ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ
Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет
The Far Eastern State Technical Fisheries University

НАУЧНЫЕ ТРУДЫ ДАЛЬРЫБВТУЗА

Scientific Journal of DALRYBVTUZ Vol. 27

Том
27

Адрес: Россия, 690087, Владивосток, ул. Луговая, 52б
Телефон/факс: (4232)44-11-76
e-mail: nauch-tr@dgtru.ru
сайт: http://nauch-tr.dgtru.ru

2012

Научные труды Дальрыбвтуза. 2012. Т. 27

Сборник научных статей Издается с 1996 г.

Редакционная коллегия:

Главный редактор – Г.Н. Ким, доктор технических наук, профессор, ректор

Научный редактор – В.Д. Богданов, доктор технических наук, профессор, проректор по научной работе

В.В. Плотников, доктор географических наук,
профессор ФГБОУ ВПО «Дальрыбвтуз»;
В.Н. Казаченко, доктор биологических наук,
профессор ФГБОУ ВПО «Дальрыбвтуз»;
О.Н. Кручинин, доктор технических наук,
ведущий научный сотрудник ГУП «ТИНРО-Центр»;
А.Н. Соболенко, доктор технических наук,
профессор ФГБОУ ВПО «Дальрыбвтуз»;
Г.П. Кича, доктор технических наук,
профессор ФГОУ ВПО «МГУ им. Г.И. Невельского»;
Б.И. Руднев, доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВПО «Дальрыбвтуз»;
Э.Н. Ким, доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВПО «Дальрыбвтуз»;
Т.Н. Слуцкая, доктор технических наук, профессор,
главный научный сотрудник ГУП «ТИНРО-Центр»;
В.И. Погонец, доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВПО «Дальрыбвтуз»;
С.А. Бредихин, доктор технических наук, профессор ГОУ ВПО «МГУПБ»;
Д.К. Шевченко, доктор экономических наук,
профессор ФГБОУ ВПО «Дальрыбвтуз»;
В.И. Алексеев, доктор педагогических наук, доцент ФГБОУ ВПО «Дальрыбвтуз»;
А.В. Степанец, доктор технических наук, академик,
профессор ФГОУ ВПО «МГУ им. Г.И. Невельского».

Технический секретарь – Е.Ю. Образцова

© Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, 2012

ИХТИОЛОГИЯ. ЭКОЛОГИЯ

УДК 576.895

Т.Е. Буторина[1], И.В. Резник[2], А.А. Корнеев[1], Д.В. Глушак[1]
[1]Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, 690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б
[2]ОАО ХК «Якутуголь», 678960, г. Нерюнгри, ул. Ленина, 3/1

ИХТИОФАУНА И ПАРАЗИТЫ РЫБ РЕКИ УНГРА (САХА ЯКУТИЯ)

На основе оригинальных исследований приводятся новые данные о фауне и хозяевах паразитов рыб р. Унгра в Южной Якутии, отмечено 14 видов рыб и 45 видов паразитов. У гольяна Phoxinus phoxinus доминируют миксоспоридии, инфузории, моногенеи, трематоды, на жабрах совместно обитают Ergasilus briani и E. sieboldi, у восточносибирского хариуса преобладают нематоды.

Ключевые слова: *ихтиофауна, гольян, восточносибирский хариус, паразиты, Унгра, Якутия, миксоспоридии, инфузории, моногенеи.*

T.E. Boutorina, I.V. Reznik, A.A. Korneev, D.V. Gluschak
ICHTYOFAUNA AND FISH PARASITES OF UNGRA RIVER (SAKHA YAKUTIA)

Based on the results of original researches new data on the fauna and hosts of fish parasites in Ungra River from the southern Yakutia were received, and 14 species of fish and 45 species of parasites recorded. Myxosporean, infusorian, monogenean, and trematodes are dominant in minnows, and Ergasilus briani и E. sieboldi live together on the gills, at the same time nematodes predominant in arctic grayling.

Key words: *ichthyofauna, minnow, arctic grayling, fish parasites, Ungra River, Sakha Yakutia, myxosporean, infusorian, monogenean.*

Река Унгра является правым притоком р. Алдан. Она берет начало на хребте Зверева, течет по Алданскому нагорью и принимает 17 притоков длиной более 10 км. Длина реки составляет 167 км (вместе с р. Левая Унгра), общая площадь бассейна 6730 км^2, в бассейне около 180 озер, а всего более 500 водотоков [1]. В декабре 1979 г. был создан ресурсный резерват «Унгра», его общая площадь составляет 280 тыс. га. В задачи резервата входит сохранение и восстановление численности ценных в хозяйственном отношении биологических ресурсов, проведение научных исследований и экологического мониторинга, пропаганда охраны природы. Для оценки состояния рыб р. Унгра, по договоренности с Комитетом охраны природы г. Нерюнгри, мы провели их обследование на зараженность паразитами на участке реки в районе резервата. Основное внимание было уделено массовым видам – речному гольяну и восточносибирскому хариусу (таблица).

Полевые исследования проводили в первой половине июня 2012 г., часть рыб изучена в июле-августе 2000-2006 гг. Для отлова использовали активные (спиннинг, удочки, паукиподъемники) и пассивные орудия лова (ловушки для гольянов, мордушки, мальковые ловушки, жаберные сети с ячеей 40-100 мм). Методом полного паразитологического вскрытия обследовано в р. Унгра: речных гольянов – 33 экз., восточносибирских хариусов – 50 экз., сторрылых ленков – 9 экз., окуней – 8 экз., сибирских ельцов – 7 экз., налимов – 2 экз., тайменя и пестроногого подкаменщика – по 1 экз. Дополнительно в р. Чульман в районе г. Нерюнгри обследовано 40 экз. гольянов, в р. Алдан – одна щука и 6 окуней.

Фауна рыб р. Унгра
Fauna of fish in the Ungra River

Вид и систематическое положение рыб	Среднее течение	Нижнее течение
Отряд Salmoniformes – Лососеобразные		
Семейство Salmonidae – Лососевые		
Остроpылый ленок *Brachymystax lenok*	+	+
Таймень *Hucho taimen*	+	+
Семейство Coregonidae – Сиговые		
Сиг-пыжьян *Coregonus lavaretus pidschian*	-	+
Обыкновенный валек *Prosopium cylindraceum*	-	?
Семейство Thymallidae – Хариусовые		
Восточносибирский хариус *Thymallus arcticus pallasi*	+	+
Отряд Esociformes – Щукообразные		
Семейство Esocidae – Щуковые		
Щука *Esox lucius*	+	+
Отряд Cypriniformes – Карпообразные		
Семейство Cyprinidae – Карповые		
Сибирский елец *Leuciscus leuciscus baicalensis*	+	+
Якутский карась *Carassius carassius jacuticus*	-	+
Обыкновенный гольян *Phoxinus phoxinus*	+	+
Семейство Balitoridae – Балиторовые		
Сибирский голец *Barbatula toni*	+	+
Семейство Cobitidae – Вьюновые		
Сибирская щиповка *Cobitis melanoleuca*	+	+
Отряд Gadiformes – Трескообразные Семейство Lotidae – Налимовые		
Налим *Lota lota*	+	+
Отряд Perciformes – Окунеобразные		
Семейство Percidae – Окуневые		
Окунь *Perca fluviatilis fluviatilis*	+	+
Отряд Scorpaeniformes – Скорпенообразные		
Семейство Cottidae – Рогатковые		
Пестроногий подкаменщик *Cottus poecilopus*	+	+

Примечание. «-» не обнаружены, «?» – по сведениям рыбаков.

Общий биологический и паразитологический анализ рыб проводили по стандартным методикам [2, 3]. Фотографирование рыб и паразитов осуществляли цифровой камерой.

В р. Унгра нами отмечено 14 видов рыб из 40, указанных для пресноводных водоемов Республики Саха Якутия [4]. Наиболее разнообразно здесь представлены отряды лососеобразных и карпообразных, преобладают семейства хариусовых, лососевых, карповых и сиговых рыб, которые определяют состав рыбного населения рек Якутии.

В верхнем течении р. Унгра встречаются преимущественно холодолюбивые реофильные виды, приспособленные к жизни на быстром течении: остроpылый ленок *Brachymystax lenok* (Pallas, 1773), восточносибирский хариус *Thymallus arcticus pallasi* Vallenciennes, 1848, обыкновенный, или речной гольян *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758), пестроногий подкаменщик *Cottus poecilopus* Heckel, 1836. Эти рыбы распространены по всему продольному профилю реки от верховья до устья. В среднем течении преобладают восточносибир-

ский хариус, щука *Esox lucius* Linnaeus, 1758, речной окунь *Perca fluviatilis fluviatilis* Linnaeus, 1758, остроpылый ленок, гольян и сибирский елец *Leuciscus leuciscus baicalensis* (Dybowski, 1869). В нижнем течении встречаются все виды рыб, характерные для р. Унгра (см. таблицу), якутский карась *Carassius carassius jacuticus* Kirillov, 1972 отмечен только на этом участке реки.

Массовыми для р. Унгра видами являются остроpылый ленок, восточносибирский хариус, щука, сибирский елец, гольян, сибирский голец *Barbatula toni* (Dybowski, 1869), речной окунь и пестроногий подкаменщик. Щука, сибирский елец и окунь занимают старицы и участки с замедленным течением.

К редким видам рыб относятся таймень *Hucho taimen* (Pallas, 1773), найденный в среднем и нижнем течении Унгры, сиг-пыжьян *Coregonus lavaretus pidschian* (Pallas, 1776) и, по информации, полученной от рыбаков, – обыкновенный валек *Prosopium cylindraceum* (Pallas, 1784), единично встречающиеся в нижнем течении реки. Сибирская щиповка *Cobitis melanoleuca* Nichols, 1925 обитает в среднем и нижнем течении р. Унгра, нам она единично встречалась в районе впадения р. Юхта в Унгру. На среднем и нижнем участках р. Унгра обычен налим *Lota lota* (Linnaeus, 1758).

В результате предварительного анализа материала у рыб р. Унгра отмечено 44 вида паразитов, в основном известных из р. Лена [5]. Ниже приведен систематический обзор паразитов рыб р. Унгра. В него мы включили также характерных паразитов гольяна из р. Чульман и щуки из р. Алдан, находки которых весьма вероятны и в р. Унгра.

Тип Myxozoa Levine et al., 1980
Класс Myxosporea Butschli, 1881
Отряд Bivalvulida Schulman 1959
Семейство Myxidiidae Thelohan, 1892
Myxidium lieberkuehni Bűtschli, 1882

Хозяин: щука

Локализация: мочевой пузырь

Специфичный паразит щук. Вегетативные формы – многочисленные крупные плазмодии с желтоватым содержимым, имеющие веретеновидные, заостренные на полюсах споры, а также отдельные споры найдены у одной щуки, выловленной в р. Алдан.

Zschokkella nova Klokačewa, 1914 (рисунок, А).

Хозяева: речной гольян, окунь

Локализация: желчный пузырь

Плазмодии со спорами и многочисленные сформированные споры обнаружены в июне 2012 г. у одного из 15 гольянов (6,7 %) из р.Унгра, у трех из 8 экз. в р. Чульман и отдельные споры – у одного из 6 окуней из р. Алдан.

Семейство Sphaerosporidae Davis, 1917
Chloromyxum carassii Achmerov, 1960

Хозяин: речной гольян

Локализация: желчный пузырь

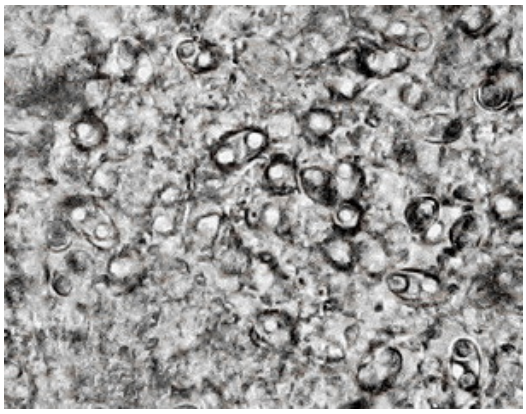
Паразит отмечен у одного из 8 гольянов в р. Чульман в районе г. Нерюнгри в июне 2012 г. В массе найдены плазмодии со спорами и сформированные споры. С большой вероятностью он может быть найден и в р. Унгра.

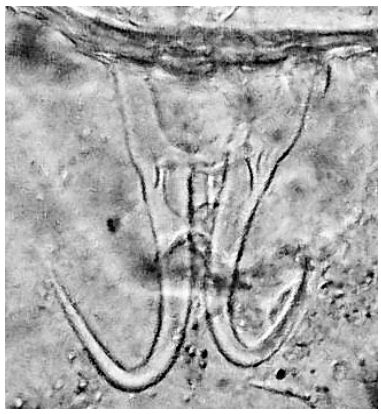
Chloromyxum thymalli Lebzelter, 1912

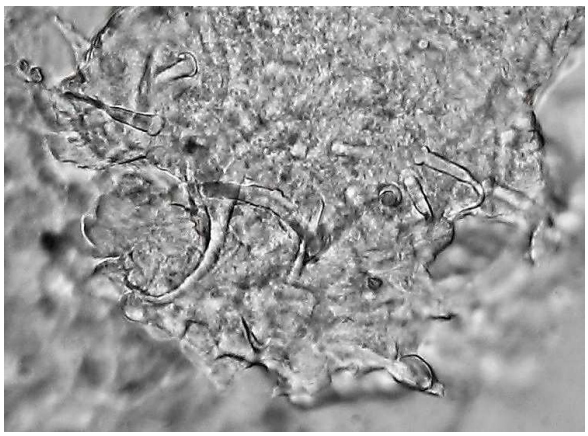
Хозяин: восточносибирский хариус

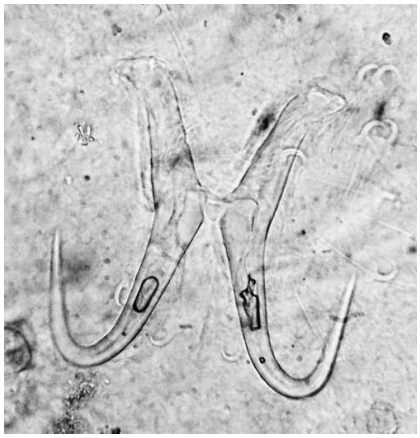
Локализация: желчный пузырь

Специфичный паразит хариусов. Обнаружен у одного из 26 обследованных хариусов в р. Унгра (3,8 %), до 6-8 спор в поле зрения микроскопа.

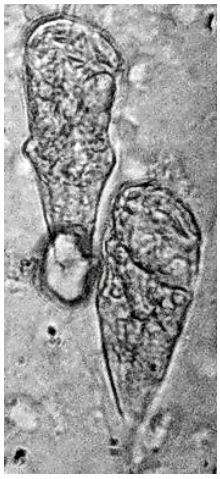

А

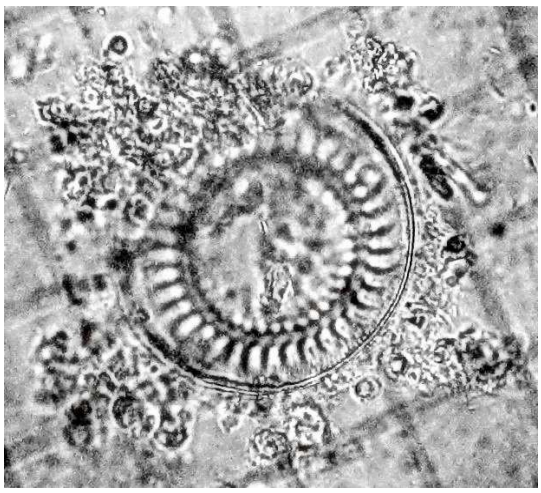

Б


В


Г

Д


Е


Ж

Паразиты гольяна: А – споры миксоспоридии *Zschokkella nova* в желчном пузыре; Б – срединные крючья моногенеи *Gyrodactylus limneus* из носовой полости; В – прикрепительный диск моногенеи *Cleidodiscus brachus* с жабр; Г – срединные крючья моногенеи *Gyrodactylus cyprini* (или близкого вида) с жабр; Д – инфузории *Apiosoma phoxini* на плавнике; Е – инфузории *Epistylis phoxini* на жабрах; Ж – инфузория *Trichodina* sp. на жабрах

Parasites of minnow: A – spores of the myxosporean *Zschokkella nova* in the gall bladder; Б – anchors of the monogenean *Gyrodactylus limneus* from the nasal cavity; B – haptor of the monogenean *Cleidodiscus brachus* on the gills; Г – anchors of the monogenean *Gyrodactylus cyprini* (or a related species) on the gills; Д – the infusorian *Apiosoma phoxini* on the fin; E – the infusorian *Epistylis phoxini* on the gills; Ж – the infusoria *Trichodina* sp. on the gills

Семейство Myxobolidae Thelohan, 1892

Myxobolus dogieli I. et B. Bychowsky, 1940

Хозяин: речной гольян

Локализация: цисты в районе сердца, споры в почках и мышцах

Зараженность рыб составляла в июне 2012 г. в р. Унгра 20,0 %, в р. Чульман паразит найден у одного из 8 рыб (5,6 и 3,1 % соответственно в июле-августе в предыдущие годы [6]).

Myxobolus ellipsoides Thelohan, 1892

Хозяин: речной гольян

Локализация: цисты в районе сердца, споры в жабрах, мышцах и почках

Обнаружен у рыб в июне 2012 г. в р. Унгра – 53,3 %; в Чульмане у двух из 8 рыб и отмечен в р. Чульман в предыдущие годы в июле-августе (3,1 %) [6].

Myxobolus macrocapsularis Reuss, 1906

Хозяин: речной гольян

Локализация: цисты на жабрах

Цисты со спорами и многочисленные споры найдены у двух из 8 гольянов в р. Чульман в июне 2012 г.

Myxobolus mongolicus Pronin, 1973

Хозяин: речной гольян

Локализация: цисты на жабрах

Экстенсивность инвазии рыб составляла в р. Унгра 26,7 %, в р. Чульман споры найдены у трех из 8 рыб (3,1 % – в предыдущие годы в июле-августе).

Myxobolus muelleri Butschli, 1882

Хозяева: налим, речной гольян

Локализация: печень, желчный пузырь, кишечник, мышцы

Паразит обнаружен в печени и желчном пузыре налима и на кишечнике, в мышцах и печени гольяна (46,7 % в р. Унгра, у трех из 8 рыб в р. Чульман в июне 2012 г.).

