1,2,5,6} = 0, \quad m = \overline{1, +\infty}$$

Thus, for large $l^{(1)}$ and $l^{(2)}$ vibrations of the composite cylindrical shell may be divided into Rayleigh type boundary vibrations at the end-walls $\alpha = l^{(1)}$ and $\alpha = -l^{(2)}$ of the shell and interfacial vibrations at interface $\alpha = 0$ of the shell material properties.

In general, the solution of equations (2.8) is a difficult problem. That is why, for the establishment of asymptotic formulas for dispersion equations (2.15) we consider the following particular cases.

3. Particular cases. *Case a):* $R^{-2}(\beta) \equiv 0$ ($r_m = 0, m = \overline{0, +\infty}$). In the expressions (1.2)-(1.5) we formally put $R^{-1}(\beta) \equiv 0$ everywhere. As a result, we obtain a system of equations of small planar vibrations of orthotropic plates [25]

$$\begin{aligned}
-B_{11}^{(r)} \frac{\partial^2 u_1^{(r)}}{\partial \alpha^2} - B_{66}^{(r)} \frac{\partial^2 u_1^{(r)}}{\partial \beta^2} - (B_{12}^{(r)} + B_{66}^{(r)}) \frac{\partial^2 u_2^{(r)}}{\partial \alpha \partial \beta} &= \lambda^{(r)} u_1^{(r)} \\
-(B_{12}^{(r)} + B_{66}^{(r)}) \frac{\partial^2 u_1^{(r)}}{\partial \alpha \partial \beta} - B_{66}^{(r)} \frac{\partial^2 u_2^{(r)}}{\partial \alpha^2} - B_{22}^{(r)} \frac{\partial^2 u_2^{(r)}}{\partial \beta^2} &= \lambda^{(r)} u_2^{(r)}
\end{aligned} \tag{3.1}$$

where $u_1^{(r)}, u_2^{(r)}$ ($r=1,2$) are tangential displacement components of the

middle plane point. $B_{ik}^{(r)} (r=1,2)$ are the coefficients of elasticity of plates. $\lambda^{(r)} = \rho^{(r)} \omega^2$, where ω is the angular frequency of free vibrations. $\rho^{(r)} (r=1,2)$ are the densities of the materials. All the values for the right plate ($0 \leq \alpha < l^{(1)}$) are marked with superscript (1), and the values for the left plate ($-l^{(2)} < \alpha \leq 0$) are marked with superscript (2).

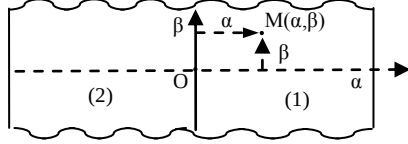


Fig. 2

The question of the existence of planar interfacial and edge vibrations of the composed plate-layer (Fig. 2) is investigated. It is assumed, that $\alpha (-l^{(2)} < \alpha < l^{(1)})$ and $\beta (-\infty < \beta < \infty)$ are rectilinear orthogonal coordinates of the middle surface point of the plate-layer (Fig. 2). At the interface of material property ($\alpha = 0$) a full contact takes place. The boundary conditions have the form

$$T_1^{(1)}|_{\alpha=0} = T_1^{(2)}|_{\alpha=0}, S_{12}^{(1)}|_{\alpha=0} = S_{12}^{(2)}|_{\alpha=0}, u_1^{(1)}|_{\alpha=0} = u_1^{(2)}|_{\alpha=0}, u_2^{(1)}|_{\alpha=0} = u_2^{(2)}|_{\alpha=0} \quad (3.2)$$

$$\left. \frac{\partial u_1^{(r)}}{\partial \alpha} + \frac{B_{12}^{(r)}}{B_{11}^{(r)}} \frac{\partial u_2^{(r)}}{\partial \beta} \right|_{\alpha=(-1)^{r-1}l^{(r)}} = 0, \quad \left. \frac{\partial u_1^{(r)}}{\partial \beta} + \frac{\partial u_2^{(r)}}{\partial \alpha} \right|_{\alpha=(-1)^{r-1}l^{(r)}} = 0, \quad r=1,2 \quad (3.3)$$

$$T_1^{(r)} = hB_{11}^{(r)} \left(\frac{\partial u_1^{(r)}}{\partial \alpha} + \frac{B_{12}^{(r)}}{B_{11}^{(r)}} \frac{\partial u_2^{(r)}}{\partial \beta} \right), \quad S_{12}^{(r)} = hB_{66}^{(r)} \left(\frac{\partial u_1^{(r)}}{\partial \beta} + \frac{\partial u_2^{(r)}}{\partial \alpha} \right) \quad (3.4)$$

where h is the thickness of plate. The relations (3.2) express the conditions of full contact at $\alpha = 0$, (3.3) are conditions of free edges at $\alpha = -l^{(2)}$ and $\alpha = l^{(1)}$. The solution of system (3.1), with wave number m is searched in the form

$$u_1^{(r)} = u_m^{(r)} \sin km\beta \exp((-1)^r y^{(r)} km\alpha), u_2^{(r)} = v_m^{(r)} \cos km\beta \exp((-1)^r y^{(r)} km\alpha), r=1,2 \quad (3.5)$$

where $k = n_0 2\pi/s$, $n_0 \in \mathbb{N}$ and s is any positive number. Substituting expressions (3.5) in system (3.1), we obtain the system of equations

$$\begin{aligned} \left(B_{11}^{(r)} (y^{(r)})^2 - B_{66}^{(r)} + \frac{\lambda^{(r)}}{m^2 k^2} \right) u_m^{(r)} - (B_{12}^{(r)} + B_{66}^{(r)}) (-1)^r y^{(r)} v_m^{(r)} &= 0 \\ (B_{12}^{(r)} + B_{66}^{(r)}) (-1)^r y^{(r)} u_m^{(r)} + \left(B_{66}^{(r)} (y^{(r)})^2 - B_{22}^{(r)} + \frac{\lambda^{(r)}}{m^2 k^2} \right) v_m^{(r)} &= 0 \end{aligned} \quad (3.6)$$

Equalizing the determinant of system (3.6) to zero, we get characteristic equations

$$c_m^{(r)} = (y^{(r)})^4 - \frac{\Delta^{(r)} - 2B_{12}^{(r)}B_{66}^{(r)}}{B_{11}^{(r)}B_{66}^{(r)}}(y^{(r)})^2 + \frac{B_{11}^{(r)} + B_{66}^{(r)}}{B_{11}^{(r)}}(\eta_m^{(r)})^2(y^{(r)})^2 + (1 - (\eta_m^{(r)})^2) \left(\frac{B_{22}^{(r)}}{B_{11}^{(r)}} - \frac{B_{66}^{(r)}}{B_{11}^{(r)}}(\eta_m^{(r)})^2 \right) = 0 \quad (3.7)$$

$$(\eta^{(r)})^2 = \frac{\lambda^{(r)}}{k^2 B_{66}^{(r)}}; \quad \eta_m^{(r)} = \frac{\eta^{(r)}}{m}; \quad r=1,2; \quad m=\overline{1,+\infty} \quad (3.8)$$

Let $y_j^{(r)}$, $j=1,2$ be different roots of equation (3.7) with positive real parts, then $y_3^{(r)} = -y_1^{(r)}$, $y_4^{(r)} = -y_2^{(r)}$, $r=1,2$ are other roots of equation (3.7).

As a solution of equations (3.6) one can take

$$u_{mj}^{(r)} = (-1)^r y_j^{(r)} \frac{B_{12}^{(r)} + B_{66}^{(r)}}{B_{11}^{(r)}}, \quad v_{mj}^{(r)} = (y_j^{(r)})^2 - \frac{B_{66}^{(r)}}{B_{11}^{(r)}}(1 - (\eta_m^{(r)})^2), \quad j=\overline{1,4} \quad (3.9)$$

The solution of problem (3.1)-(3.4) is searched in the form

$$u_1^{(r)} = \sum_{j=1}^4 u_{mj}^{(r)} w_j^{(r)} \exp((-1)^r y_j^{(r)} km\alpha) \sin km\beta, \quad (3.10)$$

$$u_2^{(r)} = \sum_{j=1}^4 v_{mj}^{(r)} w_j^{(r)} \exp((-1)^r y_j^{(r)} km\alpha) \cos km\beta, \quad r=1,2$$

Taking into account boundary conditions (3.2), (3.3) we obtain the following system of equations

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^4 P_{1j}^{(1)} w_j^{(1)} - \frac{B_{11}^{(2)}}{B_{11}^{(1)}} \sum_{j=1}^4 P_{1j}^{(2)} w_j^{(2)} &= 0, \quad \sum_{j=1}^4 P_{2j}^{(1)} w_j^{(1)} + \frac{B_{66}^{(2)}}{B_{66}^{(1)}} \sum_{j=1}^4 P_{2j}^{(2)} w_j^{(2)} = 0 \\ \sum_{j=1}^4 P_{3j}^{(1)} w_j^{(1)} + \sum_{j=1}^4 P_{3j}^{(2)} w_j^{(2)} &= 0, \quad \sum_{j=1}^4 P_{4j}^{(1)} w_j^{(1)} - \sum_{j=1}^4 P_{4j}^{(2)} w_j^{(2)} = 0 \\ \sum_{j=1}^4 P_{1j}^{(1)} \exp(z_j^{(1)}) w_j^{(1)} &= 0, \quad \sum_{j=1}^4 P_{2j}^{(1)} \exp(z_j^{(1)}) w_j^{(1)} = 0 \\ -\frac{B_{11}^{(2)}}{B_{11}^{(1)}} \sum_{j=1}^4 P_{1j}^{(2)} \exp(z_j^{(2)}) w_j^{(2)} &= 0, \quad \frac{B_{66}^{(2)}}{B_{66}^{(1)}} \sum_{j=1}^4 P_{2j}^{(2)} \exp(z_j^{(2)}) w_j^{(2)} = 0. \end{aligned} \quad (3.11)$$

$$\begin{aligned} P_{1j}^{(r)} &= \frac{B_{66}^{(r)}}{B_{11}^{(r)}}((y_j^{(r)})^2 + \frac{B_{12}^{(r)}}{B_{11}^{(r)}}(1 - (\eta_m^{(r)})^2)), \quad P_{2j}^{(r)} = y_j^{(r)}((y_j^{(r)})^2 + \frac{B_{12}^{(r)}}{B_{11}^{(r)}} + \frac{B_{66}^{(r)}}{B_{11}^{(r)}}(\eta_m^{(r)})^2) \\ P_{3j}^{(r)} &= y_j^{(r)} \frac{B_{12}^{(r)} + B_{66}^{(r)}}{B_{11}^{(r)}}, \quad P_{4j}^{(r)} = (y_j^{(r)})^2 - \frac{B_{66}^{(r)}}{B_{11}^{(r)}}(1 - (\eta_m^{(r)})^2) \end{aligned} \quad (3.12)$$

Producing elementary actions over the columns of the determinant of system (3.11) and setting it to zero, we obtain dispersion equations

$$\Delta_m^* = (y_2^{(1)} - y_1^{(1)})^2 (y_2^{(2)} - y_1^{(2)})^2 \exp(-z_1^{(1)} - z_2^{(1)} - z_1^{(2)} - z_2^{(2)}) \text{Det} \|m_{ij}^*\|_{ij=1}^8 = 0, \quad m = \overline{1, +\infty} \quad (3.13)$$

where the elements m_{ij}^* are given in Appendix 2.

Therefore, dispersion equations (3.13) are equivalent to equations

$$\text{Det} \|m_{ij}^*\|_{ij=1}^8 = 0, \quad m = \overline{1, +\infty} \quad (3.14)$$

Equations (3.14) are dispersion equations of problem (3.1)-(3.3).

For $l^{(2)} \rightarrow \infty$ we have asymptotic formulae

$$\text{Det} \|m_{ij}^*\|_{ij=1}^8 = \text{Det} \|m_{ij}^*\|_{i=7,8}^{j=7,8} \text{Det} \|m_{ij}^*\|_{ij=1}^6 + \sum_{j=1}^2 O(\exp z_j^{(2)}), \quad m = \overline{1, +\infty} \quad (3.15)$$

Therefore, for $l^{(2)} \rightarrow \infty$ equations (3.14) split into the totality of equations

$$\text{Det} \|m_{ij}^*\|_{i=7,8}^{j=7,8} = 0, \quad m = \overline{1, +\infty}; \quad \text{Det} \|m_{ij}^*\|_{ij=1}^6 = 0, \quad m = \overline{1, +\infty}, \quad (3.16)$$

The first equations of (3.16) are Rayleigh's equations for a semi-infinite plate made of material (2) and with a free edge at $\alpha = -l^{(2)}$. The second equations of (3.16) are dispersion equations of semi-infinite composed plate with a free edge at $\alpha = -l^{(1)}$.

For $l^{(2)} \rightarrow \infty$, the second equations from (3.16) have asymptotic representation

$$\text{Det} \|m_{ij}^*\|_{ij=1}^6 = \text{Det} \|m_{ij}^*\|_{i=5,6}^{j=3,4} \text{Det} \|m_{ij}^*\|_{i=1,2,3,4}^{j=1,2,5,6} + \sum_{j=1}^2 O(\exp z_j^{(1)}), \quad m = \overline{1, +\infty} \quad (3.17)$$

Therefore, at $l^{(2)} \rightarrow \infty$ and $l^{(1)} \rightarrow \infty$ equations (3.14) have asymptotic representation

$$\text{Det} \|m_{ij}^*\|_{ij=1}^8 = \text{Det} \|m_{ij}^*\|_{i=5,6}^{j=3,4} \text{Det} \|m_{ij}^*\|_{i=7,8}^{j=7,8} \text{Det} \|m_{ij}^*\|_{i=1,2,3,4}^{j=1,2,5,6} + \sum_{j=1}^2 O(\exp(z_j^{(1)})) + \sum_{j=1}^2 O(\exp(z_j^{(2)})), \quad m = \overline{1, +\infty} \quad (3.18)$$

$$\begin{aligned} \text{Det} \|m_{ij}^*\|_{i=1,2,3,4}^{j=1,2,5,6} &= -\frac{B_{66}^{(1)}}{B_{11}^{(1)}} \frac{B_{12}^{(1)} + B_{66}^{(1)}}{B_{11}^{(1)}} \frac{B_{12}^{(2)} + B_{66}^{(2)}}{B_{11}^{(2)}} L(\eta_m^{(1)}, \eta_m^{(2)}), \quad m = \overline{1, +\infty} \\ \text{Det} \|m_{ij}^*\|_{i=5,6}^{j=3,4} &= -\frac{B_{66}^{(1)}}{B_{11}^{(1)}} \frac{B_{12}^{(1)} + B_{66}^{(1)}}{B_{11}^{(1)}} K_2^{(1)}(\eta_m^{(1)}) \\ \text{Det} \|m_{ij}^*\|_{i=7,8}^{j=7,8} &= -\frac{(B_{66}^{(2)})^2}{B_{11}^{(1)} B_{66}^{(1)}} \frac{B_{12}^{(2)} + B_{66}^{(2)}}{B_{11}^{(2)}} K_2^{(2)}(\eta_m^{(2)}) \end{aligned} \quad (3.19)$$

$$\begin{aligned}
L(\eta_m^{(1)}, \eta_m^{(2)}) &= K_2^{(1)}(\eta_m^{(1)})Q^{(2)}(\eta_m^{(2)}) + \left(\frac{B_{66}^{(2)}}{B_{66}^{(1)}}\right)^2 K_2^{(2)}(\eta_m^{(2)})Q^{(1)}(\eta_m^{(1)}) + \\
&+ \frac{B_{66}^{(2)}}{B_{66}^{(1)}} \left[2 \left(y_1^{(1)} y_2^{(1)} - \frac{B_{12}^{(1)}}{B_{11}^{(1)}} (1 - (\eta_m^{(1)})^2) \right) \left(y_1^{(2)} y_2^{(2)} - \frac{B_{12}^{(2)}}{B_{11}^{(2)}} (1 - (\eta_m^{(2)})^2) \right) + \right. \\
&+ (y_2^{(1)} + y_1^{(1)})(y_2^{(2)} + y_1^{(2)})(1 - (\eta_m^{(2)})^2) y_1^{(1)} y_2^{(1)} + (1 - (\eta_m^{(1)})^2) y_1^{(2)} y_2^{(2)} \left. \right] \\
Q^{(r)}(\eta_m^{(r)}) &= y_1^{(r)} y_2^{(r)} + \frac{B_{66}^{(r)}}{B_{11}^{(r)}} (1 - (\eta_m^{(r)})^2), \quad r = 1, 2 \\
K_2^{(r)}(\eta_m^{(r)}) &= (1 - (\eta_m^{(r)})^2) \left(\frac{\Delta^{(r)}}{B_{11}^{(r)} B_{66}^{(r)}} - (\eta_m^{(r)})^2 \right) - (\eta_m^{(r)})^2 y_1^{(r)} y_2^{(r)}, \quad r = 1, 2
\end{aligned}$$

Dispersion equations (3.14) have the form

$$\begin{aligned}
\text{Det} \|m_{ij}^*\|_{ij=1}^8 &= - \left(\frac{B_{66}^{(2)}}{B_{11}^{(1)}} \right)^2 \frac{B_{66}^{(1)}}{B_{11}^{(1)}} \left(\frac{B_{12}^{(1)} + B_{66}^{(1)}}{B_{11}^{(1)}} \frac{B_{12}^{(2)} + B_{66}^{(2)}}{B_{11}^{(2)}} \right)^2 K_2^{(1)}(\eta_m^{(1)}) K_2^{(2)}(\eta_m^{(2)}) L(\eta_m^{(1)}, \eta_m^{(2)}) + \\
&\sum_{j=1}^2 O(\exp z_j^{(1)}) + \sum_{j=1}^2 O(\exp z_j^{(2)}) = 0, \quad m = \overline{1, +\infty}
\end{aligned} \tag{3.20}$$

Therefore, for $l^{(1)} \rightarrow \infty$ and $l^{(2)} \rightarrow \infty$ dispersion equations of problem (3.1)-(3.3) split into the totality of equations

$$K_2^{(1)}(\eta_m^{(1)}) = 0, \quad K_2^{(2)}(\eta_m^{(2)}) = 0, \quad L(\eta_m^{(1)}, \eta_m^{(2)}) = 0, \quad m = \overline{1, +\infty} \tag{3.21}$$

The first two equations of (3.21) are Rayleigh's equations for semi-infinite orthotropic plates, made of materials (1) and (2) on free edges at $\alpha = l^{(1)}$ and $\alpha = -l^{(2)}$, respectively [7-9]. The third equation of (3.21) is the analogous of Stoneley's dispersion equation for a composed infinite plate [13], [3], [4].

Thus, planar vibrations of a composed plate-strip with free edges may be separated on the boundary vibrations of Rayleigh types and interfacial vibrations of Stoneley type.

Note, that in dispersion equations $L(\eta_m^{(1)}, \eta_m^{(2)}) = 0, m = \overline{1, +\infty}$ the elasticity coefficients of the left and right plates and the corresponding roots of characteristic equations (3.7) enter in a symmetric way. Thus, for example, if the left plate (superscript (2)) is softer (i.e. $\rho^{(2)} / \rho^{(1)} \ll 1, B_{ij}^{(2)} / B_{ij}^{(1)} \ll 1, i, j = 1, 2, 6$), than the right one, then we can write

$$L(\eta_m^{(1)}, \eta_m^{(2)}) = Q^{(2)}(\eta_m^{(2)}) \{ K_2(\eta_m^{(1)}) + O(B_{66}^{(2)} / B_{66}^{(1)}) + O(\rho^{(2)} / \rho^{(1)}) \} = 0 \tag{3.22}$$

Therefore, the existence of interfacial vibrations of a composed plate depends on the existence of the boundary vibrations of the right

semi-infinite plate with a free edge [7-8]: i.e. it is obvious that there are interfacial vibrations. If $B_{ij}^{(2)} / B_{ij}^{(1)} \approx 1$, $ij=1,2,6$; $\rho^{(2)} / \rho^{(1)} \approx 1$, then there is a small chance for the existence of interfacial vibrations.

Case b): $R^{-2} = k^2 r_0 / 2$ ($r_m = 0, m = \overline{1, +\infty}$), i.e. we have momentless elastic circular closed composed cylindrical shell. In this case the systems (2.5) have the form

$$(r_0 A_m^{(r)} - 2 \frac{B_{66}^{(r)}}{B_{22}^{(r)}} (\eta^{(r)})^2) w_m^{(r)} = 0, \quad m = \overline{1, +\infty}, \quad r = 1, 2 \quad (3.23)$$

Therefore, equations (2.8) split into two totalitis of equations

$$r_0 P_m^{(r)} - 2 \frac{B_{66}^{(r)}}{B_{22}^{(r)}} C_m^{(r)} (\eta^{(r)})^2 = 0, \quad m = \overline{1, +\infty}, \quad r = 1, 2 \quad (3.24)$$

or equations

$$\begin{aligned} & \left((\eta^{(r)})^2 - \frac{\Delta^{(r)}}{B_{11}^{(r)} B_{66}^{(r)}} \frac{r_0}{2} \right) (\chi^{(r)})^4 - (\eta^{(r)})^2 \left(\frac{\Delta^{(r)} - 2 B_{12}^{(r)} B_{66}^{(r)}}{B_{11}^{(r)} B_{66}^{(r)}} m^2 - \right. \\ & \left. - \frac{B_{11}^{(r)} + B_{66}^{(r)}}{B_{11}^{(r)}} (\eta^{(r)})^2 + \frac{\Delta^{(r)} + B_{22}^{(r)} B_{66}^{(r)}}{B_{11}^{(r)} B_{66}^{(r)}} \frac{r_0}{2} \right) (\chi^{(r)})^2 + \\ & + (\eta^{(r)})^2 (m^2 - (\eta^{(r)})^2) \left(\frac{B_{22}^{(r)}}{B_{11}^{(r)}} m^2 - \frac{B_{66}^{(r)}}{B_{11}^{(r)}} (\eta^{(r)})^2 + \frac{B_{22}^{(r)}}{B_{11}^{(r)}} \frac{r_0}{2} \right) = 0, \quad m = \overline{1, +\infty}, \quad r = 1, 2 \end{aligned} \quad (3.25)$$

In this case, for finding dimensionless characteristics of free frequencies $\eta^{(r)}$ ($r=1,2$) in dispersion equations (2.15) expressions $x_1^{(r)} = \chi_1^{(r)} / m$, $x_2^{(r)} = \chi_2^{(r)} / m$ are used, where $\chi_1^{(r)}$ and $\chi_2^{(r)}$ are the roots of equations (3.25) with positive real parts. For a circular cylindrical shell we set $k = n_0 2\pi / s$, $n_0 \in N$, where s is the full length of the directing circle.

For $r_0 \rightarrow 0$ equations (3.25) become

$$\begin{aligned} & (\chi^{(r)})^4 - \left(\frac{\Delta^{(r)} - 2 B_{12}^{(r)} B_{66}^{(r)}}{B_{11}^{(r)} B_{66}^{(r)}} m^2 - \frac{B_{11}^{(r)} + B_{66}^{(r)}}{B_{11}^{(r)}} (\eta^{(r)})^2 \right) (\chi^{(r)})^2 + \\ & + (m^2 - (\eta^{(r)})^2) \left(\frac{B_{22}^{(r)}}{B_{11}^{(r)}} m^2 - \frac{B_{66}^{(r)}}{B_{11}^{(r)}} (\eta^{(r)})^2 \right) = 0, \quad m = \overline{1, +\infty}, \quad r = 1, 2 \end{aligned} \quad (3.26)$$

These equations are characteristic equations of systems describing planar vibrations of a composed plate-strip (at $k = n_0 2\pi / s$, $n_0 \in N$, where s is an arbitrary positive number). The roots $\chi^{(r)} / m$ of equations (3.26) with positive real parts are denoted by $y_1^{(r)}, y_2^{(r)}$. Then, in this case, for dispersion equations (2.15) the following asymptotic formulae are valid

$$\begin{aligned} \text{Det}\|m_{ij}\|_{i,j=1}^8 &= \left(\frac{B_{11}^{(1)}}{B_{66}^{(1)}} \frac{B_{11}^{(2)}}{B_{66}^{(2)}} \frac{B_{11}^{(1)}}{(B_{12}^{(1)} + B_{66}^{(1)})} \frac{B_{11}^{(2)}}{(B_{12}^{(2)} + B_{66}^{(2)})} \right)^2 \left(N^{(1)}(\eta_m^{(1)}) \cdot N^{(2)}(\eta_m^{(2)}) \right)^2 \text{Det}\|m_{ij}^*\|_{ij=1}^8 + \\ O(r_0/(2m^2)) &= 0, \quad m = \overline{1, +\infty} \end{aligned} \quad (3.27)$$

$$N^{(r)}(\eta_m^{(r)}) = \frac{B_{22}^{(r)} \Delta^{(r)}}{(B_{11}^{(r)})^3} + \frac{B_{12}^{(r)} (\Delta^{(r)} - B_{66}^{(r)} B_{12}^{(r)} - B_{66}^{(r)} B_{22}^{(r)})}{(B_{11}^{(r)})^3} (\eta_m^{(r)})^2 \quad (3.28)$$

From equation (3.27) it follows, that for $r_0/m^2 \rightarrow 0$ the equations (2.15) transform into equations (3.14).

Thus, equations (3.27) establish the asymptotic connection between the dispersion equations of the considered problem and analogous problem for a composed plate-strip.

For $l^{(1)} \rightarrow \infty$ and $l^{(2)} \rightarrow \infty$ and by taking into account (3.18)-(3.20), (3.27), dispersion equations (2.15) in this case may be written in the form

$$\begin{aligned} \text{Det}\|m_{ij}\|_{i,j=1}^8 &= \frac{(B_{11}^{(2)})^2}{B_{11}^{(1)} B_{66}^{(1)}} \left(N^{(1)}(\eta_m^{(1)}) N^{(2)}(\eta_m^{(2)}) \right)^2 K_2^{(1)}(\eta_m^{(1)}) K_2^{(2)}(\eta_m^{(2)}) L(\eta_m^{(1)}, \eta_m^{(2)}) + \\ O\left(\frac{r_0}{2m^2}\right) &+ \sum_{j=1}^2 O(\exp(z_j^{(1)})) + \sum_{j=1}^2 O(\exp(z_j^{(2)})) = 0, \quad m = \overline{1, +\infty} \end{aligned} \quad (3.29)$$

From (3.29) it follows, that for $r_0/m^2 \rightarrow 0$, $l^{(1)} \rightarrow \infty$ and $l^{(2)} \rightarrow \infty$ dispersion equations (2.15) split into equations (3.21). Therefore, for small r_0/m^2 and large $l^{(1)}, l^{(2)}$ the roots of equation (3.21) are the approximate values of roots of equations (2.14) (see Tables 1,2).

Case c): $R^{-2} = k^2(r_0/2 + r_1 \cos k\beta)$, $r_m = 0$, $m = \overline{2, +\infty}$, i.e. we have a noncircular composed closed cylindrical shell (with $k = 2\pi/s$, where s is the full length of the directing curve). In this case the systems of equations (2.5) have the form

$$r_1 P_{m-1}^{(r)} \omega_{m-1}^{(r)} + r_{mm}^{(r)} \omega_m^{(r)} + r_1 P_{m+1}^{(r)} \omega_{m+1}^{(r)} = 0, \quad m = \overline{1, +\infty}, \quad r = 1, 2 \quad (3.30)$$

$$\omega_m = w_m^{(r)} / c_m^{(r)}, \quad r_{mm}^{(r)} = r_0 P_m^{(r)} - 2B_{66}^{(r)} (\eta^{(r)})^2 C_m^{(r)} / B_{22}^{(r)} \quad (3.31)$$

Since the determinants of systems (3.30) are of the normal type, then in order to find a non-trivial solution, we equalize them to zero

$$D^{(r)}((\chi^{(r)})^2, (\eta^{(r)})^2, B_{11}^{(r)}, B_{22}^{(r)}, B_{12}^{(r)}, B_{66}^{(r)}, r_0, r_1) = 0, \quad r = 1, 2 \quad (3.32)$$

Solutions $(\chi^{(r)})^2$ of equations (3.32) can be obtained in analogous way as in [6-9].

The following statement is valid: for fixed $m \geq 2$ and at $\lambda^{(r)} \notin [0, \lambda_0^{(r)}]$, equations (3.32) have formal solutions of the form

$$(\chi_j^{(r)})^2 = (\chi_{mj}^{(r)})^2 + \alpha_{mj}^{(r)} r_1^2 + \beta_{mj}^{(r)} r_1^4 + \dots, j=1,2, r=1,2 \quad (3.33)$$

where $\chi_{mj}^{(r)}$ ($j=1,2$) are the roots of the equation $r_{mm}^{(r)}=0$ (i.e. the equations (3.25) with positive real parts) and

$$\alpha_{mj}^{(r)} = \frac{P_m^{(r)}(P_{m-1}^{(r)} r_{m+1m+1}^{(r)} + P_{m+1}^{(r)} r_{m-1m-1}^{(r)})}{r_{m-1m-1}^{(r)} r_{m+1m+1}^{(r)} r_{mm}^{(r)'}} \bigg|_{\chi^{(r)} = \chi_{mj}^{(r)}} \quad j=1,2, r=1,2 \quad (3.34)$$

where $r_{mm}^{(r)'}$ is the derivative of $r_{mm}^{(r)}$ with respect to $(\chi^{(r)})^2$.

Thus, in this case, for finding the coefficients of damping $k\chi_j^{(r)}/m$ ($j=1,2$) the approximate formulae may be used

$$\chi_j^{(r)}/m = ((\chi_{mj}^{(r)}/m)^2 + \alpha_{mj}^{(r)} r_1^2/m^2)^{1/2}, (j=1,2) \quad (3.44)$$

Equations (2.15) are used for finding the corresponding characteristics of free frequencies $\eta^{(r)}/m$.

4. Numerical investigation. In Tables 1,2 using dispersion equations (2.15), (3.14) dimensionless characteristics of free frequencies $\eta^{(1)}/m$ and characteristics of damping coefficients of the corresponding forms $k\chi_j^{(r)}/m$ ($j=1,2$) depending on m, a, b are given for closed cylindrical shells with directing curves

$$x = a \cos t, y = b \sin t, a = 2, b = 1.5; a = 2, b = 1. \quad (4.1)$$

In Tables 1, 2 the results of calculations for three cases (1, 2, 3) are given for $R^{-2} = k^2(r_0/2 + r_1 \cos k\beta)$; $R^{-2} = k^2 r_0/2$; $R^{-2} = 0$, respectively, applied to composed cylindrical shells with directions (4.1), and made of boroplate and paper with mechanical parameters [16], [26]:

$$\begin{aligned} \text{Boroplate: } \rho^{(1)} &= 2 \cdot 10^3 \kappa z / M^3, E_1^{(1)} = 2.646 \cdot 10^{11} H / M^2, E_2^{(1)} = 1.323 \cdot 10^{10} H / M^2, \\ G^{(1)} &= 9.604 \cdot 10^9 H / M^2, \nu_1^{(1)} = 0.2, \nu_2^{(1)} = 0.01, \end{aligned} \quad (4.2)$$

$$\begin{aligned} \text{Paper: } \rho^{(2)} &= 0.16 \kappa z / M^3, E_1^{(2)} = 2.95281 \cdot 10^9 H / M^2, E_2^{(2)} = 2.2106 \cdot 10^9 H / M^2, \\ G^{(2)} &= 9.77076 \cdot 10^8 H / M^2, \nu_1^{(2)} = \nu_2^{(2)} E_1^{(2)} / E_2^{(2)}, \nu_2^{(2)} = 0.23, \end{aligned} \quad (4.3)$$

and with geometrical parameters: in Table 1: $a = 2, b = 1.5, s = 5.52587$ (half of the length of ellipse), $k = 4\pi/s, r_0 = 0.273895, r_1 = 0.033796, l^{(1)} = l^{(2)} = 15, l^{(1)} = l^{(2)} = 2.5$; in Table 2: $a = 2, b = 1, s = 4.8442$ (half of the length of ellipse), $k = 4\pi/s, r_0 = 0.407139, r_1 = 0.229356, l^{(1)} = l^{(2)} = 15, l^{(1)} = l^{(2)} = 2.5$.

The following quantities are taken as the characteristics of the attenuation factors

$$k\chi_0^{(1)}/m = \pm \min\{k \operatorname{Re} \chi_1^{(1)}/m, k \operatorname{Re} \chi_2^{(1)}/m\}, k\chi_0^{(2)}/m = \pm \min\{k \operatorname{Re} \chi_1^{(2)}/m, k \operatorname{Re} \chi_2^{(2)}/m\} \quad (4.4)$$

In equalities (4.4) the sign plus corresponds to interfacial vibrations near the interface material properties $\alpha=0$, and the sign minus corresponds to Rayleigh type near the end-wall of the shell $\alpha=l^{(1)}$ and $\alpha=-l^{(2)}$. Note, that $\eta^{(1)}$ and $\eta^{(2)}$ are related as follows

$$\eta^{(2)} = \frac{\rho^{(2)}}{\rho^{(1)}} \frac{B_{66}^{(1)}}{B_{66}^{(2)}} \eta^{(1)} \quad (4.5)$$

In Tables 1,2 after the characteristics of free frequencies the type of surface waves is given: $e(r)$, $r=1,2$ denotes Rayleigh waves near the end-wall of the component of cylindrical shell with index ("r"), "in" denotes interfacial vibrations, "iq" denotes those coefficients of damping which are pure image. The data for the case 3 is given for those wave numbers, which are given in tables. For small wave numbers they may differ from the presented numbers. Here $s=4$.

Table 1

$l^{(1)}/l^{(2)}$	m	Case 1			Case 2		
		$k\chi_0^{(1)}/m$	$k\chi_0^{(2)}/m$	$\eta^{(1)}/m$	$k\chi_0^{(1)}/m$	$k\chi_0^{(2)}/m$	$\eta^{(1)}/m$
15/15	20	-0.1223	Iq	0.96470	-0.1231	iq	0.96424 e(1)
		-	-	-	0.0322	1.4657	0.99765 in
		iq	-0.8585	32.5583	Iq	-0.8585	32.5583 e(2)
	21	-0.1231	1.4721	0.96423	-0.1231	1.4707	0.96423 e(1)
		0.0554	1.4818	0.99301 in	0.0609	1.4799	0.99153 in
		iq	-	32.5571	Iq	-	32.5577 e(2)
	100	-0.1232	1.7839	0.96420	-0.1232	1.7838	0.96420 e(1)
		0.0838	1.7854	0.98380 in	0.0838	1.7853	0.98380 in
		iq	-	32.5548	Iq	-	32.5548 e(2)
	250	-0.1232	1.8184	0.96420	-0.1232	1.8184	0.96420 e(1)
		0.0841	1.8187	0.98369 in	0.0841	1.8187	0.98369 in
		iq	-	32.5548	Iq	-0.8598	32.5548 e(2)
			0.8598	e(2)			

	m	Case 3	$k\chi_0^{(1)} / m = -$ 0.1702 $k\chi_0^{(2)} / m = 2.5295$ $\eta^{(1)} / m = 0.96420 \text{ e(1)}$ $k\chi_0^{(1)} / m = 0.116$ $k\chi_0^{(2)} / m = 2.5225$ $\eta^{(1)} / m = 0.98367 \text{ in}$ 3 $k\chi_0^{(2)} / m = -1.1877$ $\eta^{(1)} / m = 32.5548 \text{ e(2)}$ $k\chi_0^{(1)} / m = i q$					
2.5/2	20	-0.1231 Iq 0.96424 e(1) - - - Iq -0.8585 32.5580 e(2)	-0.1230 iq 0.96428 e(1) 0.0280 1.4659 0.99823 in Iq -0.8585 32.5580 e(2)					
	21	-0.1231 1.4722 0.96423 e(1) 0.0546 1.4819 0.99320 in Iq - 32.5577 e(2) 0.8586	-0.1231 1.4707 0.96423 e(1) 0.0664 1.4800 0.99168 in Iq -0.8586 32.5577 e(2)					
	100	-0.1232 1.7839 0.96420 e(1) 0.0838 1.7854 0.98380 in Iq - 32.5549 e(2) 0.8597	-0.1232 1.7838 0.96420 e(1) 0.0832 1.7853 0.98380 in Iq -0.8597 32.5549 e(2)					
	250	-0.1232 1.8184 0.96420 e(1) 0.0841 1.8187 0.98369 in Iq - 32.5548 (2) 0.8598	-0.1232 1.8184 0.96420 e(1) 0.0841 1.8187 0.98369 in Iq -0.8598 32.5548 e(2)					
	Case 3		$k\chi_0^{(1)} / m = -0.1702$ $k\chi_0^{(2)} / m = 2.5295$ $\eta^{(1)} / m = 0.96420 \text{ e(1)}$ $k\chi_0^{(1)} / m = 0.1163$ $k\chi_0^{(2)} / m = 2.5225$ $\eta^{(1)} / m = 0.98367 \text{ in}$ $k\chi_0^{(1)} / m = i q$ $k\chi_0^{(2)} / m = -0.8598$ $\eta^{(1)} / m = 32.5548 \text{ e(2)}$					

Conclusion: In this paper it is shown that at the interface of materials properties of a composed momentless finite cylindrical shell with arbitrary plane direction, vibrations damping from the line of the material section along its generatrices may exist. It is shown, that near the free end-wall of the cylindrical shell waves of Rayleigh type may appear. It is shown that the frequencies of free interfacial and boundary vibrations of a composed cylindrical shell consisted of finite orthotropic momentless cylindrical shells with different elastic coefficients are determined from equations (2.15). Also, for a circular cylindrical shell the coefficients of damping χ are determined from equations (3.25), and for a plate they are determined from equations (3.26). The frequencies of

free interfacial vibrations of a composed plate-strip are determined from equations (3.14). The existence of interfacial and boundary vibrations depends on the curvature of the directing curve, elasticity coefficients, materials density and the length of the component shells. For large wave numbers m or for a small curvature of the directing curve all the characteristics of free interfacial and boundary vibrations of momentless closed cylindrical shell tend to the characteristics of a planar interfacial vibrations of a plate-strip. Numerical analysis shows that with increasing the square of curvature of the directing curve of a cylindrical shell the first frequencies of interfacial and boundary vibrations appear for larger m and higher corresponding frequencies. The damping of vibrations depends on materials properties and geometrical parameters.