Myxobolus musculi Keysselitz, 1908

Хозяин: речной гольян

Локализация: мышцы

Отмечен у речного гольяна в июне 2012 г. (у 53,3 % рыб р. Унгра и у двух из 8 рыб в р. Чульман).

Myxobolus neurobius Schuberg et Schrőder, 1905

Хозяин: восточносибирский хариус

Локализация: головной, продолговатый, спинной мозг

Отмечен у одного из 26 хариусов (3,8 %) в р. Унгра.

Тип Ciliophora Doflein, 1901

Класс Oligohymenophorea de Puytorac et al., 1974

Отряд Sessilida Kahl, 1933

Семейство Epistylidae Kahl, 1933

Apiosoma phoxini Lom, 1966 (рисунок, Д)

Хозяин: речной гольян

Локализация: плавники, жабры

Инфузории найдены в июне 2012 г. у большинства рыб в р. Унгра (экстенсивность инвазии – 80 %, интенсивность – 5-165 экз., средняя – 42,1; индекс обилия – 31,0), в р. Чульман – у двух из 8 гольянов (интенсивность – 14-16 экз.).

Apiosoma piscicolum Blanchard, 1885

Хозяин: речной гольян

Локализация: плавники, жабры

Паразит единично найден у 13,3 % гольянов в июне 2012 г.

Epistylis lwoffi Faure-Fremiet, 1943

Хозяин: речной гольян

Локализация: плавники, жабры

Паразит единично найден у одного из 15 гольянов в июне 2012 г. (6,7 %).

E. phoxini Scheubel, 1973 (рисунок, Е)

Хозяин: речной гольян

Локализация: плавники, жабры

Паразит обнаружен у двух из 15 гольянов в июне 2012 г. (13,3 %; интенсивность инвазии – 1-10 экз., средняя – 5,5; индекс обилия – 0,7).

Отряд Mobilida Kahl, 1933

Семейство Trichodinidae Raabe, 1959

Trichodina mira Kaschkovsky, 1974

Хозяин: речной гольян

Локализация: плавники, жабры

Эти инфузории отмечены у гольянов в июне 2012 г. (в р. Унгра – 13,3 %; интенсивность – 1-39 экз., средняя – 20,0; индекс обилия – 2,7; в р. Чульман – у двух рыб единично).

***Trichodina* sp.** (рисунок, Ж)

Хозяин: речной гольян

Локализация: плавники, жабры

Крупные инфузории (диаметр прикрепительного диска составлял до 70 мкм) с большим числом зубцов в прикрепительном диске (около 40 и более) отмечены у гольянов в реках Унгра (6,7 %; 7 экз.) и Чульман (у двух рыб из 8; 1-3 экз.) в июне 2012 г. В этот период наблюдалось активное размножение триходин на рыбах в р. Унгра. Уточнение их видового статуса требует дополнительного изучения, возможно, они относятся к новому виду.

Paratrichodina incisa (Lom, 1959)

Хозяин: речной гольян

Локализация: плавники, жабры

Это один из наиболее часто встречающихся у гольянов в июне видов инфузорий (экстенсивность инвазии – 80,0 %, интенсивность – 1-20, средняя – 4,8; индекс обилия – 3,8).

P. phoxini Lom, 1963

Хозяин: речной гольян

Локализация: мочеточники, мочевой пузырь

Экстенсивность инвазии рыб – 20,0 %, интенсивность заражения – 1-19, средняя – 8,0; индекс обилия – 1,6.

Тип Plathelminthes Gegenbaur, 1859

Класс Monogenoidea (van Beneden, 1858) Bychowsky, 1937

Отряд Dactylogyridea Bychowsky, 1937

Семейство Ancyrocephalidae Bychowsky, 1937

Cleidodiscus brachus Mueller, 1938 (рис. 1В)

Хозяин: речной гольян

Локализация: жабры

Характерный для гольянов вид моногеней, распространенный в Сибири, на Дальнем Востоке и в Северной Америке [7]. Обнаружен у двух гольянов в р. Чульман в количестве 6-11 экз., вполне возможны находки в р. Унгра.

Семейство Tetraonchidae Bychowsky, 1937

Tetraonchus monenteron (Wagener, 1857)

Хозяин: щука

Локализация: жабры

Специфичный паразит щук. Обнаружен у трех из 8 щук в р. Унгра в 12 км от кордона Юхта (интенсивность инвазии – 20-450 экз., средняя – 213,3; индекс обилия – 91,4), у одной щуки – из р. Алдан (8 экз.).

Отряд Gyrodactylidea Bychowsky, 1937

Семейство Gyrodactylidae Van Beneden et Hesse, 1863

Gyrodactylus cyprini Diarova, 1964 (или близкий к нему) (рисунок, Г)

Хозяин: речной гольян

Локализация: жабры

Этот вид ранее отмечался у сазана, однако наши экземпляры очень похожи на него, возможно, близкий вид. Обнаружен у одного из 8 гольянов в р. Чульман, интенсивность – 3.

Gyrodactylus limneus Malmberg, 1964 (рисунок, Б)

Хозяин: речной гольян

Локализация: плавники, кожа, носовая полость, реже – жабры

Специфичный для гольянов вид. Один из наиболее часто встречавшихся в июне 2012 г. эктопаразитов гольяна (в р. Унгра экстенсивность инвазии – 40,0 %, интенсивность – 1-48, средняя – 10,8; индекс обилия – 4,3; в р. Чульман – у четырех из 8 рыб, интенсивность – 2-35, средняя – 12,1).

Gyrodactylus konovalovi Ergens, 1976

Хозяин: речной гольян

Локализация: плавники, кожа, жабры

Один экземпляр найден в июне 2012 г. (6,7 %).

Класс Cestoda Rudolphi, 1808

Отряд Pseudophyllidea Carus, 1863

Семейство Triaenophoridae Lönnberg, 1889

Triaenophorus nodulosus (Pallas, 1781)

Хозяева: восточносибирский хариус, щука, окунь

Локализация: кишечник, печень

В половозрелом состоянии характерный паразит щук. Обнаружен у 8,3 % хариусов (интенсивность инвазии – 1-4, средняя – 2,5; индекс обилия – 0,2), у 6 из 7 щук (интенсивность – 3-22, средняя – 13,0; индекс обилия – 11,1) и у одного из 8 окуней (1 экз.).

Семейство Diphyllobothriidae Lühe, 1910

Ligula intestinalis (Linnaeus, 1758) плероцеркоид

Хозяева: щука, окунь

Локализация: полость тела

Паразит обнаружен у одной из 7 щук (интенсивность инвазии – 2,0), у двух из 8 окуней (по одному паразиту).

Отряд Proteocephalidea Mola, 1928

Семейство Proteocephalidae La Rue, 1911

Proteocephalus torulosus (Batsch, 1786)

Хозяева: сибирский елец, речной гольян

Локализация: кишечник

Паразит обнаружен у двух из 7 ельцов (интенсивность инвазии – 1-4 экз.) и у гольянов в июле-августе (экстенсивность инвазии – 5,6 %, интенсивность инвазии – 1,0; индекс обилия – 0,1), в р. Чульман – 1 экз. у одного из 8 гольянов.

Класс Trematoda Rudolphi, 1808
Отряд Strigeida La Rue, 1926
Семейство Diplostomatidae Poirier, 1886

Diplostomum phoxini Faust, 1918, метацеркарии

Хозяин: речной гольян

Локализация: головной мозг

Специфичный паразит гольянов [8]. Экстенсивность инвазии – 100 %, интенсивность инвазии – 2-45 (до 68), индекс обилия – 10,3 (до 25,4); в р.Чульман – у пяти из 8 гольянов (интенсивность инвазии – 1-18, средняя – 4,3).

***Diplostomum* sp. 1** метацеркарии

Хозяин: речной гольян

Локализация: стекловидное тело глаза

Экстенсивность инвазии – 33,3 % в июне 2012 г. и 4,2 % – в июле-августе в предыдущие годы [6], интенсивность – 1-2, средняя – 1,2; индекс обилия – 0,2.

***Diplostomum* sp. 2** метацеркарии

Хозяин: восточносибирский хариус

Локализация: стекловидное тело глаза

Один экземпляр паразита обнаружен у одной из 26 исследованных рыб (3,8 %).

***Diplostomum* sp. 3** метацеркарии

Хозяин: пестроногий подкаменщик

Локализация: стекловидное тело глаза

Паразит обнаружен у одной исследованной рыбы в количестве 37 экз. [6].

Семейство Azygiidae Lühe, 1909

Azygia robusta Odhner, 1911

Хозяин: налим

Локализация: кишечник

Обнаружен у одного экземпляра налима [6].

Отряд Plagiorchiida La Rue, 1957
Семейство Allocreadiidae Looss, 1902

Crepidostomum farionis (Müller, 1780) Lühe, 1909

Хозяин: восточносибирский хариус

Локализация: кишечник

Экстенсивность инвазии – 20,0 %, интенсивность – 1-4, индекс обилия – 0,5.

Bunodera luciopercae (Müller, 1776) Lühe, 1909

Хозяева: восточносибирский хариус, речной гольян

Локализация: кишечник, внутри жаберной дужки гольяна (случайно)

Экстенсивность инвазии хариусов – 10,0 %, интенсивность – 1,0, индекс обилия – 0,1; одна находка у гольяна (6,7 %, одна особь).

Тип Nemathelminthes Schneider, 1873
Класс Nematoda Rudolphi, 1808 нематоды
Отряд Enoplida Chitwood. 1933
Семейство Capillariidae Railliet, 1915

Pseudocapillaria salvelini (Poljansky, 1952)

Хозяин: восточносибирский хариус

Локализация: кишечник

Экстенсивность инвазии составляет 15,4 %; интенсивность – 1-7 экз., средняя – 3,0; индекс обилия – 0,5.

Отряд Ascaridida Skrjabin et Schulz, 1940
Семейство Anisakidae Railliet et Henry, 1912
Raphidascaris acus (Bloch, 1779)

Хозяева: восточносибирский хариус, щука, окунь, речной гольян

Локализация: кишечник, стенки кишечника

Паразит обнаружен у хариуса (экстенсивность инвазии – 20,0 %, интенсивность – 4 экз., индекс обилия – 0,8), у 6 из 7 щук (интенсивность инвазии – 1-10, средняя – 4,3; индекс обилия – 3,7), у одного из 8 окуней (интенсивность инвазии – 2,0), у одного гольяна (интенсивность – 1,0; индекс обилия – 0,1). В р. Чульман интенсивность инвазии гольяна достигала 13 экз.

Отряд Spirurida Chitwood, 1933
Семейство Camallanidae Railliet et Henry, 1915
Camallanus lacustris (Zoega, 1776)

Хозяин: окунь

Локализация: кишечник

Паразит обнаружен у одного из 8 окуней (интенсивность инвазии 1,0).

Семейство Cystidicolidae Skrjabin, 1946
Sterliadochona ephemeridarum (Linstow, 1872)

Хозяева: восточносибирский хариус, острорылый ленок

Локализация: кишечник, желудок

Паразит обнаружен у хариуса (экстенсивность инвазии – 10,0 %, интенсивность – 1-79, индекс обилия – 0,4), у одного из 9 ленков (интенсивность инвазии – 52,0).

Ascarophis skrjabini (Layman, 1933) Poljansky, 1952

Хозяева: острорылый ленок, окунь

Локализация: кишечник

У ленков экстенсивность инвазии достигала 33,3 %; интенсивность – 6-12 экз., индекс обилия – 2,8, у одного из 8 окуней (интенсивность инвазии – 2,0).

Тип Arthropoda Siebold et Stannius, 1848
Класс Crustacea Lamarck, 1801
Отряд Poecilostomatoida Thorell, 1859
Семейство Ergasillidae Edwards, 1840
Ergasilus briani Markewitsch, 1932

Хозяин: речной гольян

Локализация: жабры

Экстенсивность инвазии рыб в р. Унгра в июне 2012 г. составляла 66,7 %, интенсивность – 1-20, средняя – 3,3; индекс обилия – 2,2; в июле-августе [6] – 38,9 %, интенсивность – 1-5 экз., средняя – 1,9; индекс обилия – 0,7. В р. Чульман в июне, по нашим данным, у гольянов было примерно равное соотношение *E. briani* и *E. sieboldi* (заражено по 3 из 7 гольянов, интенсивность – 3-4 экз., средняя – 3,3).

E. sieboldi Nordmann, 1832

Хозяин: речной гольян

Локализация: жабры

В р. Унгра этот вид пока не обнаружен, в Чульмане интенсивность инвазии рыб составляла 3-6, средняя – 4,3.

Отряд Siphonostomatoida Latrelle, 1829
Семейство Lernaeopodidae Edwards, 1840
Salmincola thymalli (Kessler, 1868)

Хозяин: восточносибирский хариус
Локализация: жабры
Экстенсивность инвазии – 10,0 %, интенсивность – 2 экз., индекс обилия – 0,2.

Basanistes briani Markewitsch, 1936

Хозяин: осторылый ленок
Локализация: внутренняя поверхность жаберных крышек
Заражен один из 9 экз. ленков, интенсивность инвазии – 2,0.

Basanistes woskobojnikovi Markewitsch, 1936

Хозяин: таймень
Локализация: внутренняя поверхность жаберных крышек
Паразит обнаружен у одной неполовозрелой особи из р. Унгра.

В р. Унгра представлены как эктопаразиты с прямым циклом развития (инфузории, моногенеи, ракообразные) (18 видов), так и эндогельминты, развивающиеся со сменой хозяев (15 видов). Вместе с миксоспоридиями (11 видов) последние составляют доминирующую группу паразитов со сложным жизненным циклом (26 видов). Лишь 6 из них используют в качестве промежуточных хозяев планктонные организмы, большинство паразитов, включая миксоспоридий, связаны в своем развитии с донными беспозвоночными, что характерно для горной реки.

У основного объекта исследования речного гольяна найдено 27 видов паразитов, среди которых преобладали миксоспоридии и инфузории (по 8 видов), моногенеи (4 вида) и трематоды (3 вида). Такой состав определяется приуроченностью гольянов к мелководным участкам реки, плесам и их питанием преимущественно беспозвоночными бентоса (олигохеты служат хозяевами миксоспоридий, нематод *R. acus*, моллюски – сосальщиков), в рацион гольянов входят также водоросли, насекомые и их личинки. Планктонные организмы играют меньшую роль в диете гольяна. Сибирский елец в целом экологически близок к гольяну, но в большей степени использует планктон, поэтому с большей интенсивностью заражен цестодой *Proteocephalus torulosus*.

У восточносибирского хариуса найдено 10 видов паразитов, в первую очередь гельминтов (нематод и трематод). Набор паразитов хариуса показывает, что в его рацион входят личинки амфибиотических насекомых (поденок, ручейников, двукрылых), олигохеты, а также планктонные организмы. В июне 2012 г. основу питания хариусов составляли падающие в воду наземные насекомые, численность которых в желудках рыб составляла десятки, сотни экземпляров (жуки, клопы и др.). Типичным бентофагом является осторылый ленок [9], у которого отмечено 3 вида паразитов, два из них – нематоды. Хищники представлены щукой, окунем, налимом [10]. Их инвазия – разнообразными гельминтами, высокие показатели зараженности щуки определяются питанием рыбой.

Самыми распространенными в р. Унгра паразитами являются ленточные черви *Triaenophorus nodulosus* и круглые *Raphidascaris acus*. Щука является постоянным источником заражения других рыб в реке *T. nodulosus*. Особенностью реки является отсутствие скребней, что связано с отсутствием в ней амфипод и изопод – промежуточных хозяев гельминтов.

Отметим наиболее патогенные для рыб виды паразитов. Это гельминты пищеварительной системы рыб с личинками, локализующимися на печени «мирных» рыб (*T. nodulosus*, *R. acus*) и в полости тела (*Ligula intestinalis*); паразиты нервной системы (головного мозга и глаз) *Diplostomum phoxini* и *Diplostomum* spp., эктопаразиты, обитающие на плав-

никах, коже и жабрах моногенеи рода Gyrodactylus [11] и *Cleidodiscus brachus*, кругоресничные инфузории-триходиниды. Однако признаков заболеваний рыб мы не отмечали, опасных для человека паразитов в р. Унгра также не обнаружено. Общую паразитологическую ситуацию в р. Унгра можно оценить как относительно благополучную, уровень зараженности рыб в целом невысок.

Авторы выражают признательность председателю Комитета охраны природы г. Нерюнгри С.Н. Будуеву за предоставленную возможность работать в ресурсном резервате «Унгра» и ректору Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета доктору техн. наук Г.Н. Киму за материальную поддержку экспедиции в Якутию.

Список литературы

1. Глушанов А.В., Осадчий В.Г. По рекам и горам Якутии. – Якутск: Якутск. кн. изд-во, 1990. – 208 с.

2. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищ. пром-сть, 1966. – 376 с.

3. Быховская-Павловская И.Е. Паразиты рыб. Руководство по изучению. – Л.: Наука, 1985. – 121 с.

4. Кириллов Ф.Н. Рыбы Якутии. – М.: Наука, 1972. – 360 с.

5. Пугачев О.Н. Паразиты пресноводных рыб северо-востока Азии. – Л.: Изд-во Зоол. ин-та АН СССР, 1984. – 156 с.

6. Резник И.В. Паразитофауна рыб реки Унгра (Южная Якутия) // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2006. – Вып. 18. – С. 126-132.

7. Пугачев О.Н. Каталог паразитов пресноводных рыб Северной Азии. Книдарии, моногенеи, цестоды // Тр. ЗИН РАН. – СПб., 2002. – Т. 297. – 248 с.

8. Пугачев О.Н. Каталог паразитов пресноводных рыб Северной Азии. Трематоды // Тр. ЗИН РАН. – СПб., 2003. – Т. 298. – 224 с.

9. Ермоленко А.В. Паразиты рыб пресноводных водоемов континентальной части бассейна Японского моря. – Владивосток: ДВО РАН, 1992. – 238 с.

10. Никольский Г.В. Частная ихтиология: 3-е. изд. – М.: Высш. шк., 1971. – 472 с.

11. Bakke T.A., Cable J., Harris P.D. The Biology of Gyrodactylid Monogeneans: the «Russian-Doll Killers» // Advances in Parasitology. – 2007. – Vol. 64. – P. 162-376.

Сведения об авторах: Буторина Тамара Евгеньевна, доктор биологических наук, профессор, e-mail: boutorina@mail.ru;

Резник Инна Вячеславовна, кандидат биологических наук, зам. начальника Испытательной лаборатории, e-mail: inn-r@mail.ru;

Корнеев Алексей Александрович, студент;

Глушак Дмитрий Владимирович, студент.