Table 2

$l^{(1)}/l^{(2)}$	m	Case 1			Case 2		
		$k\chi_0^{(1)}/m$	$k\chi_0^{(2)}/m$	$\eta^{(1)}/m$	$k\chi_0^{(1)}/m$	$k\chi_0^{(2)}/m$	$\eta^{(1)}/m$
$15/15$	24	-0.1404	iq	0.96424 e(1)	-0.1405	1.7270	0.96423 e(1)
		-	-	-	-	-	-
	25	-0.1404	iq	0.96423 e(1)	-0.1405	1.7415	0.96423 e(1)
		0.0213	1.7161	0.99922 in	0.0613	1.6799	0.99342 in
	100	iq	-	32.5571 e(2)	iq	-	32.5669 e(2)
			0.8576			0.9781	
$2.5/2.5$	24	-0.1405	2.0195	0.96420 e(1)	-0.1405	2.0153	0.96420 e(1)
		0.0955	2.0216	0.98385 in	0.0954	2.0175	0.98380
	25	iq	-	32.5548 e(2)	iq	-	in
			0.8597			0.9807	32.5548 e(2)
	250	-0.1405	2.0705	0.96420 e(1)	-0.1405	2.0703	0.96420 e(1)
		0.0959	2.0709	0.98370 in	0.0959	2.0707	0.98370 in
$15/15$	24	iq	-	32.5548 e(2)	iq	-	32.5548 e(2)
			0.8598			0.9808	
	25	-0.1405	2.0705	0.96420 e(1)	-0.1405	2.0703	0.96420 e(1)
		0.0959	2.0709	0.98370 in	0.0959	2.0707	0.98370 in
	100	iq	-	32.5548 e(2)	iq	-	32.5548 e(2)
			0.8598			0.9808	
$2.5/2.5$	24	-0.1404	iq	0.96424 e(1)	-0.1407	iq	0.96412 e(1)
		-	-	-	-	-	-
	25	iq	-0.9774	32.5581 e(2)	iq	-0.9793	32.5707 e(2)
	25	-0.1404	iq	0.96423 e(1)	-0.1404	iq	0.96423 e(1)
		0.0144	1.7162	0.99964 in	0.0612	1.6799	0.99345 in
$2.5/2.5$	100	iq	-0.9794	32.5580 e(2)	iq	-0.9794	32.5578 e(2)
	100	-0.1405	2.0195	0.96420 e(1)	-0.1405	2.0153	0.96420 e(1)
		0.0955	2.0216	0.98385 in	0.0955	2.0175	0.98386 in
	100	iq	-	32.5550 e(2)	iq	-	32.5550 e(2)
			-0.9807			0.9807	

	250	-0.1405 0.0959 iq	2.0705 2.0709 -0.9807	0.96420 e(1) 0.98370 in 32.5548 e(2)	-0.1405 0.0959 Iq	2.0702 2.0707 - 0.9807	0.96420 e(1) 0.98370 in 32.55480 e(2)
	Case 3		$k\chi_0^{(1)} / m = -0.1702$ $k\chi_0^{(1)} / m = 0.1163$ $k\chi_0^{(1)} / m = iq$	$k\chi_0^{(2)} / m = 2.5225$ $k\chi_0^{(2)} / m = 2.5225$ $k\chi_0^{(2)} / m = -0.9807$	$\eta^{(1)} / m = 0.96420 \text{ e}(1)$ $\eta^{(1)} / m = 0.98367 \text{ in}$ $\eta^{(1)} / m = 32.55480 \text{ e}(2)$		

Appendix 1. Analytical expressions for elements of matrix m_{ij} of (2.14) are as follows

$$\begin{aligned}
m_{11} &= R_{11}^{(1)}, m_{12} = \left(\frac{\Delta^{(1)}}{(B_{11}^{(1)})^2} - \frac{B_{12}^{(1)} B_{66}^{(1)}}{(B_{11}^{(1)})^2} (\eta_m^{(1)})^2 \right) (x_1^{(1)} + x_2^{(1)}), m_{13} = m_{11} \exp(z_1^{(1)}) \\
m_{14} &= m_{12} \exp(z_2^{(1)}) + m_{11} [z_1^{(1)} z_2^{(1)}], m_{15} = -B_{11}^{(2)} / B_{11}^{(1)} R_{11}^{(2)}, z_j^{(r)} = -k m x_j^{(r)} l^{(r)}, j=1,2; r=1,2 \\
m_{16} &= -\frac{B_{11}^{(2)}}{B_{11}^{(1)}} \left(\frac{\Delta^{(2)}}{(B_{11}^{(2)})^2} - \frac{B_{12}^{(2)} B_{66}^{(2)}}{(B_{11}^{(2)})^2} (\eta_m^{(2)})^2 \right) (x_1^{(2)} + x_2^{(2)}) \\
m_{17} &= -m_{15} \exp(z_1^{(2)}), m_{18} = -m_{16} \exp(z_2^{(2)}) - m_{15} [z_1^{(2)} z_2^{(2)}]; \\
m_{21} &= R_{21}^{(1)}, m_{22} = \frac{\Delta^{(1)}}{B_{11}^{(1)} B_{66}^{(1)}} ((x_1^{(1)})^2 + (x_2^{(1)})^2 + x_1^{(1)} x_2^{(1)}) + \frac{B_{12}^{(1)} + B_{22}^{(1)}}{B_{11}^{(1)}} (\eta_m^{(1)})^2 \\
m_{23} &= -m_{21} \exp(z_1^{(1)}), m_{24} = -m_{22} \exp(z_2^{(1)}) - m_{21} [z_1^{(1)} z_2^{(1)}], m_{25} = B_{66}^{(2)} / B_{66}^{(1)} R_{21}^{(2)} \\
m_{26} &= \frac{B_{66}^{(2)}}{B_{66}^{(1)}} \left(\frac{\Delta^{(2)}}{B_{11}^{(2)} B_{66}^{(2)}} ((x_1^{(2)})^2 + (x_2^{(2)})^2 + x_1^{(2)} x_2^{(2)}) + \frac{B_{12}^{(2)} + B_{22}^{(2)}}{B_{11}^{(2)}} (\eta_m^{(2)})^2 \right) \quad (2.15) \\
m_{27} &= -m_{25} \exp(z_1^{(2)}), m_{28} = -m_{26} \exp(z_2^{(2)}) - m_{25} [z_1^{(2)} z_2^{(2)}]; \\
m_{31} &= R_{31}^{(1)}, m_{32} = \frac{B_{12}^{(1)}}{B_{11}^{(1)}} ((x_1^{(1)})^2 + (x_2^{(1)})^2 + x_1^{(1)} x_2^{(1)}) + \frac{B_{22}^{(1)}}{B_{11}^{(1)}} + \frac{B_{12}^{(1)}}{B_{11}^{(1)}} (\eta_m^{(1)})^2 \\
m_{33} &= -m_{31} \exp(z_1^{(1)}), m_{34} = -m_{32} \exp(z_2^{(1)}) - m_{31} [z_1^{(1)} z_2^{(1)}], m_{35} = R_{31}^{(2)} \\
m_{36} &= \frac{B_{12}^{(2)}}{B_{11}^{(2)}} ((x_1^{(2)})^2 + (x_2^{(2)})^2 + x_1^{(2)} x_2^{(2)}) + \frac{B_{22}^{(2)}}{B_{11}^{(2)}} + \frac{B_{12}^{(2)}}{B_{11}^{(2)}} (\eta_m^{(2)})^2 \\
m_{37} &= -m_{35} \exp(z_1^{(2)}), m_{38} = -m_{36} \exp(z_2^{(2)}) - m_{35} [z_1^{(2)} z_2^{(2)}]; \\
m_{41} &= R_{41}^{(1)}, m_{42} = \frac{\Delta^{(1)} - B_{12}^{(1)} B_{66}^{(1)}}{B_{11}^{(1)} B_{66}^{(1)}} (x_1^{(1)} + x_2^{(1)}) \\
m_{43} &= m_{41} \exp(z_1^{(1)}), m_{44} = m_{42} \exp(z_2^{(1)}) + m_{41} [z_1^{(1)} z_2^{(1)}], m_{45} = -R_{41}^{(2)} \\
m_{46} &= -\frac{\Delta^{(2)} - B_{12}^{(2)} B_{66}^{(2)}}{B_{11}^{(2)} B_{66}^{(2)}} (x_1^{(2)} + x_2^{(2)}) \\
m_{47} &= -m_{45} \exp(z_1^{(2)}), m_{48} = -m_{46} \exp(z_2^{(2)}) - m_{45} [z_1^{(2)} z_2^{(2)}];
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
m_{51} &= m_{13}, \quad m_{52} = m_{14}, \quad m_{53} = m_{11}, \quad m_{54} = m_{12}, \quad m_{5j} = 0, \quad j = 5, 6, 7, 8; \\
m_{61} &= m_{23}, \quad m_{62} = m_{24}, \quad m_{63} = m_{21}, \quad m_{64} = m_{22}, \quad m_{6j} = 0, \quad j = 5, 6, 7, 8; \\
m_{7j} &= 0, \quad j = 1, 2, 3, 4, \quad m_{75} = m_{17}, \quad m_{76} = m_{18}, \quad m_{77} = m_{15}, \quad m_{78} = m_{16}; \\
m_{8j} &= 0, \quad j = 1, 2, 3, 4, \quad m_{85} = m_{27}, \quad m_{86} = m_{28}, \quad m_{87} = m_{25}, \quad m_{88} = m_{26}; \\
[z_1^{(r)} z_2^{(r)}] &= -km l^{(r)} (\exp(z_1^{(r)}) - \exp(z_2^{(r)})) / (z_1^{(r)} - z_2^{(r)}); \\
\eta_m^{(r)} &= \eta^{(r)} / m; \quad x_i^{(r)} = \chi_i^{(r)} / m; \quad i, r = 1, 2;
\end{aligned}$$

Appendix 2. Analytical expressions for elements of matrix m_{ij}^* of (3.13) are as follows

$$\begin{aligned}
m_{11}^* &= P_{11}^{(1)}, \quad m_{12}^* = \frac{B_{66}^{(1)}}{B_{11}^{(1)}} (y_1^{(1)} + y_2^{(1)}), \quad m_{13}^* = m_{11}^* \exp(z_1^{(1)}), \quad m_{14}^* = m_{12}^* \exp(z_2^{(1)}) + m_{11}^* [z_1^{(1)} z_2^{(1)}] \\
m_{15}^* &= -\frac{B_{11}^{(2)}}{B_{11}^{(1)}} P_{11}^{(2)}, \quad m_{16}^* = -\frac{B_{66}^{(2)}}{B_{11}^{(1)}} (y_1^{(2)} + y_2^{(2)}), \quad m_{17}^* = m_{15}^* \exp(z_1^{(2)}), \quad m_{18}^* = m_{16}^* \exp(z_2^{(2)}) + m_{15}^* [z_1^{(2)} z_2^{(2)}] \\
m_{21}^* &= P_{21}^{(1)}, \quad m_{22}^* = \frac{\Delta^{(1)} - B_{12}^{(1)} B_{66}^{(1)}}{B_{11}^{(1)} B_{66}^{(1)}} - (\eta_m^{(1)})^2 + y_1^{(1)} y_2^{(1)}, \quad m_{23}^* = -m_{21}^* \exp(z_1^{(1)}) \\
m_{24}^* &= -m_{22}^* \exp(z_2^{(1)}) - m_{21}^* [z_1^{(1)} z_2^{(1)}], \quad m_{25}^* = \frac{B_{66}^{(2)}}{B_{66}^{(1)}} P_{21}^{(2)} \\
m_{26}^* &= \frac{B_{66}^{(2)}}{B_{66}^{(1)}} \left(\frac{\Delta^{(2)} - B_{12}^{(2)} B_{66}^{(2)}}{B_{11}^{(2)} B_{66}^{(2)}} - (\eta_m^{(2)})^2 + y_1^{(2)} y_2^{(2)} \right) \\
m_{27}^* &= -m_{25}^* \exp(z_1^{(2)}), \quad m_{28}^* = -m_{26}^* \exp(z_2^{(2)}) - m_{25}^* [z_1^{(2)} z_2^{(2)}]; \\
m_{31}^* &= P_{31}^{(1)}, \quad m_{32}^* = \frac{B_{12}^{(1)} + B_{66}^{(1)}}{B_{11}^{(1)}}, \quad m_{33}^* = -m_{31}^* \exp(z_1^{(1)}), \quad m_{34}^* = -m_{32}^* \exp(z_2^{(1)}) - m_{31}^* [z_1^{(1)} z_2^{(1)}] \\
m_{35}^* &= P_{31}^{(2)}, \quad m_{36}^* = \frac{B_{12}^{(2)} + B_{66}^{(2)}}{B_{11}^{(2)}}, \quad m_{37}^* = -m_{35}^* \exp(z_1^{(2)}), \quad m_{38}^* = -m_{36}^* \exp(z_2^{(2)}) - m_{35}^* [z_1^{(2)} z_2^{(2)}]; \\
m_{41}^* &= P_{41}^{(1)}, \quad m_{42}^* = (y_1^{(1)} + y_2^{(1)}), \quad m_{43}^* = m_{41}^* \exp(z_1^{(1)}), \quad m_{44}^* = m_{42}^* \exp(z_2^{(1)}) + m_{41}^* [z_1^{(1)} z_2^{(1)}] \\
m_{45}^* &= -P_{41}^{(2)}, \quad m_{46}^* = -(y_1^{(2)} + y_2^{(2)}), \quad m_{47}^* = m_{45}^* \exp(z_1^{(2)}), \quad m_{48}^* = m_{46}^* \exp(z_2^{(2)}) + m_{45}^* [z_1^{(2)} z_2^{(2)}]; \\
m_{51}^* &= m_{13}, \quad m_{52}^* = m_{14}, \quad m_{53}^* = m_{11}, \quad m_{54}^* = m_{12}, \quad m_{5j}^* = 0, \quad j = 5, 6, 7, 8; \\
m_{61}^* &= m_{23}, \quad m_{62}^* = m_{24}, \quad m_{63}^* = m_{21}, \quad m_{64}^* = m_{22}, \quad m_{6j}^* = 0, \quad j = 5, 6, 7, 8; \\
m_{7j}^* &= 0, \quad j = 1, 2, 3, 4, \quad m_{75}^* = m_{17}, \quad m_{76}^* = m_{18}, \quad m_{77}^* = m_{15}, \quad m_{78}^* = m_{16}; \\
m_{8j}^* &= 0, \quad j = 1, 2, 3, 4, \quad m_{85}^* = m_{27}, \quad m_{86}^* = m_{28}, \quad m_{87}^* = m_{25}, \quad m_{88}^* = m_{26}; \\
[z_1^{(r)} z_2^{(r)}] &= -km l^{(r)} (\exp(z_1^{(r)}) - \exp(z_2^{(r)})) / (z_1^{(r)} - z_2^{(r)}); \quad z_j^{(r)} = -y_j^{(r)} m k l^{(r)}, \quad j = 1, 2; r = 1, 2.
\end{aligned} \tag{3.17}$$

ЛИТЕРАТУРА

1. Pietraszkiewicz W., Szymczak Cz. (Eds.) Shell Structures, Theory and Applications // Proceedings of the 8th International conference on shell structures (SSTA 2005).
2. Rayleigh J.W. On waves propagated along the plate surface of an elastic solids // Proc. London Math. Soc. 1885. 17. PP. 4-11.
3. Viktorov E.A. Sound surface waves in rigid bodies. M: Nauka, 1981 (in Russ.).
4. Grinchenko V.T. and Meleshko V.V. Harmonic oscillations and waves in elastic bodies. Kiev: Naukova Dumka, 1981 (in Russ.).
5. Bagdasaryan R.A., Belubekyan M.V., Kazaryan K.B., Rayleigh-type waves in a semi-infinite closed cylindrical shell // In Wave problems in mechanics, Nizhnii Novgorod, 1992, pp. 87-93 (in Russ.).
6. Gulgazaryan G.R., Gulgazaryan L.G., Localized vibrations at the free end of semi-infinite non-closed cylindrical shells// Acoustic herald NAS of Ukraine, 1999, Vol. 2, № 4, pp. 42-48 (in Russ.).
7. Gulgazaryan G.R., Gulgazaryan L.G., Rayleigh-type waves in a semi-infinite corrugated cylindrical shells // Izv. Ross. Akad. Nauk MTT, 2001, № 3, pp. 151-158 (in Russ.).
8. Gulgazaryan G.R., Gulgazaryan L.G. Vibrations of a corrugated orthotropic cylindrical shells with free edges // Int. appl. mechanics. 2006, v. 42 № 12, pp. 1398-1413.
9. Gulgazaryan G. R. Vibrations of a cantilever non-closed orthotropic cylindrical membrane shell of variable curvature // Mechanics of solids, 2007. Vol. 42, № 1, 72-84.
10. Zilbergreit A.S., Suslova E.B., Contact waves of bend in thin plates // Akoust. Journal 1985, v. 29, № 2. pp. 186-191.
11. Getman I.P. , Lisitskii O.N. Reflection and transmission of sound waves through the interfacial boundary of two joined elastic half-strips // Journal of Appl. Math. and Mech. 1988, v. 52, Iss. 6. pp. 816-820.
12. Stoneley R. The elastic waves at the interface of two solids // Proc. Roy Soc. London A. 1924 v. 106. PP. 416-429.
13. Kaplunov J.D., Wilde M.V. Free interfacial vibrations in cylindrical shells // J. Acoust. Soc. Am. June 2002. v. 111 (6). pp. 2692-2704.
14. Kaplunov J.D. and Wilde M.V. Edge and interfacial vibrations in elastic shells of revolution // ZAMP. 2000. vol. 51. pp. 530-549.

15. Ermolenko V. M. The effect of orthotropy parameters on the spectrum in shell vibration problems. // Zh Prikl. Mekh. Tekh fiz 1980. № 1, pp.163-170 (in Russ.).
16. Ambartsumyan S.A. The Theory of anisotropic shells. M: Gos. Izd. Phys. Mat. Lit. 1961 (in Russ.).
17. Gol'denveizer A.L. Lidskii V.B., Tovstic P.E. The free vibrations of thin Elastic Shells. Moscow. Nauka.1979 (in Russ.).
18. Lions J.L. and Magenes E., Problems aux limites homogenes at applications, 1968. Paris Dunod, vol.1. (Lions J.L. and Magenes E., Inhomogeneous boundary value problems and their applications. Mir. Moscow, 1971. [Russian translation]).
19. Solonnikov V.A., About general boundary value problems for systems elliptic in the sense of A. Douglis and L. Nirenberg // Izv. Akad. Nauk SSSR, 1964. Ser. Mat. Vol. 28. № 3, pp. 665-706 (in Russ.).
20. Ghulghazaryan G.R., Ghulghazaryan L.G., Miklashevich I.A., Pletezhov A.A., Khachanyan A.A. Free interfacial vibrations of unmoment infinite cylindrical shells with arbitrary smooth directing curve // Vestnik of the foundation for fundamental research 2012, № 1, pp.59-80 (in Russ.).
21. Lopatinskiy Ya.B. On one way of redaction of boundary-value problems for the system of differential equations of elliptic type to regular integral equations //Ukraine Mat. Zh. 1953 v. 5, № 2, pp. 123-151 (in Russ.).
22. Gulgazaryan G.R., Lidskii V.B., Eskin G.I. The spectrum of a momentless system in the case of a thin shell of arbitrary profile. Sib. Mat. Zh. 1973.v. 4, № 5, pp. 978-986. (in Russ.).
23. Fikhtengol'ts G.M. Course of differential and integral calculus, 1966. M: Fizmatgiz, vol. 3 (in Russ.).
24. Kontorovich L.V., Krylov V.L. Approximate methods of higher-order analysis. M.-L. Gostekhizdat, 1952. (in Russ.).
25. Ambartsumyan S.A. The Theory of anisotropic plates. Moscow. Nauka. 1967 (in Russ.).
26. Gulgazaryan G.R. and Lidskii V.B. Density of free vibration frequencies of a thin anisotropic shell composed of anisotropic layers // Izv. Akad. Nauk SSSR, 1982. MTT. N 3, pp. 171-174 (in Russ.).

ԱՄՓՈՓՈՒՄ
ՓՈՓՈԽԱԿԱՆ ԿՈՐՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԱԶԱՏ ԾԱՅՐԵՐՈՎ ԱՆՄՈՄԵՆՏ
ԳԼԱՆԱՅԻՆ ԹԱՂԱՆԹԻ ՍԵՓԱԿԱՆ ԻՆՏԵՐՖԵՅՍ ԵՎ ԵԶՐԱՅԻՆ
ՏԱՏԱՆՈՒՄՆԵՐԸ
Գ.Ռ.ՂՈՒԼՂԱԶԱՐՅԱՆ, Լ.Գ.ՂՈՒԼՂԱԶԱՐՅԱՆ

Հետազոտվում է կամայական կորության փակ անմոմենտ գլանային թաղանթի սեփական ինտերֆեյս և եզրային տատանումները, որը բաղկացած է երկու վերջավոր, տարբեր առաձգականության հատկություններ ունեցող օրթոտրոպ գլանային թաղանթներից: Ենթադրվում է, որ թաղանթի ծայրերն ազատ են:

РЕЗЮМЕ
СОБСТВЕННЫЕ ИНТЕРФЕЙСНЫЕ И КРАЕВЫЕ КОЛЕБАНИЯ
БЕЗМОМЕНТНОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ
ПЕРЕМЕННОЙ КРИВИЗНЫ СО СВОБОДНЫМИ ТОРЦАМИ
Г.Р. ГУЛГАЗАРЯН, Л.Г. ГУЛГАЗАРЯН

Исследуются собственные интерфейсные и краевые колебания безмоментной замкнутой цилиндрической оболочки переменной кривизны, составленной из двух конечных ортотропных цилиндрических оболочек с разными упругими свойствами. Предполагается, что торцы оболочки свободны.