УДК 597

В.Б. Козьменко[1], П.В. Колмаков[2]
[1]ФГБУ НОК «Приморский океанариум» ДВО РАН,
690091, г. Владивосток, о-в Русский, б. Парис
[2]Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

БИОЛОГИЯ И ЖИЗНЕННАЯ СТРАТЕГИЯ *GRACILARIA VERRUCOSA* В ЛАГУНАХ ХАСАНСКОГО РАЙОНА ПРИМОРСКОГО КРАЯ

На юге Приморского края в лагунах Хасанского района обитает неприкрепленная форма красной водоросли Gracilaria verrucosa. Проведено исследование распределения грацилярии по плотности в лагунах, миграции в протоках. Получены данные по росту талломов из различных мест лагун на экспериментальной установке. Обсуждаются возможные пути проникновения грацилярии в замкнутые лагуны. Исследуется стратегия грацилярии, которая может проявляться в зависимости от ресурсов среды от r-стратегии до К-стратегии. Предложено использование данных о стратегии в разработке биотехнологии культивирования грацилярии в лагунах и других водоемах Южного Приморья.

***Ключевые слова**: биология, грацилярия, рост, условия существования, жизненная стратегия, лагуны.*

V.B. Kozmenko, P.V. Kolmakov

BIOLOGY AND LIFE STRATEGY OF *GRACILARIA VERRUCOSA* IN LAGOONS OF HASANSKY REGION PRIMORSKY TERRITORY

The unattached form of red algae Gracilaria verrucosa has been lived in the south of Primorsky Territory, in the lagoons of Hasansky region. A survey was made about distribution of gracilaria density in lagoons, and about movement in the channels. We recived data for grouth thalloms from different places of lagoons with help of experimental mount. Possible ways of hitting Gracilaria in closed lagoons were discussed. Strategy of gracilaria was researched that can be changed from R-strategy to K-strategy depending on nature resources. Authors suggest to use information about strategy in developing of biotechnology of Gracilaria in lagoons and in other water bodies of south Primorsky region.

***Key words**: biology, gracilaria, grouth, factors of nature, life strategy, lagoons.*

Введение

Исследования по биологии и экологии являются предшествующими перед изучением различных стратегий живых организмов для введения их в марикультуру. Использование ресурсов среды есть жизненная функция организмов.

Ресурсами среды для водорослей являются температура, pH воды, уровень освещенности, соленость воды, содержание биогенов, которые формируются средой обитания. Не менее важно учитывать генетику и реакцию растения на воздействие внешних факторов.

Это всецело относится и к водорослям-макрофитам. Для введения их в культуру необходимо учитывать управляющие внешние факторы среды и внутренние, генетически детерменированные, которые позволяют получать необходимые продукционные показатели [1, 2].

Марикультура красных водорослей-макрофитов как источник агара, в частности различных видов грацилярии, хорошо развита за рубежом [3, 4, 5]. Одним из перспективных объектов марикультуры для Приморья можно считать красную водоросль грацилярию бородавчатую, которую используют во всем мире как источник агара – желирующего про-

дукта, применяемого во многих отраслях промышленности и в медицине. В Приморском крае пока нет марикультуры этой водоросли, хотя проведено эколого-биологическое исследование грацилярии [6], получены предварительные результаты по ее культивированию [7] и предложена технология плантационного выращивания грацилярии в лагунах [8].

Использование организмом ресурсов среды есть проявление различных жизненных стратегий. Морфологическая стратегия организмов, имеющих определенную морфоформу в зависимости от факторов внешней среды, широко распространена в мире. Биологическая стратегия вида проявляется в различной скорости роста, освоении территории, взаимодействии с другими видами организмов. Для водорослей эту стратегию можно отметить при конкурентных взаимоотношениях [9].

Проявлением жизненной стратегии для красных водорослей рода *Gracilaria* – *G. bursa-pastoris* (Gemlin) Silva и *G. Gracilis* (Stackhouse) Steentoft – можно считать различное время спороношения в средиземноморских лагунах (Франция). Так, *G. bursa-pastoris* имела максимум спороношения весной, при прогреве лагун с 15 до 20 °С с одновременным резким снижением биомассы. *G. gracilis* имела короткий половозрелый период с размножением в зимний период, когда температура снижалась до 10 °С и ниже [10]. Таким образом, распределялись экологические ниши сходных видов на одном биотопе.

В Приморском крае наряду с видами грацилярии, ведущими для макроформ прикрепленный образ жизни и размножающимися путем спороношения, в том числе и полового, обитает неприкрепленная форма грацилярии, найденная в лагунах Хасанского района [6]. Неприкрепленный образ существования можно считать проявлением жизненной стратегии. Эта грацилярия была определена как *G. verrucosa* (Hadson) Papenfuss на основании анализа внешнего вида и строения слоевища. Ее можно считать перспективным объектом марикультуры, так как она имеет скорость роста в лабораторной культуре до 18 %, в плантационной культуре – до 12 % [3]. Посадочный материал можно хранить в контролируемых экспериментальных условиях длительное время [11] и в естественных условиях обитания [6, 7]. Количество агара в грацилярии может быть до 48 % [6].

Цель работы: на основании литературных данных и собственных исследований изучить различные стратегии неприкрепленной формы грацилярии в лагунах Хасанского района для введения ее в марикультуру.

Объекты и методы исследований

Лагуны, где обитает грацилярия, расположены на юге Приморского края, в Хасанском районе, и хорошо описаны Т.В. Титляновой с соавторами [6, 7]. Лагуны Первая протока и Вторая протока замкнуты и изолированы от моря песчаной косой (рис. 1).

Другие лагуны представляют собой сеть проток, сообщающихся временно или постоянно в зависимости от погодных условий. В период сильных южных ветров, который наступает чаще всего в августе, нагонный ветер поднимает уровень моря, и морская вода со скоростью до 0,5 м/с перемывает песчаную косу, причем высота волны в некоторых местах достигает 0,5 м. После нагона возникают временные протоки, по которым избыток морских вод уходит в море. При этом в лагуны забрасывается масса плавающих в прибрежной полосе гидробионтов, которые участвуют в формировании илистых грунтов. Во время дождей увеличивается терригенный сток, который несет большое количество аллювиального материала и биогенные элементы.

Наблюдение за популяцией грацилярии проводили в весенне-осенние периоды в течение пяти лет. Визуально фиксировали появление водоросли, ее миграцию по протокам, развитие формирующихся сообществ и распространение грацилярии в лагунах. Для оценки ростовых характеристик были поставлены эксперименты по выращиванию водорослей из разных мест обитания. Для количественного анализа водоросли собирали с помощью рамки размером 25 × 25 см в местах, характерных для произрастания грацилярии (рис 1).

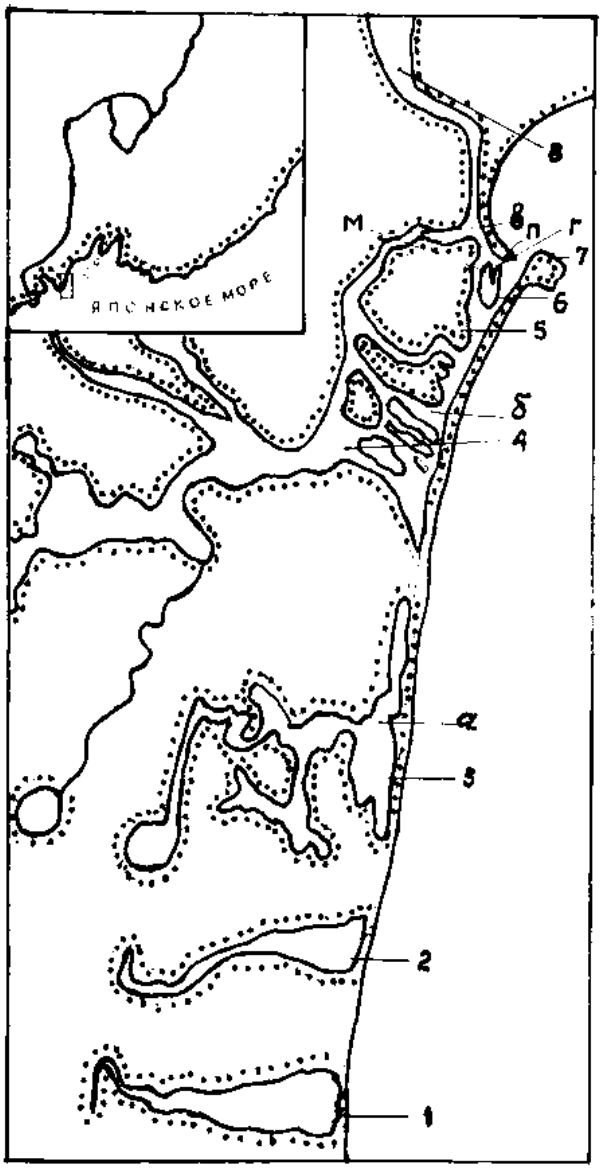


Рис. 1. Карта-схема района работ
в лагунах Хасанского района:
1 – лагуна Первая протока;
2 – лагуна Вторая протока;
3 – лагуна протока Огородная;
4 – Голубиная протока; 5 – о-в Большой;
6 – о-в Малый; 7 – м. Островок Фальшивый;
8 – протока к о-ву Тальми;
а, б, в, г – места сбора грацилярии
для эксперимента; м – место установки
для эксперимента по выращиванию;
п – полигон

Fig. 1. Map-scheme region of works
in lagoons of Hasan region:
1 – lagoon Pervaya canal; 2 – Vtoraya canal;
3 – Ogorodnaya canal; 4 – Golubinaya canal;
5 – i. Big; 6 – i. Small; 7 – cape Islend noreal;
8 – canal with lake Talmy;
а, б, в, г – place collection of gracilaria
on experiment; m – place of experimental
mount for grouth algae; п – poligon

Полигоном для наблюдений за стратегией развития грацилярии была выбрана полузамкнутая протока на о-ве Малый, описание которой дано в работах [8], [12]. Сбор материала проводили по общепринятым методикам [13]. Морфометрические параметры измеряли в лаборатории вблизи от полигона. Морфоформы оценивали визуально, сравнивая друг с другом. Выделение морфоформ проводили на основании различий внешнего вида, длины ветвей и количественного соотношения ветвей различных порядков. Выборка составляла не менее 100 экз. При наличии 90 % отличия по принятым нами признакам водоросль относилась к одной из морфоформ. Принцип порядковости ветвей принят, как при исследовании цистозиры на Черном море [14]. Всего было выделено три морфоформы: *маловетвистая*, *средневетвистая*, *многоветвистая*.

Для проведения экспериментов по росту водорослей из различных мест обитания была создана установка (рис. 2).

С помощью насоса, работающего от ветряного двигателя, вода из лагуны подавалась в накопительную непрозрачную емкость, откуда самотеком поступала в емкости-культиваторы, где находилась грацилярия. Емкости-культиваторы были изготовлены из пластика, объем – 1 литр, проток был настроен так, чтобы скорость его была не выше чем в лагунах

в спокойный период -2-3 см/с. Грацилярия собиралась из четырех мест (см. рис. 1), очищалась от обрастателей и помещалась в установку. Повторность эксперимента была трехкратной. Измерение массы материала в начале и конце эксперимента проводили по общепринятым методикам [15]. Скорость роста рассчитывали по экспоненциальному закону [6].

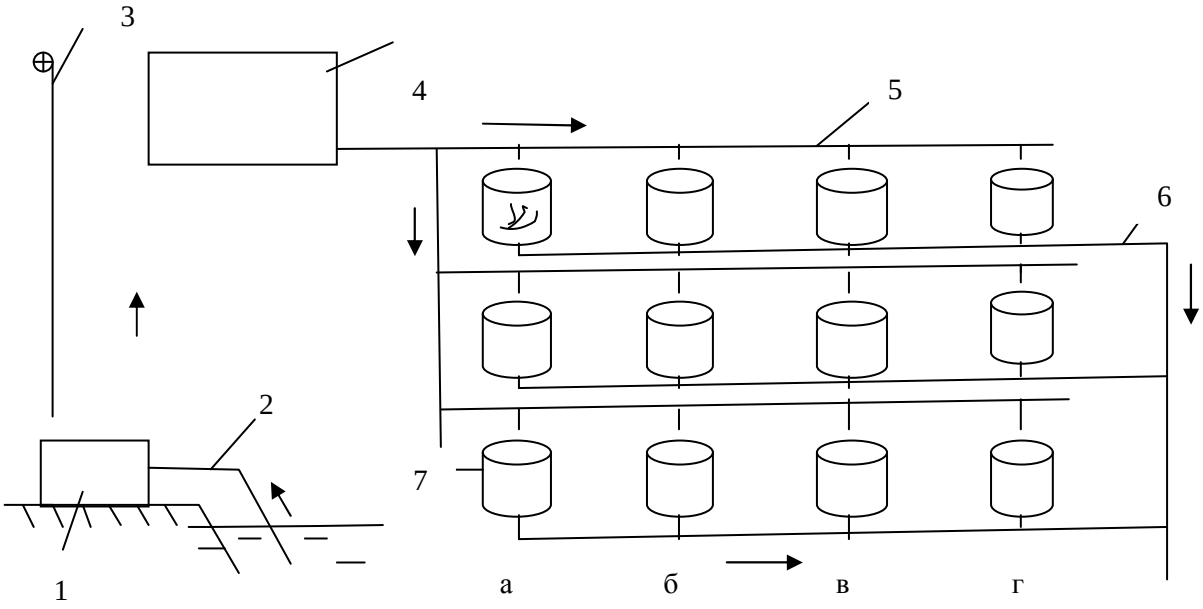


Рис. 2. Схема установки для экспериментов по выращиванию водорослей: 1 – насос; 2 – подающий водовод; 3 – ветряной двигатель; 4 – накопительная емкость; 5 – трубопровод для подачи воды; 6 – отводящий трубопровод; 7 – емкости-культиваторы для водорослей, стрелками показано движение воды; а, б, в, г – обозначение мест сбора грацилярии (см. рис. 1)
Fig. 2. Scheme of experiment mount for grouth of algae: 1 – pump; 2 – feed water line; 3 – wind turbines; 4 – cumulative capacity; 5 – funded capacity trupoprovod for water supply; 6 – outlet conduit; 7 – capacity-cultivators for algae, the arrows show the movement of water; а, б, в, г – designation of collection sites *Gracilaria* (see fig. 1)

Результаты и обсуждение

При обследовании лагун установлено, что грацилярия присутствует почти во всех исследованных нами акваториях (см. рис. 1). Места обитания грацилярии располагаются полосой вдоль песчаной косы на ширине до 300 м от моря. Грацилярия находится большей частью вдоль берегов лагун среди зарослей руппии и зостеры. Плотность распространения колебалась в широких пределах. На момент съемки в протоках отмечали как разрозненные – до 0,1 кг/м^2 во Второй протоке, Голубиной протоке, так и массовые – до 2,5 кг/м^2 на плесе за о-вом Малый скопления водорослей.

Следует отметить, что плотность и места расположения менялись в течение периода изучения вследствие воздействия ветров и течений. Поэтому методы, пригодные для оценки плотности стабильных популяций, имели для лагун относительный характер. Однако общая закономерность расположения зарослей грацилярии сохранялась – плотность водорослей возрастала по мере приближения к выходу протоки в море. В течение летнего сезона происходит постепенное возрастание плотности грацилярии в районе плеса за о-вом Малый с 0,5 кг/ м^2 в июне до 3 кг/м^2 в августе.

В отдаленных участках акватории отмечено уменьшение плотности водоросли. Так, по мере продвижения по протокам за о-в Большой плотность водорослей уменьшается

от 0,6 до 0,05 кг/м^2. В сентябре грацилярия остается на небольших участках за о-вами Малый и Большой с максимальной плотностью для этого периода – 0,3-0,4 кг/м^2. В остальных местах плотность снижается до 0,1 кг/м^2.

На полигоне о-ва Малый в апреле месяце после схода льда грацилярия не была обнаружена. В мае из ила появляются небольшие фрагменты водорослей до 0,5 см длиной. Во время приливов отдельные фрагменты дополнительно попадают в водоем полигона. В августе грацилярия заполняет почти треть площади полигона. Плотность пласта грацилярии доходила до 6,5 кг/м^2, при толщине его 0,3 м. Это максимальная плотность для лагун Хасанского района в этот период.

При выходе избытка воды из лагун в августе наблюдали массовый вынос грацилярии вместе с другими видами водорослей. При скорости течения 0,2 м/с плотность выноса была до 5 растений на квадратный метр.

Данные по морфометрическим характеристикам водорослей, собранных в июле, представлены в табл. 1.

Нами выделено три морфоформы – *маловетвистая*, *средневетвистая* и *многоветвистая*, – отличающиеся по ряду признаков. Сходные морфологические формы водорослей отмечены в [16]. Форма *маловетвистая* аналогична форме *редковетвистая* (f. rariramosa f. nov.), форма *средневетвистая* аналогична форме *зостеровая* (f. zostericola f. nov.), форма *многоветвистая* аналогична форме *густоветвистая* (f. densiramosa Titl. et Skript. f. nov.) [16]. Во время исследований различные морфоформы отмечали одновременно во всех местах проведения работ. Какой-либо закономерности встречаемости морфоформ отмечено не было, но преобладающей по количеству была морфоформа *средневетвистая* (табл. 1).

Таблица 1

Морфометрические характеристики грацилярии, обитающей в лагунах Хасанского района

Table 1

Morphometric characteristics inhabiting *Gracilaria* in the lagoons Khasan district

Наименование морфоформ	Морфометрические характеристики				
	Количество порядков ветвей	Цвет	Длина, см	Масса, г	Встречаемость, %
Маловетвистая	3-4	От темно-оливкового до темно-красного	13±4,3	20±8,1	21
Средневетвистая	5-6	От темно-оливкового до светло-оливкового	19±5,2	15±3,1	43
Многоветвистая	6-7	От коричневого до красноватого	24±8,4	22±9,3	36

Массовая фрагментация растений начинается в конце сентября – начале октября. Отмечали три варианта механизма этого процесса. В первом варианте у водорослей, обитающих в затишных местах лагун, наблюдается нарушение пигментации в виде колец толщиной 1-2 мм примерно через 2-3 см практически по всему таллому. Через 2-3 недели талломы водорослей в этих местах разделяются, и часть отдельных фрагментов разрушается, часть заиливается, остальные выносятся в протоки. При втором варианте амфиподы, поселяющиеся на грацилярии, повреждают талломы во многих местах, водоросль фрагментируется на участки различной длины, которые так же, как и в первом варианте, разрушают-

ся, заиливаются или выносятся при отливе в море. Такой вариант наблюдали у водорослей, растущих в местах с хорошим водотоком. Третий вариант наблюдали при заиливании талломов в илу до середины таллома или осушении. При этом грацилярия начинает фрагментироваться в частях талломов, погруженных в ил. Формирующиеся фрагменты талломов также подвергаются разрушению и выносятся в море. Такие процессы наблюдали у грацилярии на плесах. В начале ноября грацилярия практически отсутствует в лагунах. Зимуют фрагменты водорослей, погруженные в ил и вмороженные в лед. Такова стратегия переживания неблагоприятных условий грацилярии в лагунах.