УДК 539.3:534.2

КОЛЕБАНИЯ БЕЗМОМЕНТНОЙ НЕЗАМКНУТОЙ
ОРТОТРОПНОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ
ПЕРЕМЕННОЙ КРИВИЗНЫ СО СВОБОДНЫМИ ТОРЦАМИ И
ЖЕСТКО ЗАШЕМЛЕННЫМИ ГРАНИЧНЫМИ ОБРАЗУЮЩИМИ

ДЖ.Л. СРАПИОНЯН

Армянский государственный педагогический университет
им Х. Абовяна 0010, Ереван, пр. Тигран Меци 17
e-mail: srapionyan84@mail.ru

Исследуются собственные краевые колебания ортотропной безмоментной незамкнутой цилиндрической оболочки переменной кривизны, со свободными торцами и жестко зашечленными граничными образующими.

Ключевые слова: *собственные колебания, безмоментная оболочка, жестко зашечленные образующие.*

Поступила в редакцию 8 октября 2013г.

Введение. Исследование собственных колебаний пластин и оболочек занимают важное место в динамике деформируемого тела. Это обусловлено как потребностями самой теории, так и практическими вопросами машиностроения, строительства, приборостроения и т.д. [1]. Особый интерес представляют задачи на собственные значения, связанные с цилиндрическими оболочками переменной кривизны. Для решения таких задач применяются различные аналитические, асимптотические и численные методы [2-9]. Вопрос существования собственных краевых колебаний,

затухающих от свободного края безмоментной цилиндрической оболочки вдоль направления ее образующих, изучены в работах [10-15].

Нами исследованы собственные колебания ортотропной безмоментной цилиндрической оболочки открытого профиля, со свободными краями и жестко защемленными образующими. Предполагается, что образующие ортогональны к краям оболочки и квадрат кривизны направляющей кривой поверхности можно представить в виде ряда

$$R^{-2} = k^2 \left(r_0/2 + \sum_{m=1}^{\infty} r_m \cos km\beta \right), \quad 0 \leq \beta \leq s, \quad k = 2\pi/s, \quad \sum_{m=1}^{\infty} |r_m| < +\infty \quad (1)$$

Здесь β – длина переменной дуги направляющей кривой, s – полная длина направляющей кривой между жестко защемленными граничными образующими. Для цилиндрических оболочек со свободными краями первые частоты и частоты соответствующих больших волновых чисел распределены очень густо [6-17]. Поэтому численный расчет не всегда эффективен. Эти трудности преодолеваются с помощью комбинирования аналитической и асимптотической теорий, а также численными методами.

Задача не допускает разделения переменных. Такие задачи обычно решаются по методам понижения размерности на основе интегральных или колокационных подходов типа Канторовича-Власова в сочетании с численными методами решения одномерных задач [18-22]. Для нахождения собственных частот и соответствующих собственных форм применяется обобщенный метод сведения к обыкновенным дифференциальным уравнениям Канторовича-Власова развитых в [20-22]. В качестве базисных функций используются следующие функции:

$$W_m(\beta) = 1 - \cos km\beta, \quad k = 2\pi/s, \quad 0 \leq \beta \leq s, \quad m = \overline{1, +\infty} \quad (2)$$

В дальнейшем для пластинки под s подразумевается её ширина пластинки, а для цилиндрической оболочки – длина направляющей кривой. Заметим, что

$$W_m(0) = W_m(s) = W'_m(0) = W'_m(s) = 0 \quad (3)$$

1. Постановка задач и некоторые математические особенности.

Рассматриваются собственные колебания незамкнутой ортотропной безмоментной цилиндрической оболочки переменной кривизны со свободными торцами и жестко защемленными граничными образующими. На поверхности оболочки вводятся криволинейные координаты (α, β) , где $\alpha(0 \leq \alpha \leq l)$ и $\beta(0 \leq \beta \leq s)$ являются соответственно текущей длиной образующей и текущей длиной дуги направляющей кривой (рис. 1), l - длина цилиндрической оболочки, а s - длина направляющей кривой.

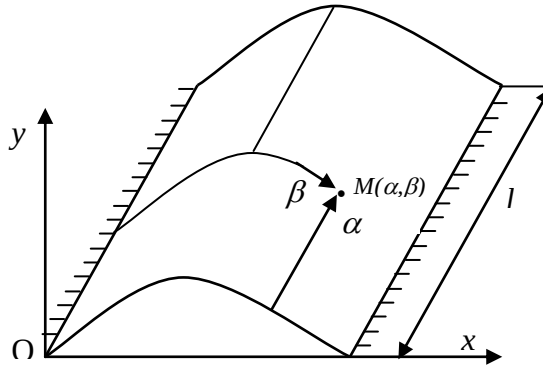


Рис.1.

В качестве исходных уравнений, описывающих колебания оболочки, используются уравнения, которые соответствуют безмоментной теории ортотропных цилиндрических оболочек записанные в выбранных криволинейных координатах α, β

$$\begin{aligned} -B_{11} \frac{\partial^2 u_1}{\partial \alpha^2} - B_{66} \frac{\partial^2 u_1}{\partial \beta^2} - (B_{11} + B_{66}) \frac{\partial^2 u_2}{\partial \alpha \partial \beta} + B_{12} \frac{\partial}{\partial \alpha} \left(\frac{u_3}{R} \right) &= \lambda u_1 \\ -(B_{12} + B_{66}) \frac{\partial^2 u_1}{\partial \alpha \partial \beta} - B_{66} \frac{\partial^2 u_2}{\partial \alpha^2} - B_{22} \frac{\partial^2 u_2}{\partial \beta^2} + B_{22} \frac{\partial}{\partial \alpha} \left(\frac{u_3}{R} \right) &= \lambda u_2 \end{aligned}$$

(1.1)

$$-\frac{B_{12}}{R} \frac{\partial u_1}{\partial \alpha} - \frac{B_{22}}{R} \frac{\partial u_2}{\partial \beta} + \frac{B_{22}}{R^2} u_3 = \lambda u_3$$

Здесь u_1, u_2, u_3 – проекции вектора перемещений, соответственно в направлениях α, β и нормали поверхности оболочки, B_{ik} – коэффициенты упругости, $R^{-1} = R^{-1}(\beta)$ – кривизна направляющей кривой поверхности, $\lambda = \omega^2 \rho$, где ω – частота собственных колебаний, ρ – плотность материала. Граничные условия имеют вид [23]

$$\left. \frac{\partial u}{\partial \alpha} + \frac{B_{12}}{B_{11}} \left(\frac{\partial u_2}{\partial \beta} - \frac{u_3}{R} \right) \right|_{\alpha=0,l} = 0, \quad \left. \frac{\partial u_1}{\partial \beta} + \frac{\partial u_2}{\partial \alpha} \right|_{\alpha=0,l} = 0$$

$$(1.2) \quad u_1|_{\beta=0,s} = u_2|_{\beta=0,s} = 0$$

$$(1.3)$$

где соотношения (1.2) являются условиями свободного края при $\alpha=0, \alpha=l$, а соотношения (1.3) – условиями жесткого защемления при $\beta=0, \beta=s$. Для пары вектор-функций $f^{(j)}(\alpha, \beta) = (u_1^{(j)}, u_2^{(j)}, u_3^{(j)})$, $j=1,2$ введем скалярное произведение по формуле

$$(f^{(1)}, f^{(2)}) = \int_0^l \int_0^s \sum_{j=1}^3 u_j^{(1)} \bar{u}_j^{(2)} d\beta d\alpha$$

$$(1.4)$$

Обозначим через $L_0^{(cc)}$ оператор, соответствующий левой части системы уравнений (1.1), первоначально определенный на гладких вектор-функциях удовлетворяющих условиям (1.2)-(1.3). Нетрудно проверить, что для таких вектор-функций выполняется соотношение

$$(L_0^{(cc)} f^{(1)}, f^{(2)}) = (f^{(1)}, L_0^{(cc)} f^{(2)})$$

$$(1.5)$$

Более того, для любой функции $f^{(j)}(\alpha, \beta) = (u_1^{(j)}, u_2^{(j)}, u_3^{(j)})$, $j=1,2$ удовлетворяющей условиям (1.2)-(1.3), имеет место неравенство

$$(L_0^{(cc)} f, f) \geq 0$$

$$(1.6)$$

Из неравенства (1.6) следует, что с задачей на собственные значения (1.1)-(1.3) можно связать неотрицательно определенный

самосопряженный оператор (расширения по Фридрихсу оператора $L_0^{(cc)}$ [24] стр.350). Для которого сохраним обозначение $L_0^{(cc)}$. Аналогично [25] можно доказать, что спектр оператора $L_0^{(cc)}$ неотрицателен и не является чисто дискретным. Оказывается, что при любых граничных условиях, операторы, порожденные системой уравнений (1.1), имеют участок непрерывного спектра, совпадающий с отрезком $[0, \lambda_0]$ – множеством значений функции

$$\Omega(\beta, \theta) = \frac{B_{66}(B_{11}B_{22} - B_{12}^2)R^{-2}(\beta)\sin^4 \theta}{B_{66}(B_{11}\sin^4 \theta + B_{22}\cos^4 \theta) + (B_{11}B_{22} - B_{12}^2 - 2B_{12}B_{66})\sin^2 \theta \cos^2 \theta} \quad (1.7)$$

$$0 \leq \beta \leq s, \quad 0 \leq \theta \leq 2\pi$$

Отметим, что появление этого участка непрерывного спектра является результатом нарушения эллиптичности системы (1.1) по Дуглису-Ниренбергу [27-29]. Как известно, эллиптичности системы недостаточно для того, чтобы задача Дирихле была корректно поставлена даже в случае однородных систем. Для существования нетривиального решения задачи (1.1)-(1.3) следует дополнительно потребовать выполнение вдоль границы некоторого условия алгебраического характера. Это условие называется условием дополнительности (условие Шапиро-Лопатинского) [26]. Отметим, что для задачи (1.1)-(1.3) условие Шапиро-Лопатинского эквивалентно условию ([14],[25],[6], стр. 76)

$$\theta(\lambda, \beta)|_{\beta=0, \beta=s} = B_{66}(\lambda - B_{22}R^{-2}(\beta)) + \sqrt{B_{22}\lambda(B_{11}\lambda - (B_{11}B_{22} - B_{12}^2)R^{-2}(\beta))}|_{\beta=0, s} \neq 0 \quad (1.8)$$

Множество значений λ (не более двух точек), при которых нарушается условие (1.8), т.е. имеем равенство

$$\theta(\lambda, \beta)|_{\beta=0, \beta=s} = 0 \quad (1.9)$$

обозначим через Ω_γ . Вне множества $[0, \lambda_0] \cup \Omega_\gamma$ для оператора $L_0^{(c,c)}$, выполняется условие дополнительности (1.8), [25-30].

Справедливо следующее утверждение: вне множества $[0, \lambda_0] \cup \Omega_\gamma$

спектр оператора $L_0^{(c,c)}$ состоит из изолированных собственных значений конечной кратности. Это утверждение следует из следующего общего утверждения [25].

Теорема. Для того, чтобы точка λ принадлежала непрерывному спектру оператора $L_0^{(c,c)}$, необходимо и достаточно, чтобы при этом λ нарушалось условие эллиптичности системы (1.1) или условие Шапиро-Лопатинского краевой задачи (1.1)-(1.3).

Заметим, что оператор $L_0^{(c,c)}$ имеет сколь угодно большие положительные собственные значения. Это следует из его неотрицательности и неограниченности. Этот факт позволяет задачу (1.1)-(1.3) изучать в виде обобщенной задачи на собственные значения ([31], стр.92) с применением обобщенного метода сведения к обыкновенным дифференциальным уравнениям Конторовича-Власова.

2. Вывод и анализ дисперсионного уравнения оператора $L_0^{(c,c)}$.

Решение системы (1.1), удовлетворяющее условиям (1.3), ищем в виде

$$\begin{aligned} u_1 &= \exp(k\chi\alpha) \left(\sum_{m=1}^{\infty} u_m \sin km\beta \right), \quad u_n = \exp(k\chi\alpha) \left(\sum_{m=1}^{\infty} v_m (1 - \cos km\beta) \right), \\ w &= k \exp(k\chi\alpha) \left(\sum_{m=1}^{\infty} w_m \sin km\beta \right) \end{aligned} \quad (2.1)$$

Здесь $w = u_3 / R$, u_m, v_m, w_m - неопределенные коэффициенты, χ - неопределенный коэффициент затухания. Подставим выражения (2.1) в первые два уравнения системы (1.1). Полученные уравнения умножаем на $\sin kmB$, $\cos kmB$ соответственно и интегрируем в пределах от 0 до s . В итоге получим систему уравнений

$$\begin{cases} (B_{11}\chi^2 - B_{66}m^2 + \lambda/k^2)u_m + (B_{12} + B_{66})\chi_m v_m = B_{12}\chi w_m \\ (B_{12} + B_{66})\chi_m u_m - (B_{66}\chi^2 - B_{22}m^2 + \lambda/k^2)v_m = B_{22}m w_m \end{cases} \quad (2.2)$$

Откуда получаем соотношения

$$C_m u_m = \chi a_m w_m, \quad C_m v_m = -m b_m w_m$$

(2.3)

$$a_m = \frac{B_{12}}{B_{11}} \chi^2 + \frac{B_{22}}{B_{11}} m^2 + \frac{B_{12}}{B_{11}} \eta^2, \eta^2 = \frac{\lambda}{k^2 B_{66}}$$

$$b_m = \frac{B_{11} B_{22} - B_{12}^2 - B_{12} B_{66}}{B_{11} B_{66}} \chi^2 - \frac{B_{22}}{B_{11}} m^2 + \frac{B_{22}}{B_{11}} \eta^2$$

(2.4)

$$c_m = \chi^4 - \frac{B_{11} B_{22} - B_{12}^2 - 2 B_{12} B_{66}}{B_{11} B_{66}} m^2 \chi^2 + \frac{B_{11} + B_{66}}{B_{11}} \eta^2 \chi^2 + (m^2 - \eta^2) \left(\frac{B_{22}}{B_{11}} m^2 - \frac{B_{66}}{B_{11}} \eta^2 \right)$$

Обе части третьего уравнения системы (1.1) умножим на R^{-1} и подставим в него (2.1). Учитывая представление (1), соотношения (2.3), правило умножения тригонометрических рядов ([32], стр. 592), умножим обе части полученного уравнения на $\sin km\beta$ и интегрируем в пределах от 0 до s , придем к бесконечной системе уравнений

$$\left((r_0 - r_{2m}) A_m - 2 \frac{B_{66}}{B_{22}} \eta^2 \right) w_m + \sum_{n=1, n \neq m}^{\infty} (r_{|n-m|} - r_{n+m}) A_n w_n = 0, \quad m = \overline{1, +\infty},$$

(2.5)

$$A_n = P_n / c_n, \quad P_n = c_n + n^2 b_n - B_{12} / B_{22} \chi^2 a_n, \quad n = \overline{1, +\infty},$$

(2.6)

Так как в области определения A_n имеем

$$A_n = O(1/n^2), \text{ следовательно } \sum_{n=1}^{\infty} |A_n| < +\infty. \text{ Учитывая (1), получим}$$

$$\sum_{n,m=1}^{\infty} |A_n| (|r_{n+m}| + |r_{|n-m|}|) \leq 3 \left(|r_0|/2 + \sum_{n=1}^{\infty} |r_n| \right) \cdot \left(\sum_{n=1}^{\infty} |A_n| \right) < +\infty \quad (2.7)$$

Следовательно, бесконечный определитель системы (2.5) при $\lambda \notin [0, \lambda]$ и χ в области определения коэффициентов (2.6) относится к известному классу сходящихся определителей - к нормальным определителям [32]. Чтобы система (2.5) имела нетривиальное решение, необходимо и достаточно, чтобы ее определитель равнялся нулю:

$$D(\chi^2, \eta^2, B_{11}, B_{12}, B_{21}, B_{22}, B_{66}, r_0, r_1, \dots, r_m, \dots) = 0 \quad (2.8)$$

Предположим, что χ_1, χ_2 различные корни уравнения (2.8) с неположительными действительными частями, тогда $\chi_3 = -\chi_1, \chi_4 = -\chi_2$ также являются различными корнями уравнения (2.8). Пусть $(w_1^{(j)}, w_2^{(j)}, \dots, w_m^{(j)}, \dots)$, $j = \overline{1, 4}$ являются нетривиальными решениями системы (2.5) при $\chi_j, j = \overline{1, 4}$ соответственно. Представим решение задачи (1.1)-(1.3) в виде

$$u_i = \sum_{j=1}^4 u_i^{(j)}, i = 1, 2, w = \sum_{j=1}^4 w^{(j)} \quad (2.9)$$

где $u_i^{(j)}, w^{(j)}, i = 1, 2, j = \overline{1, 4}$ решения системы (1.1), имеющие вид (2.1) при $\chi = \chi_j$. Подставим (2.9) в граничные условия (1.2). В полученные уравнения, которые содержат $\sin km\beta$, умножаем на $\sin km\beta$, а те которые содержат $\cos km\beta$, умножаем на $\cos km\beta$, затем интегрируя в пределах от 0 до s , получаем совокупность систем уравнений

$$\sum_{j=1}^4 \frac{R_{1j}^{(m)}}{C_m^{(j)}} W_m^{(j)} = 0, \quad \sum_{j=1}^4 \frac{R_{2j}^{(m)}}{C_m^{(j)}} W_m^{(j)} = 0 \quad m = \overline{1, +\infty} \quad (2.10)$$

$$\sum_{j=1}^4 \frac{R_{1j}^{(m)} \exp(z_j)}{C_m^{(j)}} W_m^{(j)} = 0, \quad \sum_{j=1}^4 \frac{R_{2j}^{(m)} \exp(z_j)}{C_m^{(j)}} W_m^{(j)} = 0$$

$$R_{1j}^{(m)} = \chi_j^2 a_m^{(j)} - \frac{B_{1,2}}{B_{11}} m^2 b_m^{(j)} - \frac{B_{1,2}}{B_{11}} c_m^{(j)}, R_{2j}^{(m)} = \chi_j (a_m^{(j)} + b_m^{(j)}), z_j = k\chi_j l \quad (2.11)$$

а $a_m^{(j)}, b_m^{(j)}, c_m^{(j)}$ - значения a_m, b_m, c_m из (2.4) при $\chi = \chi_j$ соответственно. Чтобы совокупность систем уравнений (2.10) имела нетривиальное решение, достаточно, чтобы совокупность уравнений

$$\Delta = \text{Det} \begin{vmatrix} R_{11}^{(m)} & R_{12}^{(m)} & R_{11}^{(m)} \exp(z_1) & R_{12}^{(m)} \exp(z_2) \\ R_{21}^{(m)} & R_{22}^{(m)} & -R_{21}^{(m)} \exp(z_1) & -R_{22}^{(m)} \exp(z_2) \\ R_{11}^{(m)} \exp(z_1) & R_{12}^{(m)} \exp(z_1) & R_{11}^{(m)} & R_{12}^{(m)} \\ R_{21}^{(m)} \exp(z_1) & R_{22}^{(m)} \exp(z_1) & -R_{21}^{(m)} & -R_{22}^{(m)} \end{vmatrix} = 0 \quad m = \overline{1, +\infty}$$

(2.12)