На экспериментальной установке для культивирования грацилярии из различных частей лагун скорость роста водоросли отличалась незначительно. В мае она составляла 3-4 %, в июне – 5-6 %, в июле увеличивается до 9 % и снижается в августе до 6 % (рис. 3).

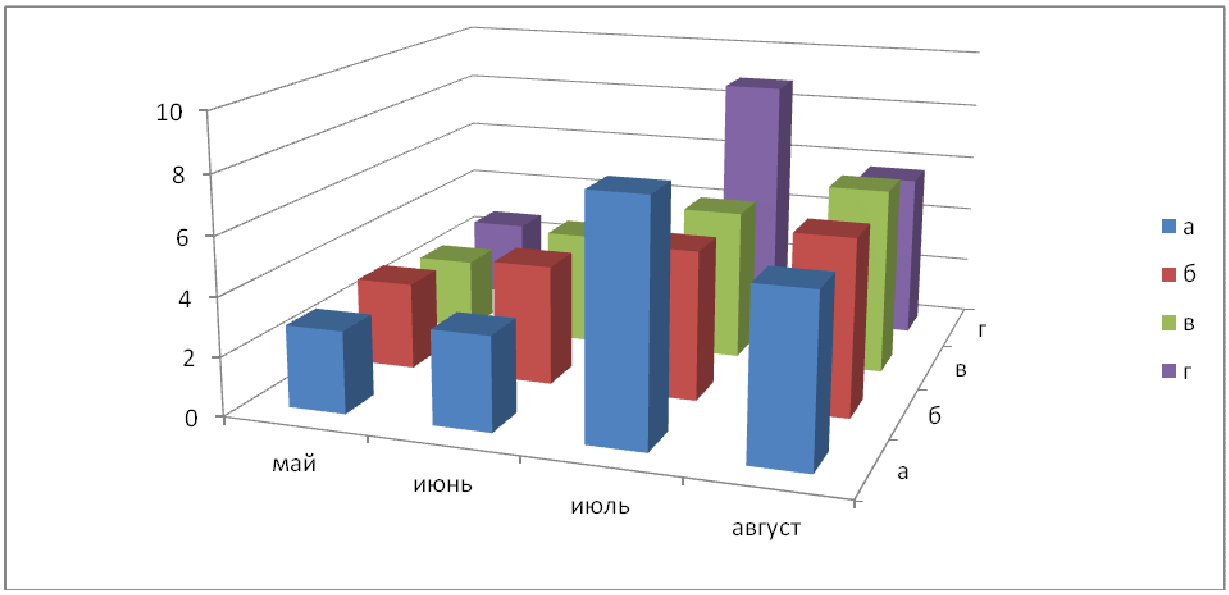


Рис. 3. Удельные скорости роста грацилярии из различных мест обитания.
По оси ординат удельные скорости роста, %, а, б, в, г – места взятия грацилярии (см. рис. 1)
Fig. 3. Specific growth rate of *Gracilaria* collected from various locations in the lagoons.
The ordinate is the specific growth rate, %, а, б, в, г – taking the place of *Gracilaria* (see fig. 1)

Таким образом, обследование лагун Хасанского района показало, что неприкрепленная форма грацилярии бородавчатой обитает почти во всех исследованных водоемах, в их мористой части. В отдаленных от моря участках лагун глубины уменьшаются, илы становятся более жидкими, увеличивается распреснение практически до 10 % и замедлен водообмен, скорость движения воды менее 0,1 м/с. По-видимому, эти факторы не позволяют грацилярии существовать в таких местообитаниях.

Представляет интерес наличие грацилярии в изолированной лагуне Вторая протока (см. рис. 1). Возможно, исторически все лагуны имели соединения или даже представляли единый водоем с общей популяцией водорослей. Сейчас наблюдается процесс обособления таких лагун. Предполагается, что для поддержания популяции в замкнутых водоемах необходимо поступление нового растительного материала. Такое поступление возможно при одновременном выносе грацилярии в б. Сивучья и промыве песчаной косы напротив Второй протоки при нагонных ветрах. Но для этого необходимо наличие грацилярии в б. Сивучья во время нагона. Это маловероятно для крупных талломов, так как в летнее время в период выхода грацилярии из лагун течение в б. Сивучья направлено на север [17], а Вторая протока расположена южнее. В период тайфунов временные протоки из б. Си-

вучьей в лагуны позволяют попадать различным растениям и животным, возможно, и микроформам водорослей, в том числе и подвижным формам при размножении организмов. Вероятно, что у исследованных лагунных форм грацилярии появляются образования, подобные таковым, как у *G. gracilis*, обитающей в озере на Сицилии [18], и способные длительное время находится в б. Сивучьей. В процессе разножения у этой формы грацилярии, обитающей на Сицилии, появляется путем коньюгации поколение, которое может размножаться вегетативно и легко переноситься на большие расстояния.

В Черном море растет бурая водоросль *Cystoseira barbata var. repens* A.Zin. et Kalug, которая представляет собой стелющуюся неприкрепленную форму, у которой утрачена почти полностью способность к половому размножению и почти редуцирован процесс образования воздушных пузырей [14]. Образование микропласта неприкрепленной формы филлофоры из прикрепленной до передвижения в поле Зернова отмечено в Черном море. В экспериментах отделенная от грунта филлофора, прикрепленная форма, через 4 месяца в экспериментальных условиях выращивания приобретала свойства филлофоры из пласта: наблюдали вегетативный рост, некоторую редукцию рецептакул [19]. В природе существует большая группа облигатно-неприкрепленных макроводорослей – бентоплейстофитов, или частично погруженных в субстрат: *Fucus, Ascophyllum, Pelvetia, Cystoseira, Hormosia*, обитающих от Новой Земли до Испании. У них отсутствуют органы прикрепления и воздушные пузыри, а вегетативные органы размножения преобладают над половыми или полностью заменяют их. Саргассы из Саргассового моря, ведущие непрекрепленный образ жизни и размножающиеся вегетативно, прикрепляясь к плавающим предметам, начинают продуцировать рецептакулы. Следовательно, они являются экадами прикрепленных форм [20]. В Амурском зал. обнаружены фрагменты *Gracilaria sp*., которая в 1989 г. описана как *Gracilaria austramaritima nom. nudum*, Przhemenetskaya, 1989, которые вегетируют в течение года и не имеют органов размножения и органов прикрепления [21].

По-видимому, на движение талломов грацилярии по протокам влияет несколько факторов: направление ветра, прижимающего водоросли к береговым растениям или отрывающим от них, морфоформы, способствующие сцеплению грацилярии и сопутствующих видов, проходимость проток, занятых разросшимися водорослями и травами. Максимальная глубина проникновения в лагуны от береговой полосы отмечена для протоки к о-ву Тальми – 600 м от побережья. Вероятно, этому способствовала высокая скорость воды в этой протоке – до 0,5 м/с в прилив.

Скорости роста водорослей лимитируются различными факторами [1].Так как в лагунах глубина в основном достигает 1 м и взмучивание крайне редко, лимитирования по световому режиму не происходит. Оценивая концентрацию биогенов в лагунах [12] и сравнивая ее с содержанием биогенов в других местах, где встречается грацилярия, можно отметить, что лимитирования водорослей по этому фактору в лагунах Хасанского района не наблюдается (табл. 2).

Таблица 2

Содержание биогенных элементов в местах обитания грацилярии в Приморском крае

Table 2

The content of nutrients in habitats *Gracilaria* in Primorye

Место обитания	Биогенные элементы			
	Фосфаты	Аммоний	Нитриты	Нитраты
Амурский зал.	0,2-1,6 мкмолей	2-30 мкмолей	0,1-0,32 мкг-ат/л	
Р. Раздольная	1,8-2,5 мкг/л		39,5-41,7мкг/л, 2188 мкг/л	
Лагуны Хасанского района	0,1-270 мкг/л	2-12 мкмолей	100-2200 мкг/л	228 мкмолей
Пролив Старка	1,06-1,26 мкг/л			

Данные о содержании биогенных элементов взяты из работ: для лагун Хасанского района [12], для Амурского залива [22], для р. Раздольная [23, 24, 25], для пролива Старка [26].

Соленость в лагунах в течение сезона развития грацилярии находится в широких пределах (от 4 до 33 %). Распреснение в лагунах кратковременное и, по-видимому, не оказывает большого влияния на ростовые характеристики водорослей. В среднем соленость составляет от 20 до 25 %, что благоприятно для роста грацилярии [27].

Таким образом, наиболее значимым фактором для роста грацилярии в лагунах можно считать движение воды при благоприятных уровнях других факторов. В эксперименте по выращиванию грацилярии из разных мест обитания скорость подачи воды в сосуды с водорослями соответствовала средней скорости воды в местах обитания водорослей – 2-3 см/с. Вероятно, поэтому скорости роста в эксперименте были аналогичны скоростям роста грацилярии на установках в лагуне [12]. Повышенные скорости роста до 9 % у водорослей, взятых из мест под обозначением *а* и *г*, можно объяснить повышенной скоростью водообмена на установке в 2 раза по сравнению с природными местообитаниями, где средняя скорость протока равна 1-2 см/с.

Наличие различных морфометрических форм предполагает, что существует несколько мест в лагунах, где формируются определенные пулы водорослей. Различные формы встречались одновременно в различных биотопах. Вероятно, что в зависимости от внешних условий, формируются биотопы с преимущественным обитанием определенных морфоформ, которые при разнонаправленных потоках воды выносятся и концентрируются в разных местах лагун. Наличие маловетвистой формы, не изменившейся в ходе совместного выращивания с другими морфоформами [8], может говорить о генетически закрепленной программе развития водоросли, что в свою очередь позволяет предположить о заносе отличающейся формы в период формирования лагун.

Разветвление талломов грацилярии может быть обусловлено несколькими причинами. При повышении трофности водоема водоросль может менять свою морфологию. Так, *G. verrucosa f. dura* по мере приближения биотопа к берегу уменьшает размеры, ее таллом становится толще, ветви короче и появляются ответвления более высокого порядка. При этом в водоеме концентрация биогенов при приближении к берегу возрастает почти в два раза [3].

Увеличение ветвления таллома наблюдается при интенсификации обмена при относительном постоянстве остальных факторов среды обитания [27]. Данная интенсификация отмечалась при активизации движения воды, которая возрастает у разветвления и неровностях талломов. Чем сильнее рассечены слоевища у водорослей, тем они имеют более активный обмен. Так, *Chaetomorpha linum* потребляет 11 мгС /г·ч, а у *Gracilaria sp.* потребление 0,7 мгС /г·ч. Продуктивность водорослей связана с соотношением площадь/масса (удельная площадь поверхности). У водорослей, имеющих большую удельную площадь поверхности, активнее обмен и преимущество при существовании в сообществе. Так, хетоморфа имеет сильно рассеченное слоевище, удельная площадь достигает 113 $м^2$/кг, у менее рассеченной *Ceramium* – 26 $м^2$/кг [28, 29]. Следовательно, аппроксимируя закономерность ветвления у багрянок, сильноразветвленые формы грацилярии обитают в более затишной зоне лагун, чем среднеразветвленная форма. Малоразветвленная форма грацилярии обитает в водоемах с интенсивным движением воды. Наиболее подходящим местом можно считать протоку к о-ву Тальми и протоки вблизи побережья б. Сивучьей, где они и встречаются чаще всего. Строение слоевища водоросли оптимизировано по отношению к потокам воды и потреблению биогенов [1]. Морфология водорослей связана с продуктивностью, а с ней непосредственно связаны стратегии выживания, выработанные в ходе эволюции.

Современная концепция классификации по продуктивности разделяет организмы на различные стратегии [30, 31]. На основании анализа свойств грацилярии и ее реакции на

факторы внешней среды можно классифицировать стратегию жизнедеятельности грацилярии как промежуточный тип между r-стратегами и К-стратегами [31].

При существовании грацилярии и энтероморфы в сообществе энтероморфа проявляет свойства, присущие r-стратегам. Показано, что при повышенных концентрациях биогенов в биотопе полисифония и энтероморфа имеют преимущества перед грацилярией и подавляют ее. Возможно, что в зависимости от абиотических и биотических условий обитания грацилярия может проявлять различные стратегии. Так, при взаимодействии грацилярии и энтероморфы грацилярия проявляет свойства К-стратега, а энтероморфа – r-стратега. Энтероморфа вытесняет грацилярию за счет более высокой скорости потребления и роста [9]. Грацилярия при этом имеет свойства К-стратега (патиента) – способна запасать больше, чем энтероморфа питательных веществ (азота) и лучше выживает при их недостатке. В сообществе с видами, имеющими свойства К-стратега, грацилярия проявляет свойства r-стратега. Она имеет большую репродуктивную способность – 1 г карпоспорофита дает 1800 тыс. карпоспор, ее скорость роста в управляемых условиях достигает 60 % [27], биомасса в естественных условиях может составлять 6,5 кг/м^2, она воздействует на рост рупии [9]. После снижения концентрации биогенов грацилярия освобождается от обрастаний и продолжает рост и развитие.

Используя данные по стратегиям репродукции и жизнедеятельности, можно вырабатывать рекомендации для марикультуры грацилярии. Колебания факторов как внешних, так и внутренних формируют К-стратегию грацилярии в период роста. Стратегия роста грацилярии как К-стратега предполагает колебания факторов в период роста в пределах экологической толерантности. При повышенной концентрации азота в воде грацилярия запасает его и может в течение почти двух недель расходовать азот на рост.

Поэтому для разработки основ управляемого культивирования агарофита-грацилярии необходимо предварительное помещение водорослей в водоем с достаточным количеством минеральных элементов с последующим доращиванием в обедненной биогенами среде для борьбы с обрастателями r-стратегами. В дальнейшем через определенное время надо организовать подкормку растений. При снижении роста в течение периода культивирования партию выращиваемых в водоеме водорослей следует собирать для получения агара и заменять на подготовленный растительный материал.

Выводы

1. Выделены три морфоформы грацилярии из лагун Хасанского района: *маловетвистая*, *средневетвистая* и *многоветвистая*, – из которых самая массовая – *средневетвистая* с встречаемостью 43 % от общего числа водорослей в лагунах.

2. Максимальная биомасса грацилярии для лагун отмечена на полигоне о-ва Малый, она достигает 6,5 кг/м^2 в августе.

3. Неприкрепленная форма грацилярии может проявлять свойства r-стратегии или К-стратегии в зависимости от объема ресурса.

4. При разработке биотехнологии культивирования грацилярии необходимо учитывать жизненную стратегию водоросли.

Список литературы

1. Хайлов К.М., Празукин А.В., Ковардаков С.А., Рыгалов В.Е. Функциональная морфология морских многоклеточных водорослей. – Киев: Наук. думка, 1992. – С. 280.

2. Hawkins, S.J. and Hartnoll, R.G.. Factors determining the upper limits of intertidal canopy-forming algae // Marine Ecology Progress Series. – 1985. – 20. – P. 265-271.

3. Миронова Н.В. Экстенсивное культивирование грацилярии (Gracilaria): обзор // Экология моря. – 2002. – Вып. 60. – С. 65-70.

4. Chiang Y.-M.. Cultivation of Gracilaria (Rhodophycophyta, Gigartinales) in Taiwan, Proc. Int'l. Seaweed Symp. – 1981. – 10. – P. 569-574.

5. Edelstein T., Bird C. and McLachlan J. Studies on Gracilaria. 2. Growth under greenhouse conditions // Can. J. Bot. – 1976. – 54. – P. 2275-2290.

6. Титлянова Т.В., Титлянов Э.А., Козьменко В.Б. Неприкрепленная форма Gracilaria verrucosa в лагунах Южного Приморья // Биол. моря. – 1990. – № 4. – С. 45-50.

7. Титлянов Э.А., Титлянова Т.В., Скрипцова А.В. Первый опыт плантационного культивирования неприкрепленной формы агароносной водоросли грацилярии в России // Биол. моря. – 1995. – Т. 21, № 2. – С. 146-156.

8. Скрипцова А.В. Биологическое обоснование введения в культуру неприкрепленной формы Gracilaria verrucosa: автореф. дис. … канд. биол. наук. – Владивосток: Дальнаука, 1999. – С. 22.

9. Набивайло Ю.В. Конкурентные взаимоотношения морских макроводорослей в моно- и бидоминантных сообществах в природе и культуре: автореф. дис. – Владивосток, 2007. – С. 213.

10. Marinho-Soriano, E., Laugier, T., De Casabianca, M.-L., Reproductive strategy of two Gracilaria species, G. bursa-pastoris and G. gracilis, in a Mediterranean Lagoon (Thau, France) // Botanica Marina. – 1998. – 41. – P. 559-564.

11. Иванова Т.Н., Жильцова Л.В., Дзизюров В.Д. Хранение вегетативной массы макрофитов в управляемых условиях // Изв. ТИНРО. – 1994. – Т. 113. – С. 73-79.

12. Козьменко В.Б., Титлянов Э.А., Макарычева А.М. Рост неприкрепленной формы Gracilaria verrucosa в лагунах Южного Приморья // Биол. моря. – 1994. – Т. 20, № 1. – С. 42-48.

13. Аверинцев В.Г, Голиков А.Н., Сиренко Б.И., Шереметевский А.В. Количественный водолазный метод гидробиологических исследований // Подводные гидробиологические исследования АН СССР ДВНЦ: сб. – Владивосток, 1982. – № 25. – С. 48-56.

14. Калугина-Гутник А.А. Фитобентос Черного моря. – Киев: Наук. думка, 1975. – С. 1-247.

15. Зайцев Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике АН СССР Главный ботанический сад. – М.: Наука, 1984. – С. 424.

16. Скрипцова А.В., Попова Л.И., Титлянова Т.В. Полиморфизм неприкрепленной красной водоросли Gracilaria verrucosa (Huds.) Papenf.в лагунах Южного Приморья // Биол. моря. – 1998. – Т. 24, № 6. – С. 377-382.

17. Никитин А.А., Лобанов В.Б., Данченков М.А. Возможные пути переноса теплых субтропических вод в район Дальневосточного морского заповедника // Изв. ТИНРО. – 2002. – Т. 131: Условия обитания и биология гидробионтов северо-западной части Японского моря.. – С. 41-53.

18. Milena Polifrone , Flora De Masi, Gaetano M. Gargiulo Alternative pathways in the life history of Gracilaria gracilis (Gracilariales, Rhodophyta) from north-eastern Sicily (Italy) // Department of Botanical Sciences, University of Messina, Salita Sperone. – 2006. – 31, 98166. – S. Agata-Messina, Italy. – P. 15.

19. Mathieson, A.C. and E.J. Hehre. The composition, seasonal occurrence and reproductive periodicity of the Phaeophyceae (brown algae) in New Hampshire // Rhodora. – 1982. – 84:411-437. (Contribution № 975 in the Agricultural Experiment Station Series).

20. Mathieson, A.C. 1982. Seaweed Cultivation:// A Review. In: C.J. Sindermann (editor), Proceedings of the Sixth U.S.-Japan Meeting on Aquaculture, Santa Barbara, California, Au-

gust 27-28. – 1977. – P. 25-66. U.S. Dept. Comm., Rep. NMFS Circ. 442. (Contribution № 959 in the Agricultural Experiment Station Series).

21. Селиванова О.Н., Пржеменецкая (Макиенко) В.Ф., Скрипцова А.В. Таксономия Gracilaria austramaritima (Gracialiares, Rhodophyta) из российских вод Японского моря // Изв. ТИНРО. – 2008. – Т. 154. – С. 3-15.

22. Звалинский В.И., Недашковский А.П., Сагалаев С.Т., Тищенко П.Т., Швецова М.Г. Биогенные элементы и первичная продукция в эстуарии реки Раздольный (Амурский залив Японского моря) // Биол. моря. – 2005. – Т. 31, № 2. – С. 107-116.

23. Колесников А.Б., Козьменко В.Б., Колесникова Н.А., Романюк В.А. Экспериментальное культивирование фрагментов Gracilaria verrucosa в Амурском заливе // Марикультура на Дальнем Востоке: сб. тр. – Владивосток, 1986. – С. 114-121.

24. Козьменко В.Б., Рыгалов В.Е., Орлова С.В. Рост грацилярии бородавчатой в градиенте факторов на экспериментальных установках в Амурском заливе // Вклад молодых ученых и специалистов в решение современных проблем океанологии и гидробиологии: тез докл. III науч.-техн. конф. Крыма. – Севастополь, 1988. – С. 75-76.

25. Романюк В.А., До Ванг Хыонг, Фам Тхи Ньян, Турьянский В.А. Исходные биологические данные и технологии сбора карпоспор Gracilaria verrucosa (Hadson) Papenfus из эстуария реки Раздольной в Амурском заливе // Изв. ТИНРО. – 1994. – Т. 113. – С. 58-66.

26. Некрасов Д.А. Сравнительная характеристика продукционных показателей поселений Ahnfeltia tobuchiensis залива Петра Великого: автореф. дис. – 2001. – С. 198.

27. Романюк В.Е., Рыгалов В.А. Рекомендации по искусственному воспроизводству грацилярии // ТИНРО. – 1988. – С. 48.

28. Littler M.M. and Keith E. Arnold Primary productivity of marine macroalgal functional-form groups from southwestern north america // J. Phycol. – 1982. –18. – P. 307-311.

29. Littler, M.M., D.S. Littler and P.R. Taylor. Evolutionary strategies in a tropical barrier reef system: functional-form groups of marine macroalgae. – J. Phycol. – 1983. – 19 (2). – P. 229-237.

30. Жирков И.А. Жизнь на дне // Товарищество научных изданий КМК. – М., 2010. – С. 1-453.

31. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Современная наука о растительности. – М.: Логос, 2001. – С. 264.

Сведения об авторах: Козьменко Владимир Борисович, старший специалист,
e-mail: kozmenko56@mail.ru;
Колмаков Петр Васильевич, кандидат биологических наук, доцент,
e-mail: koltul@mail.ru.

УДК 639.34 + 66

Л.В. Кучеренко[1], Л.В. Мелехова[2]
[1]Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б
[2]Дальневосточный федеральный университет,
690950, г. Владивосток, ул. Суханова, 8

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ ВНУТРЕННИХ ФИЛЬТРОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ В АКВАРИУМАХ

Приведены результаты исследований качества моделей внутренних фильтров различных производителей для очистки воды в аквариумах. Методом анкетирования определены потребительские предпочтения на рынке оборудования для содержания аквариумов.

Ключевые слова: *аквариум, внутренний фильтр, очистка воды, качество, потребительские предпочтения.*

L.V. Kucherenko, L.V. Melehova

COMPARATIVE ANALYSIS OF MODELS INTERNAL FILTERS FOR WATER TREATMENT IN AQUARIUMS

The paper presents the results of studies of quality models internal filters of different manufactures for water treatment in aquariums. Determined by surveying consumer preferences in the market of equipment for the maintenance of aquariums.

Key words: *aquarium, internal filter, water treatment, quality, consumer preferences.*

Введение

Аквариумистика сегодня – это своеобразный синтез популярнейшего хобби и прикладной науки. Это обеспечение необходимых жизненных условий в неволе для рыб и других водных организмов в специальных сосудах (аквариумах). При этом используются специальная литература, оборудование, научная документация и др.

Начиная с азов, любители аквариумистики со временем неизбежно приходят к решению научных проблем, касающихся определения, создания и поддержания оптимальных, т.е. наиболее благоприятных, параметров среды для своих питомцев [1].

В настоящее время аквариумистике отводится более важное место и существенная роль в жизни современного человека. Роль аквариумистики многогранна.

В учебных заведениях, в том числе и школах, живые уголки с рыбами, беспозвоночными и водными растениями – незаменимые дидактические «пособия», позволяющие наглядно и очень доходчиво объяснять многие вопросы биологии. Мини-аквариумы все шире находят место на борту спутников и космических станций, где в них проводят опыты и эксперименты.

Кроме просветительной и научной роли, аквариумистика позволяет успешно решать и экономические задачи. Торговля экзотическими рыбками, беспозвоночными и водными растениями для целого ряда развивающихся государств (Танзании, Бурунди, Малави, Таиланда и др.) является важной статьей национального дохода. Только в США ежегодно импортирует аквариумных животных на сумму свыше 80 млн дол.

Аквариумистика имеет прикладное значение и для товарного рыбоводства, так как в лабораторных условиях в сжатые сроки позволяет отработать рациональные методики по содержанию, разведению и интенсивной культивации ценных промысловых пресноводных и морских организмов, а также объектов для фармакологии (экстракты из морских звезд,

ежей). Специальные вытяжки из мозга африканских протоптеров используют в медицине для консервации донорских органов и тканей. Благодаря неприметной рыбке гамбузии в южных районах СССР в 30-е гг. XX в. удалось резко сократить численность малярийного комара. На очереди проекты по борьбе карликовых африканских «щучек» с сонной болезнью, американских гуппи – с желтой лихорадкой и личинками прочих кровососущих насекомых [2].

Позитивный эффект от акватерапии подтверждает и современная медицина. В последние годы в реабилитационной деятельности передовых больниц, санаториев (особенно детских садах), наркологических диспансеров, клиник и других лечебных учреждений широко используют зоотерапию, в частности аквариумы.

Доказано, что вода излучает особую энергию – «энергию покоя». Последнее исследование Международного симпозиума по взаимоотношениям между человеком и животными (США, 1982 г.) показали, что даже кратковременное, до часа, наблюдение за населением аквариума расслабляет и успокаивающе действует на нервную систему, снимает стрессы, нормализует кровяное давление.

Есть множество примеров, когда аквариумный досуг помог людям избавиться от дурных привычек – курения, пьянства, наркомании.

Аквариум обладает еще одним практическим достоинством – он «делает погоду в доме». Все аквасистемы идеально регулируют влажность в помещении, что немаловажно в помещениях, пересушенных центральным отоплением. Чтобы оптимизировать влажность воздуха, насытить аэронами и биоэнергией площадь в 20 м^2, достаточно столитрового аквариума. Кроме того, есть и другая польза. По изменению поведения рыб и безпозвоночных можно не только предсказать погоду или надвигающиеся катаклизмы (например, землетрясения), но и четко контролировать качество питьевой воды. Нежные амазонские, танганьикские и коралловые обитатели от плохой воды сразу почувствуют дискомфорт, а точнее, на вредные вещества среагирует развивающаяся икра или малек [3].

Аквариумистика существенно расширяет кругозор, ненавязчиво знакомя с основами биологии, географии, физики, химии и даже языкознания, воспитывает любовь к родной природе. Любой человек, ухаживающий за «меньшими братьями», невольно становится причастным к красоте и гармонии окружающего его мира [4].

Современный хорошо оборудованный аквариум немыслим без использования вспомогательных механизмов и приспособлений.

На заре аквариумистики использовались самые примитивные устройства для технического обеспечения аквариума. Время показало, что в сосуде с водой нельзя создать долгоживущий саморегулирующийся биоценоз – рано или поздно где-то произойдет сбой, и его обитатели погибнут. Сегодня для содержания аквариума используется современное оборудование.

К оборудованию для обустройства аквариума относят:

- стойки, подставки-тумбы;
- освещение (крышки-светильники);
- лампы специализированные;
- фильтры (помпы, насосы);
- компрессоры;
- обогреватели;
- термометры;
- средства для чистки аквариума (сифоны, механические и магнитные скребки);
- таймеры;
- сачки.

Фильтры являются самым незаменимым видом оборудования для содержания аквариума, без фильтра происходит нарушение биологического равновесия в воде.

Для того чтобы уход за аквариумом не был слишком трудоемким, нужно использовать высокопроизводительные фильтры. Фильтры производят механическую и биологическую очистку аквариумной воды посредством находящихся в них соответствующих материалов. Фильтры удерживают крупные частицы грязи, например, остатки корма и части погибших водорослей. Фильтры обеспечивают идеальные условия для расселения полезных бактерий и очищают аквариумную воду от вредных веществ.

Различают внутреннюю, внешнюю и донную фильтрации, дающие название фильтрам.

Внутренний фильтр – это небольшой насос (помпа), который прокачивает аквариумную воду через специальную емкость, наполненную каким-либо фильтровальным материалом (губка, синтепон, плотная ткань). По мере засорения этот материал должен промываться, в связи с этим внутренние фильтры, в большинстве своем, используются как механические, т.е. такие, которые из воды убирают различного рода мусор, взвеси, включая и достаточно мелкие (менее 1 мм) частицы.

Внутренние фильтры, кроме своего дизайна и конструктивных особенностей, различаются по мощности насоса (помпы), размеру и качеству фильтровального материала. Для очистки аквариумной воды важны все эти показатели.

В связи с этим исследования технических характеристик внутренних фильтров являются актуальными.

Объекты и методы исследования

На рынке зоотоваров г. Владивостока существует сеть зоомагазинов, специализирующихся на реализации оборудования для содержания и средств оформления аквариумов. Исследования рынка проводились по материалам специализированных магазинов: «Фауна», «Живая планета», «Леопольд», «Зоопасифик»», «Оранда», «Зоомир», «38 попугаев».

В качестве объектов исследования были выбраны четыре модели внутренних фильтров разных производителей, которые можно приобрести в сети зоомагазинов.

В работе была проведена сравнительная оценка таких показателей качества фильтров, как мощность, производительность, объем фильтрирующих материалов, размеры и ценовой диапазон. Сравнительная оценка показателей качества проводилась по паспортным данным и в процессе эксплуатации. Также был использован социологический метод для выявления потребительского предпочтения посредством анкетирования.

Результаты и их обсуждение

Значения исследуемых показателей качества моделей фильтров представлены в сводной таблице.

Основные показатели внутренних фильтров разных производителей
Basic parameter of internal filters of different manufacturers

Фирма (страна)	Показатели					
	Мощность, Вт	Производительность, л/ч		Объем фильтрующего материала, $см^3$	Габариты, мм	Цена, руб.
		по паспорту	фактически			
AguaEL (Польша)	5	260	260	90	148×58×55	
Penn-Plax (Китай)	4,5	300	350	150	155×65×50	
Eheim (Германия)	4,5	480	480	185	160×96×9	
Project (Италия)	3	350	320	100	150×67×41	

Были исследованы следующие фильтры:

- фильтр FAN – mini, польской фирмы AguaEL;
- фильтр Cascade 300, изготовленный американской фирмой Penn – Plax в Китае;
- фильтр AguaBall 2208, германской фирмы Eheim;
- фильтр BRIO – 1, итальянской фирмы Project.

Исследуемые фильтры предназначены для очистки воды в аквариумах объемом от 30 до 70 л и относятся к одному классу, аналогичные по конструкции и выполняемым функциям.

• Внутренний фильтр FAN – mini фирмы AguaEL (Польша).

Достоинства. Это самый маленький фильтр, его можно легко спрятать в небольшом аквариуме (закрыть корягой, декоративным камнем или растением). Корпуса головки и фильтра имеют сферические формы. Шланг аэратора сделан из силикона, его длина соответствует высоте аквариума. В аквариуме фильтр крепится на легкосъемную панельку на присосках, которая постоянно находится в аквариуме.

Недостатки. Корпус сделан из полистирола ядовито-зеленого цвета. Крепежные присоски со временем отклеиваются от стенки аквариума. Объем фильтрующего материала очень мал. Губка быстро забивается грязью (так как используется мелкопористая структура губки) – это ослабляет поток воды через фильтр. Регулятор производительности сделан нечетко, т.е. снаружи фильтра не видно, в каком положении он в данный момент находится. Аэратор у этой модели издает самый громкий звук.

• Внутренний фильтр Cascade 300 производства Penn-Plax (Китай).

Достоинства. Размер средний, вполне подходит для аквариумов объемом от 30 до 70 л. Прямоугольные классические формы позволяют легко спрятать этот прибор в аквариуме. Корпус фильтра изготовлен из прочного полистирола. Темно-синий цвет корпуса хорошо сочетается с весьма популярным сейчас задним фоном Pann-Plax «Глубокое синее море». Прочные резиновые присоски. Очень простой и наглядный регулятор производительности. Шланг аэратора силиконовый и имеет максимальную длину. Аэратор этого фильтра самый малошумный. Эта модель имеет две секции для фильтрующих материалов.

Недостатки. В разъемных соединениях имеются щели. Конструктивно фильтр выполнен неудобно, так как для обслуживания фильтр надо вынимать из воды целиком. Элементы крепления несъемные. Для подсоединения требуется специальный переходник.

• Внутренний фильтр AguaBall 2208 фирмы Eheim (Германия).

Достоинства. Фильтр очень красив и по форме и по цвету. Очень удобна шарообразная головка, способная поворачиваться не только влево – вправо, но вверх и вниз. Удобный регулятор производительности. Все соединения изготовлены из прочного полистирола и легко разбираются. Фильтр крепится в аквариуме на специальном зажиме и очень легко снимается с него. Отсек для фильтрующих материалов состоит из двух секций и позволяет использовать различные наполнители. В комплект входят крупнопористая губка и угольный патрон. Производитель также предлагает дополнительные картриджи с биокерамикой и дополнительные секции, удлиняющие фильтр.

Недостатки. Фильтр имеет большие размеры, поэтому спрятать его в небольшом аквариуме будет трудно. Производительность 480 л/ч устроит в аквариуме водоворот, так как для работы фильтра в аквариумах объемом от 30 до 70 л достаточно производительности 350 л/ч. Для подсоединения дополнительных устройств требуется шланг. Шланг аэратора очень короткий, менее 5 см. Очень большие и громоздкие крепежные присоски.

• Внутренний фильтр BRIO – 1 фирмы Project (Италия).

Достоинства. Фильтр среднего размера и его легко можно спрятать в небольшом аквариуме. Сделан он из прочного полистирола очень аккуратно. Удобный регулятор производительности. Имеется сменный выходной патрубок. В комплекте фильтра три насадки, первая из которых – это просто выброс воды с возможностью поворота влево – вправо на

360 град., вторая – то же самое, но с возможностью включения аэрации, третья насадка направляет поток воды строго вверх, благодаря ей фильтр можно использовать в качестве микрофонтанчика.

Недостатки. Главный недостаток этой модели – плохая организация протекания воды. Входные отверстия выполнены таким образом, что в работе находится только верхняя часть губки, через остальную часть губки вода пройти не может. Картридж с углем неразъемный и выполнен из толстостенного полиэтилена. Очень маленькие присоски и во время эксплуатации отклеиваются.

Для исследования потребительских мнений и предпочтений на рынке зоотоваров был проведен социологический опрос посредством анкетирования. Этот метод позволяет при сравнительно небольших материальных и временных затратах опросить определенный круг респондентов и получить достоверные результаты.

Анкетирование проводилось с помощью опросных листов. Анкетированием было охвачено 100 посетителей зоомагазинов во Владивостоке. Результаты анкетирования приведены в виде диаграмм на рис. 1-5.

Диаграммы на рис. 1 показали, что предпочтение отдается малым аквариумам.

Из диаграммы на рис. 2 видно, что наибольший удельный вес в предпочтениях занимают внутренние фильтры, так как они имеют самую удобную конструкцию и принадлежат к числу самого простого аквариумного оборудования.

Одним из важных показателей качества современных фильтров является производительность насоса. Предпочтения потребителей относительно фильтров с различной производительностью насоса отражены в диаграмме на рис. 3.