вне множества $[\theta, \lambda_0] \cup \Omega_\gamma$ имела λ - решение. Заметим, что определитель из (2.12) можно привести к виду

$$\Delta = m^{14} (x_2 - x_1)^2 \text{Det} \|m_{ij}\|_{i,j=1}^4$$

(2.13)

$$\begin{aligned} \text{Det} \|m_{ij}\|_{i,j=1}^4 &= K_2^2(\eta_m^2, x_1, x_2)(1 + \exp(2z_1 + 2z_2)) + \\ &8m_{11}m_{22}m_{12}m_{21} \exp(z_1 + z_2) - (m_{11}m_{22} + m_{12}m_{21})^2 (\exp(2z_1) + \exp(2z_2)) - \\ &4m_{11}m_{22}(m_{11}m_{22} + m_{12}m_{21})(\exp(z_2) - \exp(z_1))[z_1 z_2] - 4m_{11}^2 m_{21}^2 [z_1, z_2]^2, \\ &x_j = \chi_1 / m, \eta_m = \eta / m, [z_1, z_2] = kml(\exp(z_2) - \exp(z_1)) / (z_2 - z_1) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K_2(\eta_m^2, x_1, x_2) &= \delta_1 x_1^2 x_2^2 + \delta_2 x_1 x_2 + \delta_3 (x_1^2 + x_2^2) + \delta_4 \\ \delta_1 &= \frac{B_{11}B_{22} - B_{12}^2}{B_{11}^2} \left(\frac{B_{11}B_{22} - B_{12}^2}{B_{11}B_{66}} - \frac{B_{12}}{B_{11}} \eta_m^2 \right), \quad z_j = kmx_j l \\ \delta_2 &= -\eta_m^2 \left(\frac{B_{22}(B_{11}B_{22} - B_{12}^2)}{B_{11}^3} + \frac{B_{12}(B_{11}B_{22} - B_{12}^2 - B_{22}B_{66} - B_{12}B_{66})}{B_{11}^3} \eta_m^2 \right) \quad (2.16) \\ \delta_3 &= \frac{B_{12}(B_{11}B_{22} - B_{12}^2)}{B_{11}^3} \eta_m^2 (1 - \eta_m^2), \quad \delta_4 = \frac{B_{12}B_{66}(B_{12} + B_{66})}{B_{11}^3} \eta_m^4 (1 - \eta_m^2) \\ m_{11} &= \left(\frac{B_{11}B_{22} - B_{12}^2}{B_{11}^2} - \frac{B_{12}B_{66}}{B_{11}^2} \eta_m^2 \right) x_1^2 + \frac{B_{12}B_{66}}{B_{11}^2} \eta_m^2 (1 - \eta_m^2) \\ m_{12} &= \left(\frac{B_{11}B_{22} - B_{12}^2}{B_{11}^2} - \frac{B_{12}B_{66}}{B_{11}^2} \eta_m^2 \right) (x_1 + x_2) \\ m_{21} &= \frac{B_{11}B_{22} - B_{12}^2}{B_{11}^2} x_1^3 + \frac{B_{12} + B_{22}}{B_{11}} \eta_m^2 x_1 \\ m_{22} &= \frac{B_{11}B_{22} - B_{12}^2}{B_{11}^2} (x_1^2 + x_1 x_2 + x_2^2) + \frac{B_{12} + B_{22}}{B_{11}} \eta_m^2 \end{aligned}$$

Уравнения (2.12) эквивалентны уравнениям

$$\text{Det} \|m_{ij}\|_{ij}^4 = 0, \quad m = \overline{1, +\infty} \quad (2.15)$$

Таким образом, доказано следующее утверждение: если $R^{-2}(\beta)$ можно представить в виде (1) и $\lambda \notin [0, \lambda_0] \cup \Omega_\gamma$, то уравнения (2.15) являются дисперсионными уравнениями оператора $L_0^{(cc)}$, где $\chi_1 = m\chi_1, \chi_n = m\chi_2$ - различные корни уравнения (2.8) с неположительными действительными частями. Заметим, что если $\chi_1 = m\chi_1$, и $\chi_2 = m\chi_1$ имеют отрицательные действительные части, то при $ml \rightarrow \infty$ уравнения (2.15) преобразуются в уравнения

$$k_2(\eta_1^2, x_1, x_2) = \delta_1 x_1^2 x_n^2 + \delta_2 x_1 x_n + \delta_3 (x_1^2 + x_2^2) + \delta_4 = 0, \quad m = \overline{1, +\infty} \quad (2.16)$$

Уравнения (2.16) являются дисперсионными уравнениями для полубесконечной ортотропной безмоментной незамкнутой цилиндрической оболочки с произвольной плоской направляющей со свободным торцом, когда граничные образующие жестко защемлены (ср.[16]). В общем случае решение уравнения (2.8) представляет сложную задачу. Поэтому, для установления асимптотических формул, рассмотрим следующие частные случаи.

3. Частные случаи: *Случай а):* $R^{-2}(\beta) \equiv 0$ ($r_m = 0, m = \overline{0, +\infty}$), т.е.

имеем ортотропную пластину со свободными торцами и жестко зашечленными сторонами. В этом случае система (1.1) принимает вид

$$\begin{aligned} -B_{11} \frac{\partial^2 u_1}{\partial \alpha^2} - B_{66} \frac{\partial^2 u_1}{\partial \beta^2} - (B_{12} + B_{66}) \frac{\partial^2 u_1}{\partial \alpha \partial \beta} &= \lambda u_2 \\ -(B_{11} + B_{66}) \frac{\partial^2 u_1}{\partial \alpha \partial \beta} - B_{66} \frac{\partial^2 u_2}{\partial \alpha^2} - B_{22} \frac{\partial^2 u_2}{\partial \beta^2} &= \lambda u_2 \end{aligned} \quad (3.1)$$

который моделирует малые планарные колебания пластин.

Граничные условия (1.2)-(1.3) преобразуются к виду

$$\left. \frac{\partial u}{\partial \alpha} + \frac{B_{12}}{B_{11}} \frac{\partial u_2}{\partial \beta} \right|_{\alpha=0,e} = 0, \left. \frac{\partial u_1}{\partial \beta} + \frac{\partial u_2}{\partial \alpha} \right|_{\alpha=0,e} = 0$$

(3.1)

$$u_1|_{\beta=0,s} = u_2|_{\beta=0,s} = 0$$

(3.3)

Задаче (3.1)-(3.3) соответствует самосопряженный и неотрицательно определенный оператор, который имеет неотрицательный дискретный спектр с предельной точкой на $+\infty$. Поэтому, для решения задач (3.1)-(3.3) применены обобщенный метод Канторовоза-Власова. Решение системы (3.1) удовлетворяющей условиям (3.3), ищем в виде

$$u_1 = u_m \sin km\beta \exp(km\alpha), u_2 = v_m (1 - \cos km\beta) \exp(km\alpha) \quad m = \overline{1, +\infty}$$

(3.4)

где $k = 2\pi/s$, s - ширина пластинки, а u_m, v_m и Y неизвестные параметры.

Подставляя (3.4) в систему уравнений (3.1) и полученное первое уравнение умножая на $\sin km\beta$, а второе на $\cos km\beta$ и интегрируя от 0 до s , получим систему уравнений

$$\begin{cases} (B_{11}Y^2 + B_{66}(1 - \eta_m^2))u_m + (B_{12} + B_{66})Ymv_m = 0 \\ -(B_{12} + B_{66})Ymu_m + (B_{66}Y^2 - B_{22} + B_{66}\eta_m^2)v_m = 0 \end{cases}$$

(3.5)

где $\eta_m^2 = \lambda/(B_{66}k^2m^2)$, $m = \overline{1, +\infty}$. Приравнявая определитель системы (3.5) к нулю, получим характеристические уравнения

$$Y^4 - \left(\frac{B_{11}B_{22} - B_{12}^2 - 2B_{12}B_{66}}{B_{11}B_{66}} - \frac{B_{11} + B_{66}}{B_{11}} \eta_m^2 \right) Y^2 + (1 - \eta_m^2) \left(\frac{B_{22}}{B_{11}} - \frac{B_{66}}{B_{11}} \eta_m^2 \right) = 0, \quad m = \overline{1, +\infty}$$

(3.6)

Пусть y_1, y_2 являются различными корнями уравнения (3.6) с неположительными действительными частями. Тогда $y_3 = -y_1$ и $y_4 = -y_2$ также различные корни уравнения (3.6). Решение задачи (3.1)-(3.3) ищем в виде

$$u_1 = \sin km\beta \sum_{j=1}^4 u_m^{(j)} W_j \exp(kmy_j \alpha)$$

$$u_2 = (1 - \cos km\beta) \sum_{j=1}^4 v_m^{(j)} W_j \exp(kmy_j \alpha)$$

(3.7)

$$u_m^{(j)} = -\frac{B_{12} + B_{66}}{B_{11}} y_j, \quad v_m^{(j)} = y_j^2 + \frac{B_{66}}{B_{11}} (1 - \eta_m^2)$$

(3.8)

Подставим (3.7) в граничные условия (3.2). Первые и вторые из полученных уравнений умножаем на $\sin km\beta$ и $\cos km\beta$ соответственно. Интегрируя все полученные уравнения в пределах от 0 до s , получаем совокупность систем уравнений

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^4 P_{1j}^{(m)} W_j &= 0, & \sum_{j=1}^4 P_{2j}^{(m)} W_j &= 0 \\ \sum_{j=1}^4 P_{1j}^{(m)} \exp(z_j) W_j &= 0, & \sum_{j=1}^4 P_{2j}^{(m)} \exp(z_j) W_j &= 0 \end{aligned} \quad m = \overline{1, +\infty}$$

(3.9)

$$P_{1j}^{(m)} = y_j^2 + \frac{B_{12}}{B_{11}} (1 - \eta_m^2), \quad P_{2j}^{(m)} = y_j \left(y_j^2 + \frac{B_{12}}{B_{11}} + \frac{B_{66}}{B_{11}} \eta_m^2 \right), \quad z_j = kmy_j l$$

(3.10)

Чтобы совокупность систем (3.9) имела нетривиальное решение необходимо и достаточно, чтобы совокупность уравнений имела η_m решение

$$\Delta_m = \exp(-z_1 - z_2) (y_2 - y_1)^2 P(\eta_m^2, y_1, y_2) = 0, \quad m = \overline{1, +\infty}$$

$$P(\eta_m^2, y_1, y_2) = -\left(\frac{B_{12} + B_{66}}{B_{11}} \right)^2 K_2^2(\eta_m, y_1, y_2) (1 + \exp(2z_1 + 2z_2)) -$$

$$8m_{11}m_{12}m_{21}m_{22} \exp(z_1 + z_2) + 4m_{11}m_{21}(m_{11}m_{22} + m_{12}m_{21})[z_1 z_2] (\exp(z_2) - \exp(z_1)) + (m_{11}m_{22} + m_{12}m_{21})^2 (\exp(2z_1) + \exp(2z_2)) + 4m_{11}^2 m_{21}^2 [z_1 z_2]^2,$$

(3.12)

$$K_2(\eta_m, y_1, y_2) = (1 - \eta_m^2) \left(\frac{B_{11}B_{22} - B_{12}^2}{B_{11}B_{66}} - \eta_m^2 \right) - \eta_m^2 y_1 y_2,$$

$$m_{11} = y_1^2 + \frac{B_{12}}{B_{11}}(1 - \eta_m^2); \quad m_{12} = y_1 + y_2,$$

$$m_{21} = y_1 \left(y_1^2 + \frac{B_{12}}{B_{11}} + \frac{B_{66}}{B_{11}} \eta_m^2 \right), \quad m_{22} = \frac{B_{11}B_{22} - B_{12}^2 - B_{12}B_{66}}{B_{11}B_{66}} - \eta_m^2 + y_1 y_2;$$

$$[z_1 z_2] = klm(\exp(z_2) - \exp(z_1))/(z_2 - z_1)$$

Уравнение (3.11) эквивалентно уравнению

$$P(\eta_m^2, y_1, y_2) = 0 \quad m = \overline{1, +\infty}$$

(3.13)

Уравнения (3.13) являются дисперсионными уравнениями задачи (3.1)-(3.3). Если y_1 и y_2 имеют отрицательные действительные части, то при $l \rightarrow \infty$ уравнения (3.13) преобразуются в уравнения

$$K_2(\eta_m, y_1 y_2) = (1 - \eta_m^2) \left(\frac{B_{11}B_{22} - B_{12}^2}{B_{11}B_{66}} - \eta_m^2 \right) - \eta_m^2 y_1 y_2 = 0 \quad m = \overline{1, +\infty}$$

(3.14)

Уравнения (3.14) являются дисперсионными уравнениями для полубесконечной пластинки - полосы со свободным торцом, когда остальные края жестко зашлемлены.

Случай б): $R^{-2} = k^2 r_0 / 2 (r_m = 0, m = \overline{1, +\infty})$ т. е. имеем безмоментную круговую ортотропную цилиндрическую оболочку открытого профиля со свободными торцами, когда граничные образующие жестко зашлемлены. В этом случае система (2.5) принимает вид

$$\left(r_0 A_m - 2 \frac{B_{66}}{B_{22}} \eta^2 \right) W_m = 0, \quad m = \overline{1, +\infty}$$

(3.15) Следовательно, уравнение (2.8) распадается на совокупность уравнений

$$r_{mm} = r_0 P_m - 2 \frac{B_{66}}{B_{22}} \eta^2 C_m = 0, \quad m = \overline{1, +\infty}$$

(3.16)

или уравнений

$$\left(\eta^2 - \frac{B_{11}B_{22} - B_{12}^2}{B_{11}B_{66}} \frac{r_0}{2} \right) \chi^4 - \eta^2 \left(\frac{B_{11}B_{22} - B_{12}^2 - 2B_{12}B_{66}}{B_{11}B_{66}} m^2 - \frac{B_{11} + B_{66}}{B_{11}} \eta^2 + \right. \\ \left. \frac{B_{11}B_{12} - B_{12}^2 + B_{66}B_{22}}{B_{11}B_{66}} \frac{r_0}{2} \right) \chi^2 + \eta^2 (m^2 - \eta^2) \left(\frac{B_{22}}{B_{11}} m^2 - \frac{B_{66}}{B_{11}} \eta^2 + \frac{B_{22}}{B_{11}} \frac{r_0}{2} \right) = 0, \quad m = 1, +\infty$$

(3.17)

В этом случае для нахождения безразмерной характеристики собственных частот η/m используются уравнения (2.15), в которых $\chi_1 = \chi/m$, $\chi_2 = \chi_2/m$, а χ_1 и χ_2 являются корнями уравнения (3.17) с неположительными действительными частями.

Обозначим через $y = \chi/m$ в уравнениях (3.17) и перейдем к пределу $r_0/m^2 \rightarrow 0$. Тогда уравнения (3.17) преобразуются к характеристические уравнения (3.6) моделирующие планарные колебания прямоугольной пластины со свободными торцами и жестко защемленными сторонами. Тогда, в этом случае, для дисперсионных уравнений (2.15) справедливы следующие асимптотические формулы

$$\text{Det} \|m_{ij}\|_{ij=1}^4 = \left(\frac{B_{11}}{B_{12} + B_{66}} \right)^2 N_1^2(\eta_m) P(\eta_m^2, y_1, y_2) + O(\varepsilon/m^2) = 0, \quad m = 1, +\infty$$

(3.18) где $P(\eta_m^2, y_1, y_2)$ определяются по формуле (3.12),

$$N_1(\eta_m) = \frac{B_{22}(B_{11}B_{22} - B_{12}^2)}{B_{11}^3} + \frac{B_{12}(B_{11}B_{12} - B_{12}^2 - B_{12}B_{66} - B_{22}B_{66})}{B_{11}^3} \eta_m^2$$

(3.19)

Из (3.18) следует, что при $r_0/m^2 \rightarrow 0$ уравнения (2.15) преобразуются в уравнения (3.13). Пусть y_1 и y_2 корни уравнения (3.3) с отрицательными действительными частями. Учитывая выражения для $P(\eta_m^2, y_1, y_2)$ из (3.12), заключаем, что при $ml \rightarrow \infty$ уравнение (3.18) можно написать в виде

$$\text{Det} \|m_{ij}\|_{ij=1}^4 = -N_1^2(\eta_m) K_2^2(\eta_m, y_1, y_2) + \sum_{j=1}^2 O(\exp(z_j)) + O(r_0/2m^2) = 0$$

(3.20)

Из (3.20) следует, что при $ml \rightarrow \infty$, $r_0/m^2 \rightarrow 0$, η_m - корни уравнения (2.15) стремятся к корням уравнения (3.14).

Случай в: $R^{-2} = k^2(r_0/2 + r_1 \cos k\beta)$, т. е. имеем некруговую цилиндрическую оболочку открытого профиля со свободными торцами и жестко защемленными граничными образующими. В этом случае система уравнений (2.5) принимает вид

$$r_1 P_{m-1} \omega_{m-1} + r_{mm} \omega_m + r_1 P_{m+1} \omega_{m+1} = 0 \quad m=1, +\infty \quad (3.21)$$

$$\omega_m = w_m / c_m, \quad r_{mm} = r_0 p_m - 2B_{66} \eta^2 c_m / B_{22} \quad (3.22)$$

Так как определитель системы (3.21) относится к нормальному типу, то для нахождения ненулевого решения приравняем ее нулю

$$D(\chi^2, \eta^2, B_{11}, B_{12}, B_{22}, B_{21}, B_{66}, r_0, r_1) = 0 \quad (3.23)$$

Решение χ^2 уравнения (3.23) находится аналогичным образом как в [11-15]. Для этого, возьмем усеченный определитель из D при конечном n и приравняем нулю

$$D_n((\chi^2)^2, \eta^2, B_{11}, B_{22}, B_{12}, B_{21}, B_{66}, r_0, r_1) = 0 \quad (3.24)$$

Найдем решение χ_n алгебраического уравнения (3.24). Точное решение уравнения (3.23) следует из χ_n при $n \rightarrow \infty$. Раскрывая определитель D_m по элементам последнего столбца или строки, получаем следующую рекуррентную последовательность:

$$\begin{aligned} D_1 &= r_{11}, \quad D_2 = r_{22} D_1 - r_1^2 P_1 P_2 \\ D_m &= r_{mm} D_{m-1} - r_1^2 P_{m-1} P_m D_{m-2}, \quad m = \overline{3, +\infty} \end{aligned} \quad (3.25)$$

Справедливо следующее утверждение: при фиксированном $m \geq 2$ и $\lambda \notin [0, \lambda_0]$ уравнение (3.23) имеет формальные решения вида

$$(\chi_j)^2 = (\chi_j^{(m)})^2 + \alpha_j^{(m)} r_1^2 + \beta_j^{(m)} r_1^4 + \dots, \quad j=1,2 \quad (3.26)$$

где $\chi_j^{(m)} (j=1,2)$ корни уравнения $r_{mm} = 0$ (т.е. уравнения (3.17) с неположительными действительными частями) и

$$\alpha_j^{(m)} = \frac{P_m(P_{m-1}r_{m+1m+1} + P_{m+1}r_{m-1m-1})}{r_{m-1m-1}r_{m+1m+1}r'_{mm}} \Big|_{\chi=\chi_j^{(m)}}, \quad j=1,2$$

(3.27)

где r'_{mm} -производная по χ^2 .

Действительно, легко проверить, что уравнение $r_{mm} = 0$ при фиксированном m имеет два положительных или комплексно сопряженных $(\chi_j^{(m)})^2$, $j=1,2$ корни. Тогда корни χ^2 уравнения

$$D_m = r_{m+1m+1}D_m - r_1^2 P_m P_{m+1} D_{m-1} = (r_{m+1m+1}r_{mm} - r_1^2 P_m P_{m+1})D_{m-1} - r_1^2 P_{m-1} P_m r_{m+1m+1} D_{m-2} = 0$$

(3.28)

ищем в виде

$$\chi_{jm}^2 = (\chi_j^{(m)})^2 + \alpha_j^{(m)} r_1^2 + \beta_j^{(m)} r_1^4 + \dots \quad j=1,2, m = \overline{2, +\infty}$$

(3.29)

Поставляя (3.29) в (3.28) и приравнивая коэффициенты при r_1^2 нулю, получим

$$(r_{m+1m+1}r'_{mm}\alpha_j^{(m)} - P_{m+1}P_m)D_{m-1} - r_{m+1m+1}P_m P_{m-1}D_{m-2} \Big|_{r_1=0} = 0$$

(3.30) Учитывая, что $D_{m-1} \Big|_{r_1=0} = r_{m-1m-1}, D_{m-2} \Big|_{r_1=0} = 0$

получим формулы (3.27).

Докажем, что если использовать определители более высокого порядка чем $m+1$ и искать нули этого определителя в виде (3.29), то коэффициенты при r_1^2 не изменятся. Действительно, так как $D_m \Big|_{\chi=\chi_j^{(m)}} = O(r_1^2)$, $D_{m+1} \Big|_{\chi=\chi_j^{(m)}} = O(r_1^4)$ и $D_{m+2} = r_{m+2m+2}D_{m+1} - r_1^2 P_{m+1} P_{m+2} D_m^{(2)}$, то $D_{m+2} \Big|_{\chi=\chi_j^{(m)}} = O(r_1^4)$. Методом математической индукции убеждаемся, что $D_n \Big|_{\chi=\chi_j^{(m)}} = O(r_1^4)$ при $n \geq m+1$. Следовательно $\alpha_j^{(m)} (j=1,2)$ не изменяются при $n \rightarrow \infty$, т.е. доказаны представления (3.26) с гарантированными значениями первых двух слагаемых. Таким образом, в этом случае для дахождения коэффициентов затухания χ_j / m ($j=1,2$) можно использовать приближенные формулы

$$\chi_j / m = -((\chi_j^{(m)} / m))^2 + \alpha_j^{(m)} r_1^2 / m^2)^{1/2}, \quad j=1,2,$$

(3.31)

а для нахождения соответствующих характеристик собственных частот η/m уравнение (2.15).

4. Численные исследования. В таблицах 1,2, используя дисперсионные уравнения (2.15), (3.13) приведены безразмерные характеристики собственных значений η/m и характеристики коэффициентов затухания соответствующих форм в зависимости от m , a , b для цилиндрических оболочек с длинами $l=15$, $l=5$ образующей и направляющими

$$y = ba^{-2}(a^2 - x^2), \quad |x| \leq a, \quad a = 2, \quad b = 0.5; \quad a = 2, \quad b = 1$$

(4.1)

изготовленных из ортотропного материала с параметрами [33]:

$$\text{Стеклопластик: } \rho = 2,4 \cdot 10^3 \text{ Кг/М}^3, \quad E_1 = 6,37 \cdot 10^{10} \text{ Н/М}^2,$$

$$E_2 = 1,47 \cdot 10^{10} \text{ Н/М}^2; \quad G = 4,9 \cdot 10^9 \text{ Н/М}^2, \quad \nu_1 = 0,26; \quad \nu_2 = 0,06$$

(4.2)

В таблице 1 представлены результаты для вариантов 1,2,3 соответственно при $R^{-2} = 0$, $R^{-2} = k^2 r_0 / 2$, $R^{-2} = k^2 (r_0 / 2 + r_1 \cos k\beta)$ примененные к цилиндрическим оболочкам изготовленных из стеклопластика с механическими параметрами (4.2) и геометрическими параметрами (4.1): $a = 2$, $b = 0,5$, $s = 4,16092$, $r_0 = 0,05072$, $r_1 = 0,02351$, при $l = 15$, $l = 5$. Результаты представленные в таблице 2. соответствуют оболочкам с параметрами (4.2) и (4.1): $a = 2$, $b = 1$, $s = 4,59117$, $r_0 = 0,205$, $r_1 = 0,30625$, при $l = 15$, $l = 5$. Отметим, что в вариантах 1 предполагается $s = 4$.

В качестве коэффициентов затухания, приведены значения следующих величин

$$k\chi_0 / m = \max\{k \operatorname{Re} \chi_1 / m, k \operatorname{Re} \chi_2 / m\}$$

(4.3)

Заключение: Рассмотрены ортотропные безмоментные цилиндрические оболочки с произвольными гладкими направляющими. Предполагается, что торцы оболочки свободны от напряжений, а

граничные образующие жестко заземлены. Показано, что в таких оболочках, квадрат кривизны которых можно представить в виде (1), могут существовать собственные колебания затухающих от свободных краев вдоль ее образующих. Частоты собственных колебаний таких ортотропных цилиндрических оболочек определяются совокупностью уравнений (2.15). Для круговой цилиндрической оболочки коэффициенты затухания определяются

Таблица

1

l	m	Вариант 1		Вариант 2		Вариант 3	
		$k\chi_0 / m$	η / m	$k\chi_0 / m$	η / m	$k\chi_0 / m$	η / m
15	1	-0.1202	0.96516	-0.1131	0.96642		
	2	-0.0966	0.97767	-0.0928	0.97770	-0.0927	0.97770
		-0.0653	0.98989	-0.0571	0.99162	-0.0571	0.99162
	3	-0.0896	0.98082	-0.0862	0.98081	-0.0862	0.98081
		-0.0824	0.98379	-0.0779	0.98434	-0.7792	0.98434
	4	-0.0875	0.98175	-0.0840	0.98178	-0.0840	0.98178
		-0.0855	0.98254	-0.0817	0.98277	-0.0817	0.98277
	5	-0.0868	0.98203	-0.0833	0.98207	-0.0833	0.98207
		-0.0863	0.98223	-0.0827	0.98234	-0.0827	0.98235
	6	-0.0866	0.98210	-0.0831	0.98218	-0.0831	0.98215
		-0.0864	0.98220	-0.0828	0.98230	-0.0829	0.82230
	7	-0.0866	0.98213	-0.0831	0.98216	-0.0831	0.98216
		-0.0866	0.98214	-0.0831	0.98219	-0.0830	0.98219
	10	-0.8660	0.98213	-0.0832	0.98215	-0.0832	0.98215
		-0.0866	0.98213	-0.0832	0.98215	-0.0832	0.98215
	100	-0.0866	0.98213	-0.0832	0.98213	-0.0832	0.98215
				-0.0831	0.98213	-0.0832	0.98215
	3	-0.1202	0.96516	-0.1169	0.96434	-0.1169	0.96434
	4	-0.1085	0.97170	-0.1055	0.97106	-0.1055	0.97106
	5	-0.1013	0.97540	-0.0984	0.97491	-0.9839	0.97490
		-0.0408	0.99605	-0.0284	0.99793	-0.0284	0.99794

5	6	-0.0965 0.97769 -0.0653 0.98988	-0.0936 0.97730 -0.0590 0.99104	-0.0936 0.97730 -0.0590 0.99104
	7	-0.0933 0.97918 -0.0749 0.98665	-0.0904 0.97887 -0.0700 0.98740	-0.0940 0.97887 -0.0700 0.98740
	10	-0.0886 0.98126 -0.0840 0.98317	-0.0855 0.98112 -0.0803 0.98340	-0.0855 0.98113 -0.0803 0.98340
	100	-0.0866 0.98213 -0.0832 0.98213	-0.0832 0.98213 -0.0832 0.98213	-0.0832 0.98213 -0.0831 0.98213

Таблица 2

l	m	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
		$k\chi_0 / m$ η / m	$k\chi_0 / m$ η / m	$k\chi_0 / m$ η / m
15	1	-0.1202 0.96516	-0.1087 0.96230	
	2	-0.0965 0.97769 -0.0653 0.98988	-0.0835 0.97784 -0.0309 0.99698	-0.0824 0.97788 -0.0260 0.99783
	3	-0.0896 0.98082 -0.0825 0.98379	-0.0779 0.98081 -0.0665 0.98607	-0.0776 0.98110 -0.0661 0.98637
	4	-0.0875 0.98175 -0.0855 0.98254	-0.0759 0.98186 -0.0724 0.98349	-0.0757 0.98201 -0.0722 0.98365
	5	-0.0868 0.98203 -0.0863 0.98223	-0.0752 0.98219 -0.0739 0.98280	-0.0751 0.98228 -0.0738 0.98290
	6	-0.0866 0.98210 -0.0864 0.98220	-0.0750 0.98227 -0.0746 0.98250	-0.0749 0.98234 -0.0746 0.98249
	7	-0.0866 0.98213 -0.0866 0.98214	-0.0750 0.98223 -0.0748 0.98240	-0.0750 0.98231 -0.0749 0.98360
	10	-0.0866 0.98213 -0.0866 0.98213	-0.0753 0.98220 -0.0752 0.98220	-0.0752 0.98223 -0.0752 0.98223
	100	-0.0866 0.98213	-0.0754 0.98213	-0.0754 0.98213
	3	-0.1202 0.96516	-0.1087 0.96230	-0.1083 0.96278
	4	-0.1085 0.97170	-0.0983 0.96938	-0.0980 0.96957
	5	-0.1013 0.97540 -0.0408 0.99605	-0.0914 0.97355	-0.0913 0.97366

5	6	-0.0965 0.97767 -0.0052 0.98988	-0.0867 0.97623 -0.0417 0.99456	-0.0867 0.97623 -0.0414 0.99468
	7	-0.0933 0.97917 -0.0749 0.98665	-0.0835 0.97802 -0.0574 0.98960	-0.0834 0.97807 -0.0572 0.98974
	10	-0.0886 0.98126 -0.0840 0.98317	-0.0753 0.98220 -0.0752 0.98220	-0.0782 0.98074 -0.0710 0.98415
	100	-0.0866 0.98213	-0.0754 0.98213	-0.0755 0.98210

из уравнения (3.17), а для пластинки (3.6).

При некруговой цилиндрической оболочке для коэффициентов затухания можно использовать приближенные формулы (3.31). Для нахождения собственных частот и коэффициентов затухания аналогичных задач для прямоугольной пластинки можно отдельно использовать формулы (3.13) и (3.6) соответственно.

Численный анализ показывает, что при больших m или при малой кривизне все характеристики колебаний цилиндрической оболочки стремятся к характеристикам планарных колебаний прямоугольной пластинки со свободными торцами и жестко заземленными сторонами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Pietraszkiewicz W.Szymczak (z.Eds) Shell Structures, Theory and Applications-Proceedings of the 8th International Conference on Shell Structure (SSTA , 2005).
2. Абрамов А.А. О переносе граничных условий для систем линейных обыкновенных дифференциальных уравнений (вариант метода прогонки) // Журн. Выч. Мат. и мат. физика-1961. 1, N3. С. 542-545
3. Григоренко Я.М., Беспалова Е.И., Китайгородский А.Б., Шинкарь А.И., Свободные колебания элементов оболочечных конструкций, К: Наук, думка, 1986, 170с.

4. Гулгазарян Г.Р., Формула распределения частот цилиндрической оболочки с произвольной направляющей //Изв. АН СССР. Механика твердого тела, 1979, N2, С. 161-163
5. Костромин Л.В., Мяченков В.И., Колебания незамкнутых цилиндрических оболочек переменной кривизны //Прикл. Мех., 1972, 8, N 8. с. 113-116.
6. Аслабян А.Г., Лидский В.Б., Распределение собственных частот тонких упругих оболочек, М.: Наука, 1974, 156с.
7. Михасев Г.И., Товстик П.Е., Локализованные колебания и волны в тонких оболочках. Асимптотические методы. М.: Физматлит., 2009, 290с.
8. Grigorenko Ya. M., Yaremchenko S.N., Influence of Variable Thickness on Displacements and Stresses in Non-thin Cylindrical Orthotropic Shells with Elliptic Cross-Section //int. Appl. Mech., 2004, 40, N8, p.900-907.
9. Semenyuk N.P., Babich I. Yu., Zhukova N.B Natural Vibrations of Corrugated Cylindrical Shells //int. Appl. Mech. , 2005, 41, N5, p.512-519.
10. Багдасарян Р.А., Белубекян М.В., Казарян К.Б., Волны типа Рэлея в полубесконечной замкнутой цилиндрической оболочке //Волновые задачи механики. Нижний Новгород, 1992, с. 87-93.
11. Гулгазарян Г.Р., Гулгазарян Л.Г., Колебания, локализованные у свободного края полубесконечной безмоментной цилиндрической оболочки. //Акуст. вісник АН України. 1999, 2, N 4, с.42-48.
12. Гулгазарян Г.Р., Гулгазарян Л.Г., Волны типа Рэлея в полубесконечной гофрированной цилиндрической оболочке //Изв. РАН механика твердого тела, 2001, N3, с.151-158.
13. Гулгазарян Г.Р., Гулгазарян Л.Г., Колебания в консольной ортотропной гофрированной незамкнутой цилиндрической оболочке// Математика в высшей школе. Ереван: Изд-во Ер. Гос. Полит. Универс., 2004, вып. 3(9), с.46-66.
14. Гулгазарян Г.Р., Колебания безмоментной консольной ортотропной цилиндрической оболочки переменной кривизны. //Изв.

РАН МТТ, 2007, N1, с. 84-99.

15. Гулгазарян Г.Р., Хачанян А.А., Колебания безмоментной незамкнутой ортотропной упругой цилиндрической оболочки переменной кривизны со свободным торцом и тремя жестко защемленными краями. //Изв. НАН Армении, Механика, 2011, т. 64, N 1, с. 37-49.

16. Гулгазарян Г.Р., Колебания безмоментной незамкнутой ортотропной цилиндрической оболочки переменной кривизны со свободными краями.//Проблемы динамики взаимодействия деформируемых сред.// Ереван, 2005, Изд. "Гитутюн" НАН РА, с. 173-179.

17. Гулгазарян Г.Р., Срапионян, Дж.Л., Колебания тонкой упругой ортотропной круговой незамкнутой цилиндрической оболочки со свободными торцами и жестко защемленными граничными образующими. //Актуальные проблемы Механики сплошной среды. 2010, Т. 1, с. 219-223.

18. Власов В.З., Новый практический метод расчета складчатых покрытий и оболочек. //Строительная промышленность. 1932, N 11, с.33-38, N 12, с. 21-26.

19. Канторович Л.В., Один прямой метод приближенного решения задачи о минимуме двойного интеграла. // Изв. АН СССР, Отд. мат. и ест. н., 1933, N5, с. 647-653.

20. Прокопов В.Г., Беспалова Е.И., Шеренковский Ю.В., Метод сведения к обыкновенным дифференциальным уравнениям, Л.В. Канторовича и общий метод решения многомерных задач теплопереноса. //Инж. физ. журн., 1982, 44, N 11, с. 1007-1013.

21. Беспалова Е.И., К решению стационарных задач теории пологих оболочек обобщенным методом Канторовича-Власова. //Прикл. Мех., 2008, 44, N11, с. 99-111.

22. Беспалова Е.И., Решение задач теории упругости методами полных систем. //Ж. вычислительной математики и математической физики. 1989, 29, N9, с. 1346-1353.

23. Амбарцумян С.А., Общая теория анизотропных оболочек. М.: Наука, 1974, 446 с.

24. Рисс Ф., Секефальви-Надь Б., Лекции по функциональному анализу. М.: Изд., "Мир", 1979, 587с.
25. Гулгазарян Г.Р., Лидский В.Б., Эскин Г.И., Спектр безмоментной системы в случае тонкой оболочки произвольного очертания. //Сибирский математический журнал, 1973, т.4, N5, с. 978-986.
26. Гельденвейзер А.Л., Лидский В.Б., Товстик П.Е., Свободные колебания тонких упругих оболочек. М.: Наука, 1979, 383с.
27. Солонников В.А., Об общих краевых задачах для систем, эллиптических в смысле А. Дуглиса, Л. Ниренберга//Изв. АН СССР, математика, 1964, Т.28, с.665-706. Труды матем. ин-та АН СССР, 1970, т. 110, N6, с.233-297.
28. S.Agman, A.Douglis, L.Nirenberg, Estimates near the boundary for solutions of elliptic partial differential equations satisfying general boundary conditions II. Comm.Pure., Appl. Math., 1964, V.17, N1.
29. Солонников В.А., О матрицах Грина для эллиптических кривых задач I. //Труды МИАН, 110(1970), с.107-194.
30. Товмасын Н.Е., Задача Дирихле для эллиптических систем дифференциальных уравнений второго порядка. Докл. АН СССР, 1964, 159 , с. 995-997.
31. Михлин С.Г., Вариационные методы в математической физике. М., Наука, 1970, 510с.
32. Конторович Л.В., Крылов В.И., Приближенные методы высшего анализа. М.-Л: Гостехизд., 1952, 656 с.
33. Гулгазарян Г.Р., Лидский В.Б., Плотность частот свободных колебаний тонкой анизотропной оболочки, составленной из анизотропных слоев. // Изв. АН СССР, МТТ, 1982, N3, с. 171-174.

ԱՄՓՈՓՈՒՄ
ԿԱՄԱՅԱԿԱՆ ՈՒՂՂՈՐԴ ԿՈՐՈՎ ԲԱՑ ԱՆՄՈՄԵՆՏ
ՕՐԹՈՏՐՈՊ ԳԼԱՆԱՅԻՆ ԹԱՂԱՆԹԻ ՍԵՓԱԿԱՆ
ՏԱՏԱՆՈՒՄՆԵՐԸ, ԵՐԲ ԾԱՅՐԵՐԸ ԱԶԱՏ ԵՆ,
ԻՍԿ ԵԶՐԱՅԻՆ ԾՆԻՉՆԵՐԸ ԿՈՇՏ ԱՄՐԱԿՑՎԱԾ
Ջ. Լ. ՄՐԱՊԻՈՆՅԱՆ

Հետազոտվել է կամայական ուղղորդ կորով բաց անմոմենտ օրթոտրոպ գլանային թաղանթի սեփական տատանումները, երբ ծայրերը ազատ են, իսկ եզրային ծնիչները կոշտ ամրակցված:

SUMMARY
THE VIBRATIONS OF UNMOMENT ORTHOTROPIC
CYLINDRICAL SHELL WITH VARIABLE CURVATURE, WITH
FREE ENDS AND RIGID-CLAMPED BOUNDARY GENERATORS
J. L. SRAPIONYAN

The free edge vibrations of orthotropic unmoment non-closed cylindrical shell with variable curvature, with free ends and rigid-clamped boundary generators studied.

УДК 537.8:678.7

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЛАКСАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В
ПОЛИЭТИЛЕНАХ ВЫСОКОГО И НИЗКОГО ДАВЛЕНИЙ

С. С. САРКИСЯН

Армянский государственный педагогический университет им. Х.Абовяна,
Армения, 0010, Ереван, пр.Тигран Меци 17
e-mail: sargsyan_susan@yahoo.com

Поступила в редакцию 19 октября 2013г.

Методом диэлектрической спектроскопии исследованы релаксационные процессы в полиэтиленах высокого(ПЭВД) и низкого(ПЭНД) давлений в широком температурном ($123\div 423\text{K}$) и частотном ($10^2 \div 10^5$ Гц) интервалах. Из полученных температурно-частотных зависимостей диэлектрических потерь ($\text{tg}\delta$) и проницаемостей (ϵ'), были выявлены области релаксации в ПЭВД при температурах 171; 238; 303 и 359,5K ($f=1\text{кГц}$), а в ПЭНД – 183; 282 и 358K ($f=5\text{кГц}$). Были рассчитаны энергии активации наблюдаемых релаксационных процессов, а также установлены зависимости обнаруженных релаксационных областей от молекулярных структур исследованных полиэтиленов.

Ключевые слова: полиэтилен высокого давления, полиэтилен низкого давления, диэлектрическая релаксация, энергия активации

Исследование полимеров методом диэлектрической спектроскопии играет важную роль для определения их физических и эксплуатационных свойств. Эта проблема, связанная с оценкой температурных областей практического применения полимерных материалов, привлекает заслуженное внимание исследователей. Поэтому исследование температурно-частотных зависимостей диэлектрических потерь ($\text{tg}\delta$) и проницаемостей (ϵ') полимеров

представляет определенный научный интерес. Значения и параметры, характеризующие их зависимость от температуры и частоты электрического поля, позволяют получать информацию о строении полимеров, тепловом движении и характере молекулярных взаимодействий. Область, в которой механические и диэлектрические свойства полимеров изменяются быстро с температурой (переходы или релаксации), как предполагается, связаны с определенным типом молекулярных движений. Описание этих молекулярных движений имеет неоценимое значение в области изучения связи структуры с различными свойствами полимеров для их практического применения. Поэтому изучению физико-механических, особенно диэлектрических свойств полиолефинов, в том числе полиэтилена (ПЭ), посвящено много работ. Но несмотря на имеющиеся данные по исследованию релаксации в ПЭ, их интерпретация весьма неоднозначна. В опубликованных работах есть разные точки зрения о молекулярном механизме релаксационных переходов, наблюдаемых в ПЭ. Результаты исследований [1,] показали, что кривые зависимостей диэлектрических потерь ($\text{tg} \delta$) от температуры имеют несколько релаксационных максимумов в зависимости от строения и структуры ПЭ и наблюдаемые релаксационные переходы обусловлены дипольно-групповыми и дипольно-сегментальными движениями.