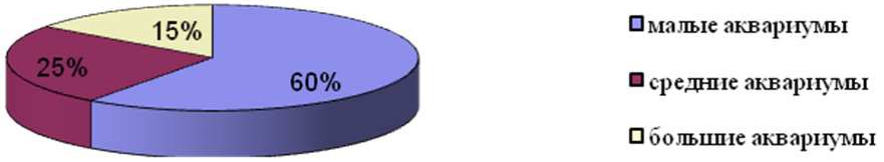


Рис. 1. Удельный вес потребительских предпочтений объемов аквариумов
Fig. 1. The share of consumer preferences dimensions aguariums

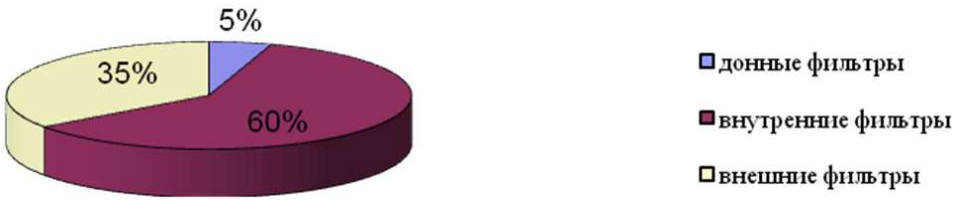


Рис. 2. Удельный вес потребительских предпочтений по типу фильтров
Fig. 2. The share of consumer preferences for the type of filter

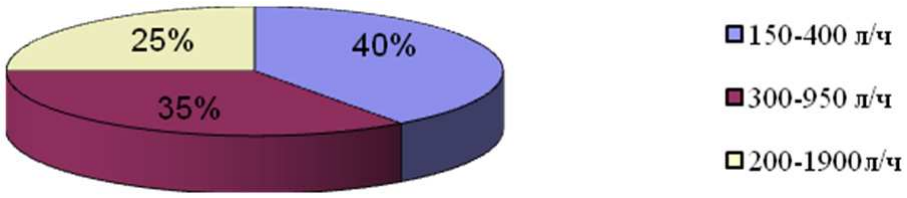


Рис. 3. Соотношение предпочтений потребителей к фильтрам
с различной производительностью насоса
Fig. 3. Ratio of consumer preferences for filters with various productivity

Из диаграммы на рис. 3 видно, что наименьшее предпочтение респонденты отдают фильтрам с производительностью насоса от 200 до 1900 л/ч. Преобладание потребительских предпочтений наблюдается относительно фильтров с производительностью насоса от 150 до 400 л/ч.

Как выяснилось, структура ответов респондентов зависит от объема аквариума, который они содержат. Фильтры выпускаются различной мощности (от 8 до 50 Вт). Следовательно, следующей задачей было выяснить у респондентов мощность фильтров, которыми они пользуются. Результаты полученных ответов отражены на рис. 4.

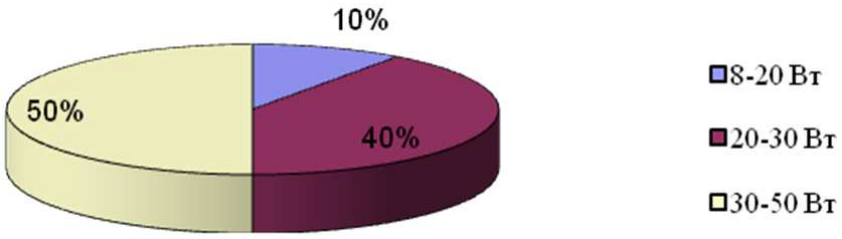


Рис. 4. Соотношение мнений потребителей по мощности фильтров
Fig. 4. Ratio of consumer views on power filters

Из диаграммы на рис. 4 видно, что меньшая часть опрошенных применяют фильтры мощностью от 8 до 20 Вт. И, примерно, одинаковое процентное соотношение опрошенных (40 и 50 %) применяют фильтры мощностью от 20 до 50 Вт.

Исследование рынка показало, что в реализации имеются фильтры различных изготовителей. Результаты ответов респондентов по выбору производителя отражены в диаграмме на рис. 5.

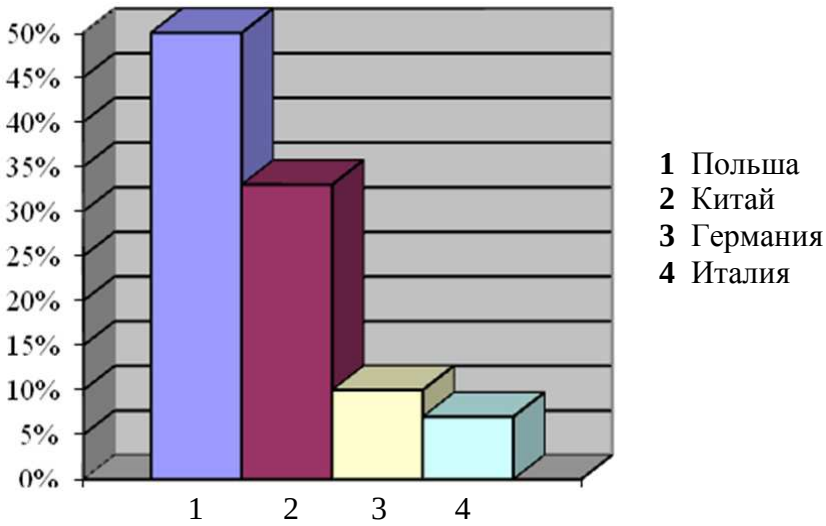


Рис. 5. Удельный вес потребительских предпочтений фильтров различных производителей
Fig. 5. The share of consumer preferences filters of different manufacturers

Как видно из диаграммы на рис. 5, большая часть опрошенных респондентов применяют фильтры польского производителя, так как они сочетают в себе качество по доступной цене. 33 % опрошенных применяют фильтры китайского производителя потому, что они имеют низкую цену. 10 % опрошенных применяют фильтры германского производителя, так как они очень высокого качества. Только 7 % опрошенных применяют фильтры итальянского производителя, так как они очень дорогие.

Таким образом, сравнительный анализ показателей качества внутренних фильтров разных производителей, отмеченные их достоинства и недостатки позволили сделать вывод о том, что наиболее эффективным для эксплуатации является внутренний фильтр «FAN-mini» польского производства. Он имеет большую мощность, достаточный объем фильтрующих материалов, производительность насоса согласно требованиям документации и небольшой размер. Этого вполне достаточно для того, чтобы профильтровать воду согласно требованиям. «FAN-mini» обладает многими достоинствами и несущественными недостатками, которые не влияют на снижение качества, соответствует понятию «цена-качество».

Анализ материального положения респондентов позволил сделать вывод о том, что большинство опрошенных относится к населению с средним – 52 % и низким – 40 % уровнем доходов с преобладанием респондентов со средним достатком (от 3 до 7 тыс. руб. в месяц). Только 8 % приходится на покупателей с высоким уровнем доходов (от15 до 20 тыс. руб.).

Таким образом, проведенные исследования на рынке зоотоваров показали, что ассортимент товаров для аквариумистики, представленный в торговой сети, по всем товарным позициям полностью удовлетворяет как начинающих аквариумистов, так и профессионалов.

Список литературы

1. Аквариумистика сегодня. – URL: http://www.aquarimistica. narod.ru.htm
2. Кочетов А.М. Экзотические рыбы. – М.: Лесная пром-сть, 1988. – 239 с.
3. Кочетов А.М. Декоративное рыбоводство. – М.: Просвещение, 1991. – 383 с.
4. Мирошниченко И. Хрустальная мечта // Аквариум. – 2003. – № 2. – С. 15.

Сведения об авторах: Кучеренко Лилия Владимировна, доктор технических наук, профессор, e-mail: LVK-07@mail.ru;

Мелехова Любовь Васильевна, кандидат технических наук, доцент, e-mail: MelehovaLV@mail.com.

УДК 597.5

А.Е. Лапшина[1], Ю.И. Игнатьев[2], Л.Д. Кузнецова[3], Е.В. Латушкина[1]
[1]ФГБУ «Сахалинрыбвод», 693006, г. Южно-Сахалинск, ул. Емельянова, 43а
[2]ФГУП «СахНИРО», 693023, г. Южно-Сахалинск, ул. Комсомольская, 196
[3]ФГБУ «Амуррыбвод», 680021, г. Хабаровск, Амурский бульвар, 41

ОПЫТ ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА ЛЕТНЕЙ КЕТЫ В САХАЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ И ХАБАРОВСКОМ КРАЕ

Представлен сравнительный анализ двух экспериментов по воспроизводству летней кеты, организованных в разное время на лососевых рыбоводных заводах Дальнего Востока. Один из экспериментов был осуществлен на Сокольниковском ЛРЗ (Сахалинская область), другой – на Анюйском ЛРЗ (Хабаровский край).

Ключевые слова: *летняя кета, осенняя кета, искусственное воспроизводство, темпы роста, онтогенез.*

A.E. Lapshina[1], Yu.I. Ignatiev[2], L.D. Kuznetsova[3], E.V. Latushkina[1]

SUMMER CHUM SALMON ARTIFICIAL REPRODUCTION EXPERIENCE IN SAKHALIN REGION AND KHABAROVSK TERRITORY

The present article is concerned with the comparative analysis of two summer chum salmon artificial reproduction experiments. Both of them were organized at different times in Russian Far East salmon hatcheries – Sokolnikovsky Hatchery (Sakhalin Region) and Anyujsky Hatchery (Khabarovsk Territory).

Key words: *summer chum salmon, autumn chum salmon, artificial reproduction, growth rate, ontogeny.*

Введение

Считается, что амурская и сахалинская летняя кета имеют общее происхождение [1, 2]. Это представление основывается на том, что реки о-ва Сахалин в прошлом входили в систему Палеоамура [3]. Сегодня осенняя форма кеты преобладает по численности над летней и в Амуре, и в Поронае (единственной реке Сахалина, куда летняя кета еще заходит на нерест), но так было не всегда. Амурская летняя кета преобладала по численности над осенней до 1915 г. [4, 5, 6], а о сахалинской летней кете еще в 1952 г. П.А. Двинин писал, что в зал. Терпения, куда впадает р. Поронай, «летняя кета вылавливается в значительно бóльших количествах, чем осенняя» [7, 8]. В начале прошлого века летняя кета составляла значительную часть уловов и на юго-западном побережье Сахалина [8], однако сегодня она там не встречается. Неразумный промысел существенно подорвал запасы летней кеты в обоих регионах.

Искусственное воспроизводство летней кеты в Хабаровском крае сопряжено с рядом трудностей. Летняя кета заходит в Амур в июле-августе с гонадами III-IV стадий зрелости, и для ее созревания требуется еще от двух до пяти недель. Выдерживание незрелых производителей столь длительное время в разгар жарких летних месяцев приводит к заморным явлениям. Сбор уже созревших производителей по притокам Амура также проблематичен, так как требует многодневных выездов на отдаленные места сбора, наличия вертолетной и иной техники для транспортировки оплодотворенной икры, а сама транспортировка икры на чувствительных к воздействию стадиях развития влечет ее большие отходы.

Несмотря на эти трудности, в Хабаровском крае периодически предпринимаются попытки искусственного воспроизводства летней кеты. Так, за период с 1963 по 1970 гг. Удинским лососевым рыбоводным заводом (ЛРЗ) было выпущено 4 080,14 тыс. мальков

летней кеты. Еще 199,26 тыс. шт. было выпущено им в 1980 г. В 2002-2003 гг. эксперимент по искусственному воспроизводству летней кеты был вновь организован на Анюйском ЛРЗ, где он завершился выпуском 25,5 тыс. шт. молоди.

В свою очередь, на Сахалине также периодически осуществлялись попытки воспроизводить летнюю кету в заводских условиях. В 80-х гг. XX в. ее в небольших количествах разводили на Побединском ЛРЗ (бассейн р. Поронай), но подробной отчетной документации об этом не сохранилось. В 1976-1977 гг. на Сокольниковском ЛРЗ были предприняты экспериментальные работы по интродукции летней кеты в базовый водоем ЛРЗ (р. Заветинка, на картах разных лет – р. Сокольники и р. Асанай) из бассейна Пороная. В архивах ФГУП «СахНИРО» (в прошлом Сахалинский филиал ТИНРО) сохранился отчет об этой работе, представляющий сегодня особый интерес, так как с 70-х гг. XX в. он является единственным источником научных данных о развитии сахалинской летней кеты в условиях ЛРЗ [9].

Цель данной работы – сопоставить результаты этого эксперимента с результатами, полученными хабаровскими коллегами на Анюйском ЛРЗ, чтобы отследить сходства и отличия в развитии амурской и сахалинской летней кеты в заводских условиях, а также сравнить темпы роста обеих форм с таковыми у заводской осенней кеты.

В качестве материала для данного исследования использованы архивные документы ФГБУ «Амуррыбвод», ФГУП «СахНИРО» и ФГБУ «Сахалинрыбвод». Произведен сравнительный анализ рыбоводных отчетов Анюйского ЛРЗ (за II полугодие 2002 и I полугодие 2003 гг.), отчета Н.Б. Хоревиной «Материалы по интродукции поронайской летней кеты в р. Заветинка» (СахТИНРО, 1978) и рыбоводных отчетов Сокольниковского ЛРЗ (за II полугодие 1976 и 1977 гг. и I полугодие 1977 г.), а также журналов градусодней обоих заводов. В качестве дополнительных источников информации привлечены годовые отчеты Нижне-Амурской НИС (ФГБУ «Амуррыбвод»), Смирныховской КНС и НИС, Смирныховского отдела ихтиологии, рыболовства и мониторинга водных биологических ресурсов и среды их обитания, рыбоводный отчет Буюкловского ЛРЗ за I полугодие 1972 г. (ФГБУ «Сахалинрыбвод»).

Интродукция поронайской летней кеты в р. Заветинка (о-в Сахалин, Невельский район)

Сбор икры в бассейне р. Поронай и ее закладка на инкубацию

Вылов производителей летней кеты был осуществлен в конце августа 1976 г. Анализ чешуи отловленных производителей выявил три возрастные группы, среди которых доминировали четырехлетние рыбы – 78,8 %. Трех- и пятилетки составляли соответственно 15,2 и 6,0 %. По данным В.Н. Иванкова [10], у осенней кеты в р. Буюклинка (приток р. Поронай) в возрастной структуре при сходной доле четырехлеток (72,0 %) было значительно больше старших возрастных групп – 23,0 % пятилеток и 1,3 % шестилеток, а трехлетних рыб было всего 3,7 %.

По данным Буюкловского ЛРЗ, в 1972 г. средняя масса неоплодотворенной икринки осенней кеты р. Поронай составлял 0,229 г [11], а по многолетним данным Смирныховской КНС и НИС [12, 13], икринки поронайской летней кеты имели существенно меньшую среднюю массу – 0,188 г. По размерно-весовым показателям летняя форма кеты в р. Поронай значительно мельче осенней и имеет меньшую плодовитость (табл. 1).

Первая партия икры летней кеты была собрана и оплодотворена 29 августа 1976 г. в р. Лонгари (приток Пороная) в количестве 520,0 тыс. шт. В результате ее перевозки на Побединский ЛРЗ (Смирныховский р-он) транспортировочный отход составил 0,97 %, на инкубацию заложено 515,0 тыс. шт. (табл. 2).

Таблица 1

Размерно-весовые характеристики летней и осенней кеты бассейна р. Поронай

Table 1

Poronay River basin summer and autumn chum salmon length and weight parameters

Кета	Пол	№ экз.	Длина АС, см	Масса, г	АИП
Летняя, р. Поронай, 1976 г. [9]	Самки	57	64,0	2914	2779
	Самцы	43	68,7	3671	
	Оба пола	100	66,0	3241	
Осенняя, р. Буюклинка [10]	Самки	187	68,4	3754	3180
	Самцы	264	71,1	4220	
	Оба пола	451	70,0	3946	

Таблица 2

Производственный отход летней кеты на Сокольниковском ЛРЗ, 1976-1977 гг.

Table 2

Sokolnikovsky Hatchery mortality rates of summer chum salmon, 1976-1977 гг.

Собрано икры	тыс. шт.	520,0
Транспортировочный отход 1	%	0,97
Заложено на Побединском ЛРЗ	тыс. шт.	515,0
Инкубационный отход на Побединском ЛРЗ	%	1,55
Перевезено на Сокольниковский ЛРЗ	тыс. шт.	507,0
Транспортировочный отход 2	%	19,72
Заложено на Сокольниковском ЛРЗ	тыс. шт.	407,0
Инкубационный отход на Сокольниковском ЛРЗ	%	17,20
Выставлено на вылупление	тыс. шт.	337,0
Отход за выдерживание	%	2,08
Посажено на подращивание	тыс. шт.	330,0
Общий отход	%	36,5

Начало инкубации икры на Побединском ЛРЗ в сентябре 1976 г. проходило на фоне колебания температуры воды в пределах 9,6-13,8 °С, содержания кислорода – 7,1-7,9 мг/л (70-71 % насыщения), расход воды составлял 27 л/мин. Инкубационный отход икры за период содержания на Побединском ЛРЗ составил 1,55 %.

Перевозка икры на стадии «глазка» на Сокольниковский ЛРЗ

В период с 26 по 27 сентября 1976 г. по достижении 347 градусодней была осуществлена перевозка икры летней кеты в количестве 507,0 тыс. шт. на Сокольниковский ЛРЗ (Невельский район). Икра перевозилась в деревянных транспортировочных ящиках, без воды, во влажной атмосфере. От Побединского ЛРЗ до железнодорожной станции икра была перевезена на тракторе (4 км), от данной станции до г. Южно-Сахалинск – в багажном вагоне поезда (10 ч), от Южно-Сахалинска до Сокольниковского ЛРЗ – на автомобиле ГАЗ-69 (130 км). Общее время транспортировки составило 30 ч. Температура в слое икры в пути практически не менялась и была равна 15 °С. Душевание икры проведено один раз. В общей сложности икра была перемещена на расстояние 650 км. Отход за период транспортировки составил 100,0 тыс. шт.

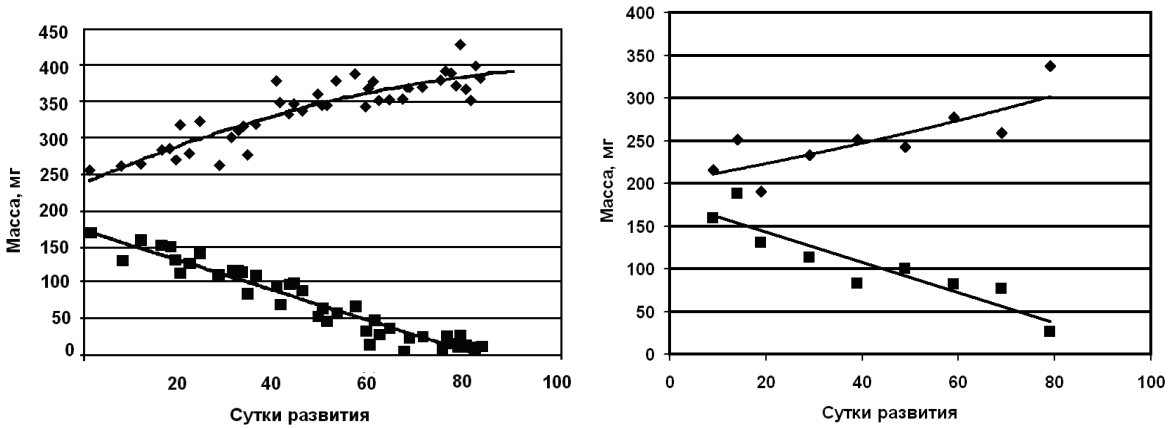
После выборки отхода 407,0 тыс. шт. живых икринок помещены в питомное отделение завода на рыбоводных рамках при температуре воды 12,5 °С. Несмотря на отсутствие очагов сапролегнии, на некоторых рамках впоследствии наблюдался повышенный отход.

Завершение инкубации, выдерживание молоди в условиях Сокольниковского ЛРЗ

Условия содержания икры до завершения инкубации на Сокольниковском ЛРЗ приведены в табл. 7. Начало вылупления отмечено 11 октября при 534,5 градусоднях (43-и сутки развития), массовое вылупление – 13 октября при 559,2 (45-е сутки), окончание – 16 октября при 595,9 градусоднях (48-е сутки). Только что вылупившиеся свободные эмбрионы имели среднюю массу 215,5 мг, длину 17,9 мм, желточный мешок составлял 74 % от массы тела (табл. 6, 7). На завершающем этапе инкубации икры среднесуточный расход желтка составлял 0,36 %, среднесуточный прирост эмбриона – 0,10 мм, среднесуточное увеличение массы – 0,30 мг.

Достаточно высокая температура воды в питомнике Сокольниковского завода в период выдерживания вызвала ускорение личиночного развития летней кеты. Желточный мешок полностью рассосался в первой декаде января. Общий среднесуточный расход желтка составил 0,95 %. Скорость резорбции желточного мешка летней кеты носила линейный характер. Сходные результаты по характеру резорбции желточного мешка осенней кеты при постоянной температуре воды получены В.Г. Самарским [14] (рис. 1, 2). В нашем случае резорбция желтка происходила при постепенном снижении температуры от 11,4 до 4,7 °С. Средняя температура за полный период резорбции составила 7,2 °С.

Кривые темпов роста массы тела свободных эмбрионов и личинок на данных рисунках отличаются: на рис. 1 отражен рост по параболической кривой, однако на рис. 2 этого явления не наблюдается – данные рис. 2 по темпам роста массы тела могут быть аппроксимированы как линейным, так и экспоненциальным уравнениями. Это объясняется тем, что В.Г. Самарский описывает рост свободных эмбрионов до окончательного рассасывания желточного мешка при полном отсутствии кормления. В этом случае по мере расходования запасов желточного мешка рост массы тела замедляется. В нашем же случае переход на смешанное питание был осуществлен, когда масса желточного мешка составляла 32,9 % от массы тела, т.е. фактор нехватки питательных веществ, необходимых для увеличения темпов роста, отсутствовал.



а б

Рис. 1. Динамика расходования запасов желточного мешка и увеличения массы тела:
а – свободных эмбрионов осенней кеты Охотского ЛРЗ в период выдерживания от вылупления до начала кормления при 6 °С [14]; б – свободных эмбрионов и личинок летней кеты Сокольниковского ЛРЗ в 1976-1977 гг. Верхняя линия – средняя масса свободных эмбрионов, нижняя – средняя масса желточного мешка

Fig. 1. Dynamics of egg yolk consumption and body weigth increase:
a – Okhotsky Hatchery autumn chum salmon sac fry from hatching to the beginning of feeding at 6 °C [14]; б – Sokolnikovsky Hatchery summer chum salmon sac fry in 1976-1977. Upper line is sac fry average weight, lower line is yolk sac average weight

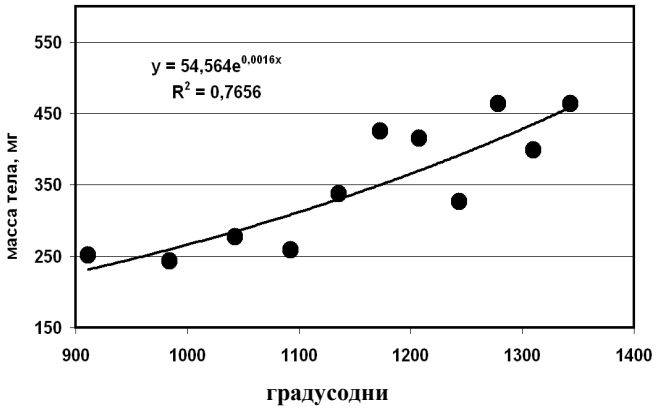


Рис. 2. Темпы роста личинок
и молоди летней кеты
на Сокольниковском ЛРЗ
от момента начала кормления
Fig. 2. Summer chum salmon avelins
and fry growth rate ever since
the beginning of feeding
in Sokolnikovsky Hatchery

За полный период выдерживания летняя кета выросла в длину в 1,90 раза [9]. Переход на внешнее питание наблюдался 20 ноября при 911 градусоднях, когда средняя масса тела составляла 403,4 мг, средняя длина АС 38,0 мм. В качестве корма использовалась икра минтая.

В период с 10 по 28 февраля 1977 г. (1282-1343 градусодней) молодь была выпущена в заводской пруд, где происходило ее подращивание. В это время она имела среднюю массу 463,80 мг, длину тела 38,86 мм, коэффициент упитанности 1,10. Желточный мешок рассосался полностью. Средняя масса особей с момента выклева до выпуска в пруд увеличилась в 1,87 раза (см. рис. 2). Для сравнения, молодь осенней кеты Сокольниковского ЛРЗ того же года в аналогичном возрасте характеризовалась следующими показателями: средняя масса 324,2 мг, средняя длина АС 30,6 мм, остаток желточного мешка – 15,6 % от ср. массы тела.

После перевода молоди в пруд продолжалось ее кормление икрой минтая, биологические анализы больше не проводились. В середине мая молодь летней кеты была выпущена в р. Заветинка вместе с кетой осенней. Средний вес последней при этом был равен 548,3 мг, средняя длина АС 38,5 см.

Эксперимент по искусственному воспроизводству летней кеты на Анюйском ЛРЗ (Хабаровский край, Нанайский район)

Сбор икры в р. Окша и закладка ее на инкубацию

Сбор икры летней кеты был осуществлен на р. Окша Ульчского района Хабаровского края. Река Окша является притоком р. Амур и, в свою очередь, образована слиянием рек Акча и Вузих. В период с 11 по 15 августа было собрано 4 небольшие партии общим объемом 55,8 тыс. шт. икры. Для закладки икры было использовано 44 производителя (из них 27 самок). Оплодотворение проведено в местах лова производителей.

Из результатов биологических анализов кеты р. Окша видно, что летняя кета этой реки значительно мельче и имеет меньшую плодовитость, чем осенняя кета р. Анюй (базовый водоем Анюйского ЛРЗ, приток р. Амур) (табл. 3). По возрастному составу они также кардинально отличаются: у летней кеты абсолютно доминировали четырехлетки, в то время как у осенней преобладали пятилетние рыбы (табл. 4).

По данным Анюйского ЛРЗ, средняя масса неоплодотворенной икринки осенней кеты р. Анюй в 2002 г. составляла 0,126 г, а средняя масса неоплодотворенной икринки летней кеты р. Окша – 0,191 г.

В период сбора в течение шести дней икра летней кеты инкубировалась в транспортировочных ящиках в полевых условиях. Днем обмен воды производился через каждые 2-3 ч. Ночью (с 22 ч до 7 ч утра) обмен воды не проводился. Средняя температура воды в ящиках составляла 12 °С.

Таблица 3

Размерно-весовые характеристики летней и осенней кеты бассейна р. Амур

Table 3

Amur River basin summer and autumn chum salmon length and weight parameters

Кета	Пол	№ экз.	Длина АС, см	Масса, г	АИП
Летняя, р. Окша, 2002 г. [15]	Самки	18	58,9	2194	2012
	Самцы	24	61,5	2587	
	Оба пола	42	60,2	2390	
Осенняя, р. Анюй, 2002 г. [15]	Самки	81	68,7	3564	3990
	Самцы	30	73,6	4085	
	Оба пола	111	70,0	3705	

Таблица 4

Возрастная структура летней и осенней кеты бассейна р. Амур в 2002 г. [15]

Table 4

Amur River basin summer and autumn chum salmon age structure in 2002 [15]

Кета	Возрастные группы, экз. (%)	
	3+	4+
Летняя, р. Окша	31 (88,6)	4 (11,4)
Осенняя, р. Анюй	30 (28,0)	77 (72,0)

После окончания сбора вся оплодотворенная икра была одновременно перевезена на Анюйский ЛРЗ автомобильным транспортом в течение 24 ч. Выборка и учет транспортировочного отхода не производились. Выборка инкубационного отхода проведена при наступлении стадии «глазка» на 40-42 сут (298-313 градусодней), он составил 52,76 %. Столь высокий процент отхода объясняется транспортировкой оплодотворенной икры на чувствительных этапах развития (дробления бластодиска, формирования бластулы и при начале гаструляции). Транспортировка производилась на шестой день сбора, когда у самой старшей партии был пятый, а у самой младшей – первый день развития. Как известно, стойкость оплодотворенной икры лососевых к повреждающим агентам (в том числе к механическому воздействию) резко уменьшается перед наступлением гаструляции и в период ее протекания [16, 17], и в это время необходимо обеспечить икре абсолютный покой, но условия сбора икры летней кеты в 2002 г. были таковы, что выполнить это требование было невозможно. В результате наибольший процент отхода наблюдался в первой, самой ранней партии, наименьший – в последней.

Завершение инкубации и выдерживание молоди в условиях Анюйского ЛРЗ

Начало вылупления в разных партиях отмечено с 18 по 25 октября при кумуляте градусодней от 504 до 532, массовое вылупление – соответственно с 24 по 28 октября при 541-573 градусоднях, окончание – с 27 по 31 октября при 564-595 градусоднях.

На рис. 3 отражены результаты анализа темпов роста летней кеты и одной из партий анюйской осенней кеты, содержавшейся в условиях, аналогичных с летней, с момента начала кормления. Как видно из рис. 3, темпы роста летней и осенней кеты в период с 900 до 1300 градусодней практически не отличались. К сожалению, после достижения 1300 градусодней указанная партия осенней кеты была переведена в бассейн с условиями, отличавшимися от условий развития летней кеты, поэтому сравнение их дальнейших темпов роста нецелесообразно.

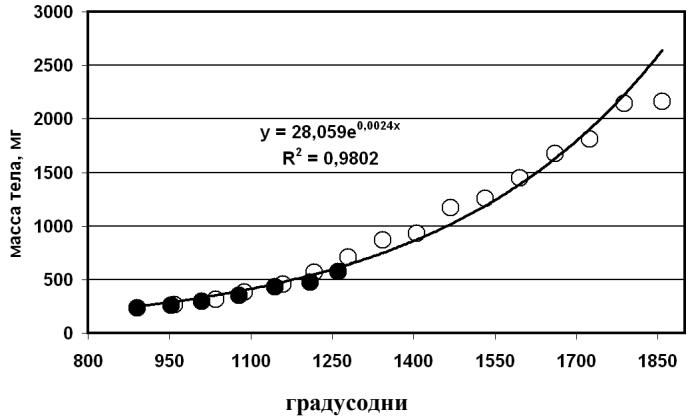


Рис. 3. Темпы роста молоди летней и осенней кеты на Анюйском ЛРЗ с момента перехода на внешнее питание в рыбоводный цикл 2002-2003 гг. Белые точки – летняя кета, черные – осенняя

Fig.3. Summer and autumn chum salmon fry growth rate ever since the beginning of feeding in Anyujsky Hatchery in 2002-2003. Summer chum salmon is marked by white circles, autumn chum salmon – black circles

Коэффициент упитанности молоди к моменту выпуска составил 1,0, кормовой коэффициент – 1,3 (для сравнения: у осенней кеты данного завода коэффициент упитанности 0,9, кормовой коэффициент 0,7-0,8). За счет более длительного, чем у осенней кеты, периода кормления (в связи с более ранним переходом на внешнее питание), к окончанию второй декады мая удалось дорастить молодь летней кеты до средней массы 2162 мг. Средняя масса тела осенней кеты к этому времени составила 1005 мг.

Выпуск молоди летней кеты в количестве 25,5 тыс. шт. был осуществлен в протоку Кирпичная (р. Анюй). Средний вес выпускаемой молоди составил 2162 мг.

Таблица 5

Производственный отход летней кеты на Анюйском ЛРЗ, 2002-2003 гг.

Table 5

Anyujsky Hatchery mortality rates of summer chum salmon, 2002-2003 гг.

Заложено икры	тыс. шт.	55,8
Отход за инкубацию (включая транспортировочный отход)	%	52,8
Выставлено на вылупление	тыс. шт.	26,4
Отход за выдерживание	%	1,9
Посажено на подращивание	тыс. шт.	25,9
Отход за подращивание	%	1,5
Выпущено	тыс. шт.	25,5
Общий отход	%	54,3

Таблица 6

Наступление основных этапов развития и выпуск летней кеты, градусодни (дни)

Table 6

The ontogeny main stages coming and summer chum release, degree days (days)

Этапы развития и выпуск летней кеты	Сокольниковский ЛРЗ, летняя кета (1976-1977) [18]	Анюйский ЛРЗ, летняя кета (2002-2003) [19]
Отчетливая пигментации глаз	*Нет данных*	238,4 – 253,4 (31-32)
Массовое вылупление	559,2 (45)	540,6-573,2 (73-74)
Подъем на плав, переход на внешнее питание	911,0 (84)	940,8-998,9 (138-142)
Выпуск	1281,8-1342,5 (165-184)	1842,6-1903,7 (277-281)

Таблица 7

Условия содержания летней кеты на Сокольниковском и Анюйском ЛРЗ

Table 7

Living conditions of summer chum salmon in Sokolnikovsky and Anyujsky Hatcheries

Условия содержания летней кеты		Сокольниковский ЛРЗ (1976-1977) [20, 21]	Анюйский ЛРЗ (2002-2003) [15, 22]
Инкубация	Содержание O_2, мг/л (% насыщения)	9,8-10,0 (91-95 %)	6-6,5 (50-55 %)
	Расход воды, л/мин	25-28	30
	Температура воды, °С	12,2-12,5	7,2
	Продолжительность, сут	45	73-74
Вылупление	Содержание O_2, мг/л (% насыщения)	10,0 (95 %)	9,9-6,7 (84-56 %)
	Расход воды, л/мин	28	42
	Температура воды, °С	12,2	6,7-7,2
	Продолжительность, сут	6	7-11
Выдержива-ние	Содержание O_2, мг/л (% насыщения)	12,2-9,8 (96-91 %)	6,7-9,0 (57-80 %)
	Расход воды, л/мин	28-35	55-60
	Температура воды, °С	4,7-12,2	5,2-6,9
	Продолжительность, сут	39	62-64
Подращива-ние	Содержание O_2, мг/л (% насыщения)	9,9-12,6 (75-96 %)	4,4-8,8 (37-76 %)
	Расход воды, л/мин	19-28	100
	Температура воды, °С	3,2-3,7	6,2-10,8
	Корм	Икра минтая	Комбикорм ЛС-НТ
	Кол-во корма/сут	По поедаемости	2,4 % от массы тела
	Продолжительность, сут	81-100	139

Таблица 8

Размерно-весовые характеристики рыбоводной продукции

Table 8

Length and weight parameters of farmed summer chum salmon

Размерно-весовые характеристики		Сокольниковский ЛРЗ (1976-1977)		Анюйский ЛРЗ (2002-2003)	
		Летняя	Осенняя	Летняя	Осенняя
Вылупление	Средняя масса св. эмбрионов	215,50 мг	-	177,7 мг	163,7 мг
	Средняя длина АС св. эмбрионов	17,91 мм		21,3 мм	21,0 мм
	Желточный мешок (% от массы тела)	74 %		61,7 %	67,0 %
Подъем на плав, переход на внешнее питание	Средняя масса личинок	251,3 мг	314,7-376,5 мг	265,6 мг	231,1 мг
	Средняя длина АС личинок	26,4 мм	33,5-35,2 мм	35,8 мм	34,7 мм
	Желточный мешок (% от массы тела)	32,9 %	-	8,99 %	18,3 %
	Увелич. ср. массы за период выдерживания	В 1,17 раза		В 1,49 раза	В 1,41 раза
Подращи-вание	Средняя масса при 1300 градусоднях	398,6		788,9 мг	620,0 мг
	Увеличение средней массы от подъема на плав до достижения 1300 градусодней	В 1,59 раза		В 2,97 раза	В 2,68 раза
	Увеличение средней массы от вылупления до достижения 1300 градусодней	В 1,85 раза		В 4,44 раза	В 3,79 раза
Выпуск	Средняя масса	463,8 мг	548,3 мг	2162 мг	1005 мг
	Средняя длина АС	38,86 мм	39,5 мм	64,6 мм	-
	Коэффициент упитанности по Фультону	1,1	-	1,0	0,9
	Кормовой коэффициент	-	1,2	1,3	0,7-08

Обсуждение результатов

1. Производители летней кеты р. Поронай 1976 г. значительно крупнее производителей р. Окша 2002 г. (бассейн р. Амур). В обоих нерестовых стадах наблюдается преобладание четырехлеток. Подобная картина касательно сахалинской и амурской летней кеты не является специфической для данных лет, а отражает общую многолетнюю тенденцию [23, 24, 25, 26, 27, 28, 29].

2. В работе И.И. Стрекаловой (1963) [30] приведены данные о температуре воды в буграх летней кеты р. Мы (лиман Амура). Так, в сентябре она равна 10,8 °С, в октябре – 6,5 °С. А.И. Смирнов [28] приводит аналогичные данные для летней кеты р. Амур: до октября температура держится в пределах 9-14 °С, в октябре падает до 3 °С, затем приближаются к нулю. В период нагула молоди лососей в прибрежье оптимальная для них температура воды находится в диапазоне от 8 до 12 °С [31, 32, 33, 34, 35]. Таким образом, в течение инкубационного периода температура воды на Анюйском ЛРЗ была ближе к естественной, чем на Сокольниковском и Побединском ЛРЗ. В период выдерживания температура была повышенной и на Сокольниковском, и на Анюйском ЛРЗ. В период подращивания температура на Анюйском ЛРЗ была близка к оптимальной, на Сокольниковском – ниже природного оптимума.

3. Считается, что для развития икры летней кеты благоприятно содержание кислорода в пределах 4,5-8 мг/л [36, 37, 38, 39]. Кислородный режим в течение всего периода развития летней кеты в заводских условиях был ближе к естественному на Анюйском ЛРЗ. На Сокольниковском ЛРЗ летняя кета развивалась в условиях неестественно высокого содержания кислорода.