Цель наших исследований является получить модифицированный полиэтилен (МПЭ) с улучшенными физико-механическими и диэлектрическими свойствами для использования в различных отраслях промышленности. Такая модификация достигается химическим или радиационным сшиванием макромолекул полиэтиленов высокого и низкого давления. В связи с этим для анализа структурных изменений, определяющих свойства модифицированного полиэтилена, в данной работе проведено исследование релаксационных свойств исходного ПЭ, как высокого (ПЭВД), так и низкого (ПЭНД) давления. В качестве объекта исследования выбрали ПЭВД марки 107-02К и ПЭНД – 271-70. Образцы для диэлектрических измерений получали прессованием при температуре 120°C и давлении 80 кг/см² в виде пленок толщиной 50 мк. Измерение температурно-частотных зависимостей $\text{tg} \delta$ и ϵ' проводили в интервале температур (123÷423К) и частот

0,1÷100кГц на мосте переменного тока TR-9701.

На основе полученных результатов было установлено, что диэлектрические потери в ПЭ обусловлены строением самой макромолекулы, т.е. инородными полярными радикалами C=O, входящими в молекулу полимера при полимеризации, особенно если процесс идет при повышенных температурах в присутствии кислорода. Также установлено, что потери высокочастотной и среднечастотной (при 253÷333K) релаксации обусловлены процессами в аморфных областях ПЭ, а низкочастотная релаксация – процессами в кристаллической фазе (в кристаллитах). Следует отметить, что с повышением разветвленности молекулы при переходе от ПЭНД к ПЭВД существенно меняется и характер зависимости $\text{tg}\delta$ от температуры.

Таким образом, у кристаллического ПЭ картина релаксационных явлений значительно сложнее. Изучение структурной релаксации ПЭ различными методами также показали, что в ПЭ наблюдаются области релаксации, т.е. "размораживание" подвижностей. Так, релаксационный переход при 143÷193K т.е. γ – релаксация, объясняется обычно движением одного-двух мономерных звеньев, заторможенным вращением участка основной цепи, содержащего не менее четырех метиленовых групп вокруг двух коллинеарных связей, локальным движением либо концов цепей, либо с разветвлениями цепей в аморфной фазе, в повороте участка цепи соизмеримой с сегментом Куна и при участии T-G переходов (конформационная подвижность цепей или "крэнкшафтными" (каленчатый вал) механизмами[2,3]).

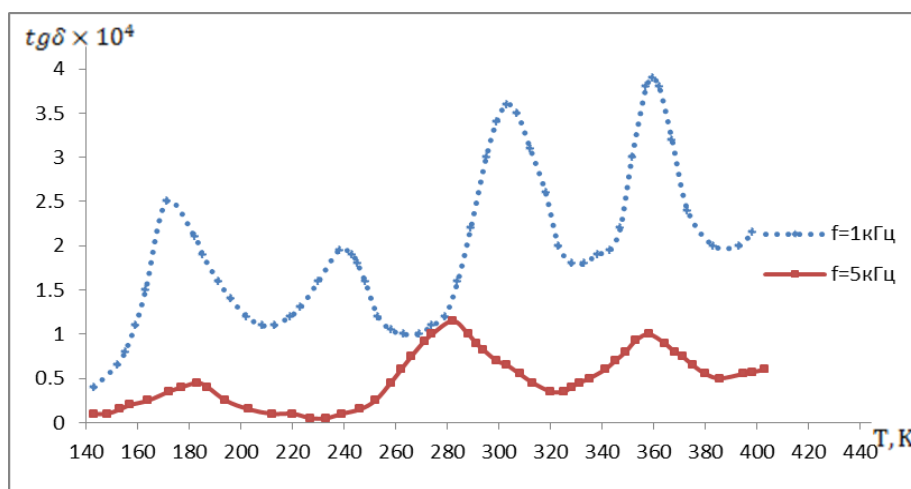
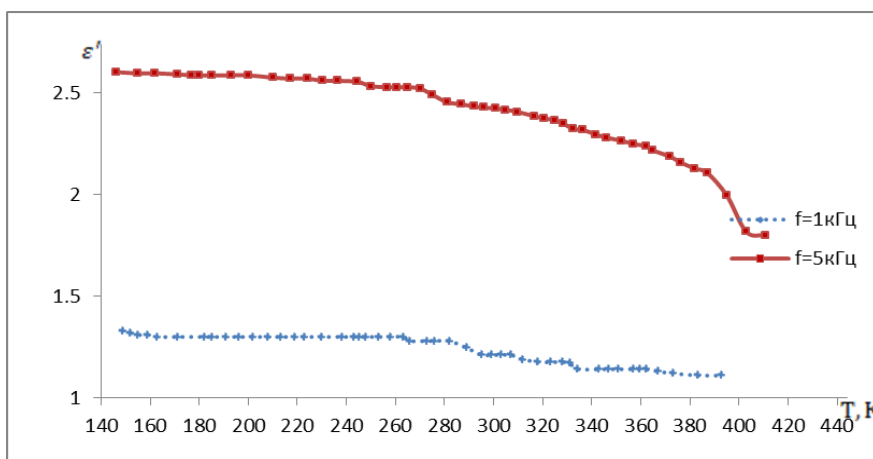


Рис. 1. Зависимости ε' ($f=1\text{кГц}$) и $\text{tg}\delta$ от температуры для исходного ПЭВД при частоте $f=1\text{кГц}$ и ε' ($f=5\text{кГц}$) и $\text{tg}\delta$ от температуры для исходного ПЭНД при частоте ($f=5\text{кГц}$).

На рис.1 приведены кривые зависимостей $\text{tg}\delta$ от температуры для исходных образцов ПЭВД и ПЭНД. Как видно из рис.1 в рассматриваемом температурном интервале наблюдаются несколько областей релаксационных переходов. Первая релаксационная область наблюдается при температуре 171K для ПЭВД ($f=1\text{кГц}$) и 183K для ПЭНД ($f=5\text{кГц}$) и является единственным четко выраженным аррениусовским переходом, связанным с мелкомасштабным движением метиленовых групп в аморфных областях и переориентацией концов цепей ПЭ. Наблюдаемая γ -релаксация протекает ниже температуры стеклования ($T_{\text{ст}}$) и связана с

дипольно-групповыми потерями, максимум ($\text{tg}\delta_m$) которых при повышении температуры смещается в область высоких температур, кроме того сравнение полученных данных ПЭВД и ПЭНД еще раз подтверждает, что диэлектрические потери γ – процесса связаны с дипольно-радикальными потерями в аморфной фазе, т.е. с движением нескольких групп CH_2 основной цепи, переориентацией групп CH_3 в ответвлениях и концевых метильных групп (ПЭВД), а также дефектами в кристаллической фазе. Но диэлектрические потери, связанные с процессами в кристаллической фазе при γ – релаксации у ПЭВД и ПЭНД различны. Поскольку вид температурных зависимостей $\text{tg}\delta$ зависит от соотношений вкладов диэлектрических потерь, обусловленных аморфной и кристаллической фазами, поэтому у ПЭВД в области 173÷233К у обоих низкотемпературных переходов (γ - и β – релаксация) наблюдается асимметричность кривых. В области дипольно-групповых потерь (рис.1) ширина областей максимумов у ПЭВД и ПЭНД не изменяются при увеличении степени кристалличности, и, следовательно снижение интенсивности $\text{tg}\delta_m$ при переходе к ПЭНД (степень кристалличности высокая) вызвано уменьшением числа диполей, принимающих участие в данном релаксационном процессе. Температурное положение γ – релаксации и соответствующие характеристики этого процесса совпадают с γ – переходами, зарегистрированными в работах [1,4].

Основные характеристики наблюдаемых релаксационных переходов ПЭВД и ПЭНД приведены в табл. 1 и 2. На рис.1 видно, что с повышением температуры у ПЭ высокого давления наблюдается еще один низкотемпературный β – переход ($\text{tg}\delta_m$) при температуре 238К ($f=1\text{кГц}$). Сравнительный анализ полученных результатов для ПЭВД с меньшей степенью кристалличности и ПЭНД более высокой, показал, что этот переход связан с разветвлениями макромолекул ПЭВД, и поэтому β – переход не наблюдается у ПЭНД. Интерпретация молекулярного механизма β – перехода также неоднозначна. Многие исследования указывают на связь β – перехода с аморфной фазой, находящейся между ламелярными поверхностями [5], при том с увеличением степени разветвленности β – релаксация становится более выраженной.

Молекулярный механизм β -релаксации в основном связан с движением поверхностных складок, движением больших сегментов (до 50-100 звеньев), концов цепей, узлов ветвлений и вращением цепей в аморфной области [5], при этом сегментальное движение начинается локально в местах менее плотной упаковки уже с области γ -перехода.

Из рис. 1 видно, что у ПЭНД и ПЭВД выше 253К наблюдаются два релаксационных максимума диэлектрических потерь. Релаксационный переход в области 253÷313К, отнесенный к α_1 -релаксации, обусловлен сегментальным тепловым движением макромолекул. Следует отметить, что в области дипольно-сегментальной релаксации у ПЭНД расширяется и ширина максимума, и увеличиваются диэлектрические потери (табл.2). Анализ полученных экспериментальных данных для ПЭНД позволяет предположить, что α_1 -релаксация при температуре 282К связана со стеклованием полиэтилена. А α_2 -релаксация в интервале температур 323÷373К (рис.1) связана как с размораживанием движения в слабо изогнутых цепях (в аморфной прослойке) ограниченного кристаллитами, ориентацией поверхностных складок [6], так и с молекулярной подвижностью в кристаллических областях. В области высоких температур в ПЭНД с повышением температуры наблюдается резкое падение диэлектрической проницаемости, что связано с уменьшением плотности полиэтилена. Такое поведение кривой $\varepsilon = f(T)$ связано с кристаллическим переходом: из кристаллической модификации с большей плотностью в кристаллическую модификацию с меньшей плотностью. Поэтому изменение степени кристалличности и разветвления макромолекул приводит к разному конформационному состоянию отрезков макромолекул между ламелями, и, следовательно, к широкому распределению температур размораживания их конформационной подвижности, что и проявляется на температурных зависимостях диэлектрических потерь (рис.1).

Таблица 1
Основные характеристики исходно ПЭВД

Полиэтилен высокого давления (ПЭВД 107-02К)					
Релаксационные переходы	T, К	$\Delta T, \text{К}$	$\text{tg}\delta \times 10^4$	ε'	U(кДж/моль)
I- γ	171	164÷193	2.5	1.35	41
II- β	238	229÷249	1.95	1.31	193
III- α_1	303	229÷249	4.0	1.21	
IV- α_2	359.5	353÷367	3.9	1.14	

Таблица 2
Основные характеристики исходно ПЭНД

Полиэтилен низкого давления (ПЭНД 271-70)					
Релаксационные переходы	T, К	$\Delta T, \text{К}$	$\text{tg}\delta \times 10^4$	ε'	U(кДж/моль)
I- γ	183	164÷193	0.45	2.59	60
II- α_1	282	264÷294	1.15	2.44	276
III- α_2	358	352÷379	1	2.24	322

Важно подчеркнуть, что α_2 -релаксация в ПЭНД не связана с “предплавлением” полимера, так как этот процесс протекает при температурах, когда еще никакие кристаллы не плавятся. По Гоффману и других авторов[5], α_2 -релаксация обусловлена ориентацией складок макроцепей на поверхностях кристалла и вращением цепей в кристаллах.

На основе полученных данных (рис.1, табл.2) можно констатировать, что на этот процесс существенное влияние

оказывает надмолекулярная структура ПЭ.

Из рис.1 видно, что у ПЭВД α_1 -релаксация проявляется в области 283÷323К, а α_2 - релаксация – в интервале температур 343÷383К. Сравнение полученных данных показывает, что вследствие уменьшения степени кристалличности и увеличения разветвленности наблюдается уменьшение полуширины максимумов $\text{tg}\delta$ обоих переходов и резкое увеличение диэлектрических потерь. Основные характеристики релаксационных процессов ПЭВД приведены в табл.1. Сопоставляя полученные данные по исследованию релаксационных свойств ПЭВД установили, что нельзя однозначно объяснить механизм α – процессов, можно только лишь предположить, что α_1 -релаксация обусловлена как сегментальным движением в аморфной фазе, так и движением петель складок и вращательно-поступательным движением цепей, образующих складки в кристаллах, а α_2 -релаксация связана с размораживанием движения в слабоизогнутых цепях ограниченного кристаллитами и локальными движениями в кристаллических областях, т.е. вращением CH_2 -групп, которые находятся в дефектных участках в кристаллической фазе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Михайлов Г. П., Кабин С.П., Крылова Т. А.; ЖТФ, 1957, т.27, с.2050.
2. Boyer R.; J. Polymer Sci. Polymer Symp.; 1975, №50, p.189
3. Schatzki T.F. J.Polymer Sci., 1962, 57, p.496; Polym.Preprints, 1965, 6, p.646; J.Polymer Sci. C, 1966, 14, p.139.
4. Бартенев Г. М., Алигулиев Р. М., Хитеева Д. М., “Высокомолек. Соед.”, 1981, т(А)23, №9, с.2003.
5. Suljovrujic E., J. Elsevier, Polymer, 2002, v.43, №22, p.5969.
6. Дельтува Л. А., В сб.: Материаловедение (физика и химия конденсированных сред). Воронеж: ВПИ, 1977, с.87.

ԱՍՓՈՓՈՒՄ
ԴԻԷԼԵԿՏՐԻԿԱԿԱՆ ՊՐՈՑԵՍՆԵՐԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒՄԸ
ԲԱՐՁՐ և ՑԱՐԻ ՃՆՇՈՒՄԱՅԻՆ ՊՈԼԻԷԹԻԼԵՆՆԵՐՈՒՄ
Ս. Ս. ՄԱՐԳՍՅԱՆ

Դիելեկտրիկական մեթոդով ուսումնասիրվել են ռելաքսացիային պրոցեսները բարձր (ԲՃՊԷ) և ցածր(ՑՃՊԷ) ճնշումային պոլիէթիլեններում ($123\div 423\text{K}$) ջերմաստիճանային և ($10^2 \div 10^5$ Հց) հաճախականությունների տիրույթներում: Ստացված դիելեկտրիկական կորուստների ($\text{tg}\delta$) և թափանցելիության (ϵ') կախվածություններից բացահայտվել են ռելաքսացիային տիրույթները ԲՃՊԷ-ում 171; 238; 303 և 359,5K ($f=1\text{KHz}$), իսկ ՑՃՊԷ-ում՝ 183; 282 և 358K($f=5\text{KHz}$) ջերմաստիճաններում: Հաշվվել են դիտարկված ռելաքսացիային պրոցեսների ակտիվացման էներգիաները, ինչպես նաև հաստատվել դիտված ռելաքսացիայի տիրույթների կախվածությունը հետազոտվող պոլիէթիլենների մոլեկուլյար կառուցվածքից:

SUMMARY
INVESTIGATION OF RELAXATION PROCESSES IN THE HIGH AND
LOW PRESSURE POLYETHYLENES BY MEANS OF DIELECTRIC
RELAXATION
S. S. SARGSYAN

The relaxation processes in polyethylenes of high (HPPE) and low (LPPE) pressure in a large temperature ($123\div 423\text{K}$) and frequency ($10^2 \div 10^5 \text{ Hz}$) ranges have been studied by the method of a dielectric spectroscopy.

According to the received temperature frequency profiles of dielectric losses ($\text{tg}\delta$) and permittivity (ϵ'), the relaxation areas of HPPE were found at temperatures 171; 238 ; 303 and 359,5K ($f = 1 \text{ kHz}$), and LPPE - 183; 282 and 358K ($f = 5 \text{ kHz}$). It was found that the observed relaxation behavior characteristics of both types of polyethylene are associated with their molecular structures.

ՀՏԴ 631.4

ԱՐԱՐԱՏՅԱՆ ՀԱՐԹԱՎԱՅՐԻ ԱՂՈՒՏ ՀՈՂԵՐԻ
ԾԱԳՈՒՄՆԱԲԱՆԱԿԱՆ ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ԵՎ
ԲԱՐԵԼԱՎՈՒՄԸ

Ս.Զ. ԿՐՈՅԱՆ

*Խ.Արովյանի անվան հայկական պետական մանկավարժական
համալսարան, 0010, Երևան, Տիգրան Մեծի 17
e-mail: kroyan.samvel@mail.ru*

Արարատյան հարթավայրի աղուտ հողերը բնութագրվում են փոշիացած կառուցվածքով, օրգանական նյութերի և հատկապես հումուսի քիչ քանակությամբ, կրի մեծ պարունակությամբ, ունեն ծանր մեխանիկական կազմ և միջավայրի հիմնային ռեակցիա: Հողերի կլանող կոմպլեքսը հազեցած է փոխանակային նատրիումի միացություններով, գրունտային ջրերը ուժեղ հանքայնացված են, իսկ հողերի վերին հորիզոններում աղերի ընդհանուր պաշարը բավականին մեծ է: Աղուտ հողերի բարելավման և բերրիության բարձրացման համար անհրաժեշտ է կառուցել հորիզոնական և ուղղահայաց ցամաքուրդային ցանց, ինչը կնպաստի գրունտային ջրերի մակարդակի իջեցմանը: Այս հողերի քիմիական բարելավման համար անհրաժեշտ է օգտագործել 1% -անոց ծծմբական թթու և երկաթարջասպ: Հողերի բերրիության բարձրացման և հատկապես երկրորդային աղակալման պրոցեսը կանխարգելելու համար անհրաժեշտ է օգտագործել մեծ քանակությամբ օրգանական և հանքային պարարտանյութեր, միաժամանակ կիրառելով ցանքաշրջանառություն խոտաբույսերի գերակշռությամբ:

Բանալի բառեր. աղուտ հողեր, մարգագետնային գորշ ռոտգելի հողեր, հանքայնացված գրունտային ջրեր, հողային կտրվածք, զենետիկական հորիզոն, ցամաքուրդային ցանց:

Ներկայացված է խմբագրություն 2013թ. հոկտեմբերի 16

Աղուտ հողերը զգալի մակերես են զբաղեցնում երկրագնդի տարբեր հատվածներում: Դրանք հատկապես լայն տարածում ունեն անապատային, կիսաանապատային, տափաստանային և նույնիսկ անտառատափաստանային ու տայգայի զոնաներում: Աղուտ հողերի ընդհանուր մակերեսը ամբողջ աշխարհում կազմում է մոտ 950 մլն.հա: Այդ պատճառով ավելի քան 20մլն հա հողատարածություն գյուղատնտեսական օգտագործումից դուրս է մնացել, [1,6]: Կախված աղուտների մեջ պարունակող աղերի քիմիական առանձնահատկություններից, աղերի ընդհանուր քանակը տատանվում է լայն սահմաններում՝ 0.6-0.7 % ից մինչև 2.0-3.0 % և նույնիսկ ավելին, [2,7]: Սողային աղուտներ առկա են նաև Հայաստանի Հանրապետության տարածքում, որոնք տեղաբաշխված են Արարատյան հարթավայրում և զբաղեցնում են շուրջ 30 հազ. հա մակերես, [3]: Այս հողերը զարգանում են մարգագետնային գորշ ոռոգելի հողերի տարածման շրջանում, որտեղ գրունտային ջրերը հանքայնացված են և մոտ են գտնվում հողի մակերեսին: Աղուտ հողերը ձևավորվում են Արաքս գետի և դրա ձախակողմյան վտակների այլուվիալ-պրոլյուվիալ նստվածքների վրա: Լիթոլոգիական տեսակետից դրանք գլխավորապես ներկայացված են կավավազային և կավային կազմ ունեցող նստվածքներով, որոնց հզորությունը հարթավայրի արևմտյան և կենտրոնական հատվածներում կազմում է 1.5-3.0մ, իսկ հարավարևելքում ավելի քան 7մ: Այլուվիալ-պրոլյուվիալ նստվածքների հանքաքանական կազմը և տարբեր աստիճանի հանքայնացված գրունտային ջրերի ազդեցության շնորհիվ ձևավորվում են սողային, սողային-քլորիդային, սողային-սուլֆատային և սուլֆատային-քլորիդային կազմ ունեցող աղուտ հողեր: Արարատյան հարթավայրի սահմաններում առկա են նմանատիպ հողերի ծագումնաբանական երկու ենթատիպեր՝ մարգագետնային և մարգագետնաճահճային: Դրանցից ամենամեծ տարածություն զբաղեցնում են մարգագետնային ենթատիպի հողերը, որոնք կազմում են աղակալած հողերի ընդհանուր տարածքի շուրջ 75-80 % ,[4]:

Աղուտ հողերի ֆիզիկաքիմիական հատկությունների տվյալները բերված են աղյուսակում:

Աղուտ հողերի ֆիզիկա-քիմիական կազմը

Աղյուսակ

Հողա- փոսի Խորու թյունը, սմ	Հում- մուս, %	Կապ- ված, CO ₂ , %	CaCO ₃ ըստ CO ₂ , %	Կլանված կատիոնները, Մգ/էկվ.100գ. հողում				Տիղմ <0.00 1 մմ, %	Ֆիզ. կալ, <0.01 մմ, %	pH
				Ca	Mg	Na	Գու- մար			
0- 25	0.51	5.27	11.96	10.80	3.20	4.10	18.10	14.67	65.90	8.9
25- 50	0.34	5.18	11.93	18.00	2.21	17.60	37.81	14.22	68.94	8.9
50- 75	0.26	6.03	13.69	12.41	4.82	15.31	32.54	13.45	69.93	9.3
75- 100	0.11	7.16	16.25	11.20	4.41	8.42	24.03	17.01	66.12	9.6
100- 150	0.10	4.13	11.20	-	-	-	-	23.10	67.40	8.8

Հողափոսը տեղադրված է Արմավիրի մարզի տարածքում գտնվող աղակալած հողերի վրա: Ուսումնասիրության համար հողափոսից նմուշները վերցվել են յուրաքանչյուր 25 սմ խորություններից մինչև 150 սմ խորությունը: Հողային կտրվածքի ուսումնասիրությունից պարզ է դառնում, որ հումուսային շերտի հզորությունը կազմում է 40-50սմ, գենետիկական հորիզոնների անցումը աննկատ է, իսկ բույսերի արմատային զանգվածը հիմնականում կենտրոնացված է 0-50սմ շերտում, սակայն որոշ արմատներ տարածվում են մինչև 1.0մ խորությունը: Հողի ստրուկտուրան փշրված է և ներկայացված է փոշեհատիկային կազմով: Այս հողերը բնութագրվում են բաց գունավորմամբ, որը վկայում է օրգանական նյութերի սահմանափակ քանակության մասին: Աղյուսակի տվյալներից պարզ է դառնում, որ հողի մակերեսային շերտում հումուսի ընդհանուր քանակությունը տատանվում է 0.51%-ից 0.34 %-ի սահմաններում: Հումուսի և օրգանական նյութերի պարունակությունը 50սմ-ից ներքև ընկած շերտերում աստիճանաբար նվազում է և 100սմ խորության վրա կազմում է ընդամենը 0.10 %: Նշված հողերը պարունակում են նաև զգալի քանակության կիր: Վերին շերտերում կրի պարունակությունը տատանվում է 11.93–11.96%-ի սահմաններում: Հողային կտրվածքի

միջին մասերում նկատվում է կրի պարունակության նկատելի ավելացում, իսկ ստորին շերտերում այն սկսում է նվազել: Այսպես 50-100սմ շերտում այն տատանվում է 13.69–16.25% -ի միջև, իսկ 100-150սմ շերտում նվազում է կազմելով 11.20 %: Հողային լուծույթի ռեակցիայի թվական տվյալները ցույց են տալիս, որ վերին շերտերում ռեակցիան հիմնային է /pH=8.9/, իսկ միջին և ստորին շերտերում հիմնայնությունը ավելանում է pH-ը կազմելով 8.8–ից 9.6, ինչը պայմանավորված է կարբոնատների քանակության ավելացման հետ:

Աղուտ հողերի ամբողջ կտրվածքը բնութագրվում է ծանր մեխանիկական կազմով: Վերին 0-25սմ շերտում ֆիզիկական կավի պարունակությունը կազմում է 65.90%, իսկ միջին շերտերում այն ավելանում է կազմելով 69.93% : Ստորին շերտերում ֆիզիկական կավի պարունակությունը որոշ չափով պակասում է 0–100սմ շերտում կազմելով 66.12%: Կլանող կոմպլեքսում զգալի մաս է կազմում փոխանակային Na-ը, որը 25–50սմ շերտում կազմում է 17.60 մգէկվ. 100գ հողում: Հողերի մեջ պարունակող աղերի կազմում հիմնականում գերակշռում են Na-ի կարբոնատները և բիկարբոնատները, այնուհետև հողալկալի հիմքերի սուլֆատները և միայն որոշ դեպքերում է, որ գերակշռում են սուլֆատները կամ քլորիդները:

Գրունտային ջրերի վերին մասում աղերի պարունակությունը կազմում է 0.6-1.5% , սակայն որոշ տեղերում, որտեղ գրունտային ջրերի հոսքը դժվարանում է, ապա ջրերի հանքայնացումը կազմում է 50-80գ/լ, իսկ ընդհանուր հիմնայնությունը 1.0–1.2% : Հողերի վերին հորիզոններում աղերի ընդհանուր պաշարը կազմում է 400– 600 տ/հա [5]:

Այսպիսով ուսումնասիրություններից պարզվել է, որ Արարատյան հարթավայրի, մասնավորապես Արմավիրի մարզի աղակալած հողերի ստրուկտուրան փոշիացած է, դրանք պարունակում են քիչ քանակության հումուս և օրգանական նյութեր, հողի կտրվածքում առկա է զգալի քանակության կիր, հողային լուծույթի ռեակցիան հիմնային է, իսկ մեխանիկական կազմը ծանր: Հողի կլանող կոմպլեքսը հագեցած է փոխանակային Na- ով: Գրունտային ջրերը ուժեղ հանքայնացված են, իսկ աղերի ընդհանուր պաշարը հողերի վերին հորիզոններում բավականին շատ է: Կլանված աղերից առավել վնասակար է սոդան,

համեմատաբար պակաս վնասակարությամբ են օժտված ծծմբաթթվային Na-ը և ծծմբաթթվային Ca-ը: Գիպսի բարձր պարունակությունը նվազեցնում է հողի բերրիության ցուցանիշները, քանի, որ բարձր հիմնայնություն ունեցող միջավայրում գիպսի լուծելիության աստիճանը բավականին ցածր է: Հողերի ծանր մեխանիկական կազմը, բարձր հիմնայնությունը, սողայի զգալի պարունակությունը և փոխանակային Na-ի առկայությունը Արարատյան հարթավայրի աղուտ հողերին տալիս է ոչ միայն բացասական ֆիզիկամեխանիկական և ջրաֆիզիկական հատկություններ, այլ նաև դժվարացնում է դրանց բարելավման աշխատանքները: Աղուտ հողերն աչքի են ընկնում բնական ցածր բերրիությամբ: Այնքանով, որ մեր հանրապետությունը համարվում է լեռնային սակավահող երկիր, իսկ նշված հողերը տեղաբաշխված են հանրապետության համար կարևորագույն երկրագործական շրջան հանդիսացող Արարատյան հարթավայրում, ուստի ամեն գնով պետք է ձեռնամուխ լինել այս հողերի բարելավման աշխատանքներին:

Արարատյան հարթավայրումի աղակալած հողերի մեկնորատիվ վիճակը բարելավելու համար անհրաժեշտ է.

հորիզոնական, ուղղահայաց և կոմբինացված ցամաքորդային ցանցերի կառուցման միջոցով իջեցնել գրունտային ջրերի մակարդակը,

հողի կտրվածքը և գրունտային ջրերի հիմնայնությունը չեզոքացնելու համար որպես մեկնորանտներ օգտագործել մեկ տոկոսանոց ծծմբական թթու և երկաթարջասպ:

լվացման միջոցով հեռացնել հողում եղած աղերի ավելորդ քանակությունը:

Հողը աղազերծելուց հետո, երկրորդային աղակալման դեմ պայքարելու նպատակով անհրաժեշտ է կատարել հողի ճիշտ մշակություն՝ խոտաբույսերի ցանք, օրգանական և հանքային պարարտանյութերի օգտագործում, ինչպես նաև ճիշտ ցանքաշրջանառության կիրառում:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Почвоведение. Под ред. И.С. Кауричева. Изд. <<Колос>> . М.,1989. С. 481.

2. Почвы Армянской ССР. Под ред. Р.А. Эдиляна, Г.П. Петросяна, Н.Н. Розова. Изд. <<Айастан>> Ереван, 1976. 383 С.
3. Հայրապետյան Է.Մ., Պետրոսյան Հ.Պ. Մելիորատիվ հողագիտություն, <<Լույս>> հրատարակչություն, Երևան, 1987, էջ 176:
4. Մելքոնյան Կ.Գ., Ղազարյան Հ.Ղ., Մանուկյան Ռ.Ռ. Գյուղատնտեսական նշանակության հողերի էկոլոգիական արդի վիճակը, հողօգտագործման, համակարգի կատարելագործումը և արդյունավետության բարձրացման ուղիները Հայաստանի Հանրապետությունում, Երևան, 2004, էջ 22:
5. Петросян Г.П. Солонцы-солончаки гидроморфные. Почвы Армянской ССР. Изд.<<Айастан >>, Ереван, 1976. С.305.
6. Засоленные почвы России. М.: ИКЦ <<Академкнига>>, 2006. 854 с
7. Хитров Н.Б., Е.И. Панкова, А.Ф. Новикова, Г.И. Черноусенко, И.А. Ямнова Теоретические и методические основы предотвращения вторичного засоления почв. В кн. Научные основы предотвращения деградации почв (земель) сельскохозяйственных угодий России и формирования система воспроизводства их плодородия в адаптивно-ландшафтном земледелии. Том 1, М., 2013, стр. 383-465.

РЕЗЮМЕ
ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОЛОНЧАКОВ АРАРАТСКОЙ
РАВНИНЫ И ИХ МЕЛИОРАЦИИ
Շ.Յ. ԿՐՅԱՆ

Солончаки Араратской равнины характеризуются пылеватой структурой, малым содержанием органических веществ и гумуса, содержат значительное количество известняка, имеют тяжелый механический состав и щелочную реакцию среды. Поглотительный комплекс почвы насыщен обменным натрием. Грунтовые воды также сильно засолены. В верхних горизонтах почвы общий запас солей довольно большой. Для улучшения и повышения плодородия засоленных почв необходимо создание горизонтальной, вертикальной и комбинированной дренажной сети, что будет способствовать снижению уровня грунтовых вод. Для мелиорации

солончаков необходимо также применять 1%- ный раствор серной кислоты и железный купорос. Для повышения плодородия и предотвращения вторичного засоления почвы необходимо также использовать большие дозы минеральных и органических удобрений, провести севооборот с применением травянистых растений.

SUMMARY
GENETIC CHARACTERISTICS SOLONCHAKS AND LAND
RECCLAMATION OF ARARAT VALLEY
S.Z. KROYAN

Ararat valley s one of the major agricultural areas of the country where about 30 thousand hectares are covered by solonchaks. So studies show that salt marshes of Ararat valley are characterized by spraying structure, low content of organic substances and humus, as contains a significant amount of the limestone and have a heavy mechanical texture and alkaline reaction environment. Absorbent complex of soil is saturated with exchangeable sodium. In the upper soil horizons the total stock of salt is pretty big. To improve and increase the fertility of saline soils it is necessary to create horizontal, vertical, and combined drainage network, which will help reduce the level of groundwater. Iron sulfate and 1 % sulfuric acid should be also used for the reclamation of saline soils. For improving fertility and preventing secondary salinization of the soil is also recommended to use large amounts of mineral and organic fertilizers, realize crop rotation using herbaceous plans.

СОДЕРЖАНИЕ

ХИМИЯ

<i>С.А.МЕЛИКЯН, С.А.ОВАКИМЯН, А.В.БАБАХАНИЯН, Ж.Р. БАБАЯН</i> ИЗУЧЕНИЕ АНТИМИКРОБНОЙ АКТИВНОСТИ КОМПОЗИЦИЙ В ОТНОШЕНИИ ГРАМПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ И ГРАМОТРИЦАТЕЛЬНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ.....	5
<i>Н.Г.ОБОСЯН, Л.М.ГЕНДЖОЯН, Р. С. НЕРСИСЯН, В.В.АКОПЯН, К.В.БАЛЯН, Ж.А.ЧОБАНИЯН</i> СИНТЕЗ ДИАЛКИНИЛПРОИЗВОДНЫХ РТУТИ И НЕПРЕДЕЛЬНЫХ ЗАМЕЩЕННЫХ ДИКЕТОНОВ НА ОСНОВЕ ПРОПАРГИЛОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ.....	14
<i>А.Х.ГЮЛЬНАЗАРЯН, Т.А.СААКЯН, Г.Т.САРГСЯН, Дж.В.ГРИГОРЯН, Н.О.МАРКАРЯН, Г.М.СТЕПАНИЯН, Р.В.ПАРОНИКЯН</i> АНТИБАКТЕРИАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ 1,4-БИСАММОНИЕВЫХ СОЛЕЙ, СОДЕРЖАЩИХ НАРЯДУ С ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКОЙ АММОНИЕВОЙ ГРУППОЙ 2-БУТИНИЛЕНОВУЮ И 2,3-ДИБРОМ-2-БУТЕНИЛЕНОВУЮ ОБЩУЮ ГРУППУ.....	21

БИОЛОГИЯ

<i>Р.Г.МАНГАСАРЯН, А.М.АСАТРЯН, С.К.СЕМЕНОВА</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛИМЕРАЗНОЙ ЦЕПНОЙ РЕАКЦИИ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ДНК ГЕЛЬМИНТОВ ИЗ РОДОВ FASCIOLA, ECHINOCOCCUS И TRICHINELLA	31
<i>А.М.АСАТРЯН, Р.Г.МАНГАСАРЯН</i> МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ОРГАНОВ И ТКАНЕЙ HETERAKIS GALLINARUM (GMELIN, 1790) ПОСЛЕ ПРИМЕНЕНИЯ АНТИГЕЛЬМИНТИКА МЕДАМИН (БМК).....	41

<i>Г.Х. МУШЕГЯН, Г.С. АРУТЮНЯН, Г.М. АРАДЖЯН, В.Р. САРГСЯН, И.А. ДАНИЕЛЯН, А.В. ДЖАГИНЯН, О.В. АРЕСТАКЕСЯН, Ф.Т. ФАГРАДЯН</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ИНТЕГРАТИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КРЫС ВО ВРЕМЯ РАЗВИТИЯ БЕРЕМЕННОСТИ.....	49
---	----

МАТЕМАТИКА, ФИЗИКА

<i>Г.Р.ГУЛГАЗАРЯН, Л.Г.ГУЛГАЗАРЯН</i> СОБСТВЕННЫЕ ИНТЕРФЕЙСНЫЕ И КРАЕВЫЕ КОЛЕБАНИЯ БЕЗМОМЕНТНОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ ПЕРЕМЕННОЙ КРИВИЗНЫ СО СВОБОДНЫМИ ТОРЦАМИ.....	62
<i>ДЖ.Л.СРАПИОНЯН</i> КОЛЕБАНИЯ БЕЗМОМЕНТНОЙ НЕЗАМКНУТОЙ ОРТОТРОПНОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ ПЕРЕМЕННОЙ КРИВИЗНЫ СО СВОБОДНЫМИ ТОРЦАМИ И ЖЕСТКО ЗАШЕМЛЕННЫМИ ГРАНИЧНЫМИ ОБРАЗУЮЩИМИ.....	86
<i>С. С. САРКИСЯН</i> ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЛАКСАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ПОЛИЭТИЛЕНАХ ВЫСОКОГО И НИЗКОГО ДАВЛЕНИЙ.....	110

ГЕОГРАФИЯ

<i>С.З.КРОЯН</i> ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОЛОНЧАКОВ АРАРАТСКОЙ РАВНИНЫ И ИХ МЕЛИОРАЦИИ.....	119
--	-----

CONTENTS

CHEMISTRY

<i>S.A.MELIKYAN, S.A. HOVAKIMYAN, A.V.BABAKHANYAN, ZH.R.BABAYAN</i> STUDY OF ANTIMICROBIC ACTIVITY OF COMPOSITIONS IN RESPECT TO GRAMPOSITIVE AND GRAMNEGATIVE MICROORGANISMS.....	5
<i>N.G.HOBOSYAN, L.M.GENJOYAN, H.S.NERSISYAN, V.V.HAKOBYAN, Q.V.BALYAN, ZH.A.CHOBANYAN</i> SYNTHESIS OF DIACETYLENE DERIVATIVES OF MERCURY AND UNSATURATED SUBSTITUTED DIKETONES BASED ON PROPARGYLIC COMPOUNDS	14
<i>A.KH.GJULNAZARYAN, T.A.SAHAKYAN, G.T.SARGSYAN, J.V.GRIGORYAN, N.H.MARGARYAN, G.M.STEPANYAN, R.G.PARONIKYAN</i> ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF 1,4-BISAMMONIUM SALTS, CONTAINING SIDE BY SIDE WITH HETEROCYCLIC AMMONIUM GROUP COMMON 2-BUTINYLENIC AND 2,3-DIBROMO-2-BUTENYLENIC GROUP.....	21

BIOLOGY

<i>R.G. MANGASARYAN, A.M. ASATRYAN, S.K. SEMYENOVA</i> IDENTIFICATION OF <i>FASCIOLA</i> , <i>ECHINOCOCCUS</i> AND <i>TRICHINELLA</i> HELMINTHES DNA BY USING THE POLYMERASE CHAIN REACTION.....	31
<i>A.M. ASATRYAN, R.G. MANGASARYAN</i> MORPHOLOGICAL AND FUNCTIONAL CHANGES OF ORGANS AND TISSUES OF <i>HETERAKIS GALLINARUM</i> (GMELIN, 1790) AFTER APPLICATION OF MEDAMIN	

(BMK) ANTHELMINTHIC.....	41
--------------------------	----

<i>G.KH. MUSHEGHYAN, H.S. HARUTYUNYAN, G.M. ARAJYAN, V.R. SARGSYAN, I.A. DANIELYAN, A.V.DJAGHINYAN., H.V. ARESTAKESYAN, F.T. FAHRADYAN</i> INVESTIGATION OF THE INTEGRATIVE INDICATORS CHANGES DURING THE DEVELOPMENT OF THE RATS PREGNANCY.....	49
--	----

MATHEMATICS, PHYSICS

<i>G.R. GHULGHAZARYAN, L.G. GHULGHAZARYAN</i> FREE INTERFACIAL AND EDGE VIBRATIONS OF MOMENTLESS CYLINDRICAL SHELL OF VARIABLE CURVATURE WITH FREE ENDS.....	62
<i>J.L.SRAPIONYAN</i> THE VIBRATIONS OF UNMOMENT ORTHOTROPIC CYLINDRICAL SHELL WITH VARIABLE CURVATURE, WITH FREE ENDS AND RIGID-CLAMPED BOUNDARY GENERATORS.....	86
<i>S. S. SARGSYAN</i> INVESTIGATION OF RELAXATION PROCESSES IN THE HIGH AND LOW PRESSURE POLYETHYLENES BY MEANS OF DIELECTRIC RELAXATION.....	110

GEOGRAPHY

<i>S.Z.KROYAN</i> GENETIC CHARACTERISTICS SOLONCHAKS AND LAND RECLAMATION OF ARARAT VALLEY	119
--	-----