4. При выборе способа аппроксимации данных по темпам роста личинок и молоди летней и осенней кеты после начала кормления (рис. 2-4) мы опирались на утверждение, что рост представителей рода *Oncorhynchus* в начале жизненного цикла близок к экспоненциальному [14, 40]. Данные анализов эмбрионов, личинок и молоди в описанных нами экспериментах находятся в соответствии с этим утверждением.

5. При сопоставлении графиков, изображенных на рис. 2 и 3, видно, что в заводских условиях амурская летняя кета росла значительно быстрее сахалинской (рис. 4), даже при том, что на момент вылупления изначально средняя масса свободных эмбрионов у первой была меньше, чем у второй. Этот факт нельзя объяснить индивидуальными особенностями роста летней кеты Амура и Пороная, так как к окончанию первого года жизни они имеют сходную длину тела (табл. 9). Также он не объясняется кормлением молоди разными кормами (икрой минтая на Сокольниковском и ЛС-НТ на Анюйском ЛРЗ), так как проведенные Н.Б. Хоревиной исследования показали, что в одинаковых условиях молодь, питающаяся икрой минтая, растет несколько быстрее, чем молодь, питающаяся ЛС-НТ [41].

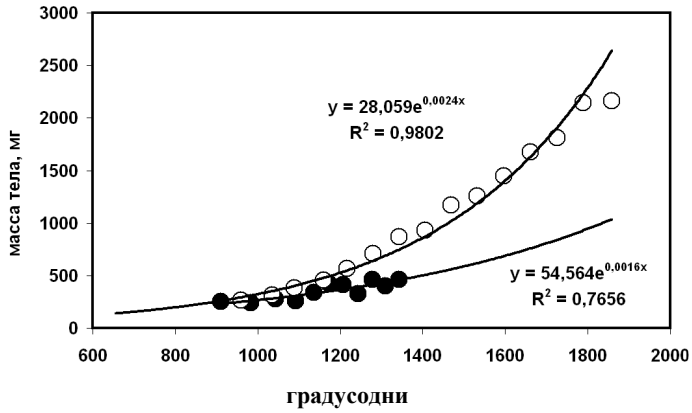


Рис. 4. Сопоставление темпов роста летней кеты на Сокольниковском и Анюйском ЛРЗ
Fig. 4. Comparison of growth rates between summer chum salmon in Sokolnikovsky and Anyujsky Hatcheries

Таблица 9

Длина тела годовиков летней кеты рек Амур и Поронай (метод обр. расчисл.)

Table 9

Body length of Amur and Poronay Rivers one-year-old summer chum (back-calculation)

Водоем		Возраст	Длина тела в 1 год, см
Бассейн р. Поронай	Р. Буюклинка [7]	4+	25,35
	Р. Поронай [42]	2+	29,60
		3+	27,63
		4+	25,71
Бассейн р. Амур	Р. Хузи (1928 г.) [23]	4+	27,6
		5+	23,8
			27,2
	Р. Хузи (1929 г.) [23]	3+	27,3
		4+	27,9
		5+	26,7
		5+	27,3

Из всех неравнозначных факторов на двух заводах наибольшее значение имеет температура воды в период подращивания, которая на Анюйском ЛРЗ значительно выше и ближе к оптимуму, а также чрезмерно высокое содержание кислорода в воде Сокольниковского ЛРЗ. Мы полагаем, что более интенсивный рост как летней, так и осенней кеты Анюйского ЛРЗ по сравнению с летней кетой Сокольниковского ЛРЗ объясняется совокупным действием этих факторов. Влияние температуры воды на скорость увеличения массы тела личинок и молоди лососевых было освещено многими авторами [6, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 1, 49, 50, 51, 52, 53, 40, 54, 55, 56]. Негативное влияние избытка растворенного в воде кислорода на рост и развитие молоди лососевых описано И.С. Васильевым [40].

Выводы

В описанные годы:

1) размеры и плодовитость нерестовой амурской и сахалинской летней кеты уступают таковым у производителей осенней кеты обоих регионов;

2) производители поронайской летней кеты имеют бóльшие размерно-весовые показатели по сравнению с производителями р. Окша, как и в целом с производителями летней кеты бассейна р. Амур;

3) в возврате летней кеты рек Поронай и Окша (как и в целом по Амуру) наблюдается значительное преобладание четырехлеток;

4) наибольшей средней массой неоплодотворенных яйцеклеток характеризуется осенняя кета р. Поронай, наименьшей – осенняя кета р. Анюй. Летняя кета Окши и Пороная занимает промежуточное положение – ее весовые показатели сходны;

5) гидрологические условия на Анюйском ЛРЗ в большей степени соответствовали природным условиям развития летней кеты, чем на Сокольниковском;

6) повышенный транспортировочный отход икры на Анюйском ЛРЗ является результатом транспортировки икры на чувствительных к механическому воздействию стадиях развития, однако на Сокольниковском ЛРЗ он объясняется нарушением условий самой транспортировки;

7) существенно бóльшие темпы роста летней кеты на Анюйском ЛРЗ следует объяснять более благоприятным термическим режимом по сравнению с Сокольниковским ЛРЗ. Дополнительным, хотя и не определяющим фактором угнетения скорости роста поронайской летней кеты на Сокольниковском ЛРЗ могло выступать повышенное содержание растворенного в воде кислорода.

Список литературы

1. Гриценко О.Ф., Ковтун А.А., Косткин В.К. Экология и воспроизводство кеты и горбуши. – М.: ВО «Агропромиздат», 1987. – 166 с.

2. Гриценко О.Ф. Приходные рыбы острова Сахалин (систематика, экология, промысел). – М.: Изд-во ВНИРО, 2002. – 248 с.

3. Линдберг Г.У. Крупные колебания уровня океана в четвертичный период. Биогеографические обоснования гипотезы. – Л.: Наука, 1972. – 548 с.

4. Кузнецов И. И. Некоторые наблюдения над размножением амурских и камчатских лососей // Изв. Тихоокеан. науч.-промысл. станции. – 1928. – Т. 2, вып. 3. – 196 с.

5. Бирман И.Б. Динамика численности и современное состояние запасов кеты и горбуши в бассейне Амура // Тр. совещания по лососевому хозяйству Дальнего Востока. – М.: АН СССР, 1954. – С. 22-37.

6. Смирнов А.И. Биология, размножение и развитие тихоокеанских лососей. – М.: Изд-во МГУ, 1975. – 335 с.

7. Двинин П.А. Биопромысловая характеристика дальневосточных лососей Южного Сахалина: дис. … канд. биол. наук. – М., 1949. – 74 с.

8. Двинин П.А. Лососи Южного Сахалина // Изв. ТИНРО. – 1952. – Т. 37. – С. 69-108.

9. Материалы по интродукции поронайской летней кеты в р. Заветинка: отчет о НИР (промежуточ.); рук. Рухлов Ф.Н.; исполн.: Хоревина Н.Б. – Южно-Сахалинск: СахТИНРО, 1978. – 34 с. – Инв. № 4043.

10. Иванков В.Н. Особенности экологии и структуры популяций осенней кеты различных районов Сахалина // Уч. зап. ДВГУ. – Владивосток: Изд-во ДВГУ. – 1972. – Т. 60. – С. 27-35.

11. Отчет Буюкловского ЛРЗ за II полугодие 1972 г. – Пос. Буюклы: Сахалинрыбвод, 1973. – 58 с.

12. Годовые отчеты Смирныховской контрольно-наблюдательной станции 1986-2004 гг. – Пос. Смирных: Сахалинрыбвод, 1987-2005.

13. Годовые отчеты Смирныховской наблюдательной ихтиологической станции 2005-2006 гг. – Пос. Смирных: Сахалинрыбвод, 2006-2007.

14. Самарский В.Г. Формирование размерного состава молоди кеты и структуры ее чешуи в условиях искусственного воспроизводства: дис. … канд. биол. наук: 03.00.18. – М., 2005. – 167 с.

15. Отчет о работе Анюйского ЛРЗ во II полугодии 2002 года. – С. Найхин: Амуррыбвод, 2003. – 23 с.

16. Привольнев Т.И. Периоды различной чувствительности в эмбриональном развитии свирского сига и лосося и дыхание икры сига // Изв. ВНИОРХ. – 1941. – Т. 24. – С. 26-27.

17. Журавлева Н.Г. Влияние абиотических и биотических факторов среды на выживаемость эмбрионов и молоди рыб // Вест. МГТУ. – 2009. – Т. 12, № 2. – С. 338-343.

18. Журнал учета градусодней летней и осенней кеты Сокольниковского ЛРЗ в 1976-1977 гг. – Пос. Сокольники: Сахалинрыбвод, 1977. – 18 с.

19. Журнал учета градусодней летней и осенней кеты Анюйского ЛРЗ в 2002-2003 гг. – С. Найхин: Амуррыбвод, 2003. – 21 с.

20. Отчет Сокольниковского лососевого рыбоводного завода за II полугодие 1976 г. – Пос. Сокольники: Сахалинрыбвод, 1977. – 22 с.

21. Отчет Сокольниковского лососевого рыбоводного завода за I полугодие 1977 г. – Пос. Сокольники: Сахалинрыбвод, 1977. – 22 с.

22. Отчет о работе Анюйского лососевого рыбоводного завода в I полугодии 2003 г. – С. Найхин: Сахалинрыбвод, 2003. – 23 с.

23. Ловецкая Е.А. Материалы по биологии амурской кеты // Изв. ТИНРО. – 1948. – Т. 27. – С. 115-137.

24. Григо Л.Д. О морфологических отличиях летней и осенней кеты *Oncorhynchus keta* (Walbaum) // Докл. Акад. Наук СССР. – 1953. – Т. 92, № 6. – С. 1225-1228.

25. Световидова А.А. Локальные стада летней кеты *Oncorhynchus keta* (Walbaum) бассейна Амура // Вопр. ихтиол. – 1961. – Вып. 17. – С. 14-23.

26. Куликова Н.И. Локальные стада кеты советского Дальнего Востока: автореф. дис. … канд. биол. наук. – Владивосток, 1970. – 19 с.

27. Куликова Н.И. О структуре вида Oncorhynchus keta (Walb.) // II Исследования по биологии рыб. – Владивосток: ТИНРО, 1970. – Вып. 4. – С. 29-46.

28. Смирнов А.И. Биология, размножение и развитие тихоокеанских лососей. – М.: Изд-во МГУ, 1975. – 335 с.

29. Череватая А.Е. Сравнительный анализ биологии и динамики численности летней и осенней кеты Хабаровского края на примере рек Дуки и Мы // Рыб. хоз-во. – 2012. – № 1. – С. 48-52.

30. Стрекалова И.И. Наблюдения за нерестом горбуши (*Oncorhynchus gorbusha* (Walbaum) и летней кеты (*Oncorhynchus keta* (Walbaum) в реке Мы (лиман Амура) // Вопр. ихтиол. – 1963. – Т. 3. – Вып. 2(27). – С. 256-265.

31. Шершнев А.П. Биологическая характеристика молоди кеты в прибрежных водах юго-восточной части Татарского пролива // Изв. ТИНРО. – 1970. – Т. 74. – С. 101-111.

32. Шершнев А.П. Реакция молоди кеты и горбуши на соленость воды в прибрежной зоне // Изв. ТИНРО. – 1973. – Т. 91. – С. 49-54.

33. Шершнев А.П. Температурный режим прибрежной зоны моря и его влияние на биологию осенней кеты // Изв. ТИНРО. – 1974. – Т. 93. – С. 19-24.

34. Шершнев А.П. Биология молоди кеты из прибрежных вод юго-восточной части Татарского пролива // Лососевые Дальнего Востока. – 1975. – Т. 106. – С. 58-66.

35. Горяинов А.А. Биология молоди кеты в морском прибрежье Южного Приморья: автореф. дис. … канд. биол. наук: 03.00.10. – Владивосток, 1991. – 26 с.

36. Васильев И.С., Юровицкий Ю.Г. Кислородные условия развития амурской летней кеты и горбуши в связи с методикой их разведения // Зоол. жур. – 1954. – Т. 33. – Вып. 6. – С. 1344-1348.

37. Васильев И.С. О кислородном режиме при искусственном разведении лососей // Рыб. хоз-во. – 1957. – № 9.

38. Васильев И.С. Водоснабжение нерестовых бугров летней кеты и горбуши // Биол. науки. – 1958. – № 3. – С. 26-31.

39. Васильев И.С. Эколого-морфологическая характеристика летней кеты и горбуши в эмбриональный и личиночный периоды их жизни: дис. … канд. биол. наук. – М., 1959. – 187 с.

40. Хованская Л.Л. Биологические и физиологические особенности искусственного разведения кеты в Магаданской области: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.10. – М., 2007. – 314 с.

41. Хоревина Н.Б. Совершенствование биотехники искусственного разведения осенней кеты на сахалинских рыбоводных заводах: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.10. – Южно-Сахалинск, 1999. – 189 с.

42. Результаты экспериментальных работ по совершенствованию биотехники искусственного разведения осенней кеты: отчет о НИР (промежуточ.); рук. Рухлов Ф.Н.; исполн.: Хоревина Н.Б. – Южно-Сахалинск: СахТИНРО, 1977. – 54 с. – Инв. № 3749.

43. Кляшторин Л.Б. О зависимости уровня активного обмена у рыб от температуры // Физиол. морских рыб. – М.: Наука, 1980. – С. 41-47.

44. Бретт Дж.Р. Факторы среды и рост // Биоэнергетика и рост рыб. – М.: Легк. и пищ. пром-сть, 1983. – С. 275-345.

45. Варнавский В.С. Некоторые показатели физиологического состояния при смолтификации кижуча *Oncorhynchus kisutch* Walbaum и нерки *Oncorhynchus nerka* Walbaum в естественных условиях и при ускоренном подращивании на геотермальных водах: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 1984. – 24 с.

46. Варнавский В.С. Смолтификация лососевых. – Владивосток: ДВО АН СССР, 1990. – 179 с.

47. Канидьев А.Н. Биологические основы искусственного разведения лососевых рыб. – М.: Легк. и пищ. пром-сть, 1984. – 216 с.

48. Бугров Л.Ю. Особенности термопреферендума молоди кижуча при естественной температурной стратификации в водоеме // Информ. бюллетень. Ин-т биол. внутр. вод. – 1985. – № 68. – С. 43-46.

49. Маркевич Н.Б., Виленская Н.И. Влияние сроков нереста и термического режима на выживание и рост молоди горбуши *Oncorhynchus gorbusha* Walbfum на ключевых и русловых нерестилищах Западной Камчатки. Исследования биологии и динамики численности промысловых рыб Камчатского шельфа // Сб. науч. тр. КоТИНРО . – 1991. – Вып. 1, ч. 1. – С. 85-104.

50. Маркевич Н.Б., Виленская Н.И. Выживание и весовой рост личинок нерки *Oncorhynchus nerka,* проходивших ранние этапы эмбриогенеза при различном термическом режиме // Вопр. ихтиол. – 1991. – Т. 31, вып. 5. – С. 756-765.

51. Бушуев В.П. Руководство по культивированию кеты. – Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 1994. – 143 с.

52. Хованский И.Е. Сравнительная морфофизиологическая характеристика молоди лососевых рыб, полученной при различных условиях содержания на рыбоводных заводах Магаданской области // Изв. ТИНРО. – 1994. – Т. 113. – С. 124-132.

53. Хованский И.Е. Задачи и возможности управляемого лососеводства // Рыб. хоз-во. – 2000. – № 3. – С. 50-53.

54. Brett J.R. Energetic responsens of salmon to temperature. A study of some thermal relationsin the physiology and freshwater ecology of sockeye salmon (Oncorhynchus nerka) // Amer. Zool. – 1971. – Vol. l1, № 1. – P. 99-113.

55. Wedemeyer, G.A., Saunders, R.L. and Clarke, W.C. Environmental factors affecting smoltification and early marine survival of anadromous salmonids // Marine Fisheries Review. – 1980. – Vol. 42(6). P. 1-14.

56. Elliott J.M. The effects of temperature and ration size on growth and energetics of salmonids in captivity // Сотр. Biochem. and Physiol. B. – 1982. – Vol. 73, № 1. – P. 81-91.

Сведения об авторах: Лапшина Анна Евгеньевна, аспирант СахГУ, зав. лабораторией воспроизводства водных биоресурсов, e-mail: cherevataya@gmail.com;

Игнатьев Юрий Иванович, зав. сектором искусственного воспроизводства лососей, e-mail: pices@yandex.ru;

Кузнецова Лариса Диковна, главный рыбовод Анюйского ЛРЗ;

Латушкина Екатерина Викторовна, главный рыбовод Сокольниковского ЛРЗ.

УДК 594.524.11

И.М. Мирабдуллаев[1], Х.Ф. Исмоилов[2], Х.Х. Абдиназаров[3], А.Р. Кузметов[2]
[1]Институт генофонда растительного и животного мира АН Республики Узбекистан,
Узбекистан, 100125, г. Ташкент, ул. Дурмон йули, 32
[2]Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека,
Узбекистан, 100174, г. Ташкент, Вузгородок, НУУ
[3]Кокандский государственный педагогический институт им. Мукими,
Узбекистан, г. Коканд, ул. Истанбул, 23

К ФАУНЕ *CALANOIDA* (*COPEPODA*, *CRUSTACEA*) УЗБЕКИСТАНА

Впервые разработаны определительные таблицы видов калянид фауны Узбекистана. Приведены краткие описания и информация о распространении.
***Ключевые слова**: каляниды, отряд Calanoida, определительные таблицы, Узбекистан.*

I.M. Mirabdullayev, H.F. Ismoilov, H.H. Abdinazarov, A.R. Kuzmetov
ON FAUNA OF *CALANOIDA* (*COPEPODA*, *CRUSTACEA*) OF UZBEKISTAN

Determinative key and short descriptions of calanoids (Metadiaptomus asiaticus, Phyllodiaptomus blanci, Phyllodiaptomus blanci, Acanthodiaptomus denticornis, Eudiaptomus graciloides) of the fauna of Uzbekistan have been developed for the first time.
***Key words:** Calanoida, Uzbekistan, determinative key.*

Фауна Узбекистана веслоногих ракообразных отряда *Calanoida* сравнительно небогата – отмечены представители семейств Pseudodiaptomidae (1 вид) и Diaptomidae (4 вида, относящиеся к 4 родам). В 1950-е гг. в Аральское море была вселена из Каспийского моря *Calanipeda aquaedulcis* Kritschagin, 1873 (сем. Pseudodiaptomidae), однако в связи с более чем десятикратным увеличением солености Большого Арала этот вид, очевидно, выпал из фауны Узбекистана (Mirabdullyev et al., 2004).

Все *Calanoida* – почти исключительно планктонные виды, питающиеся главным образом планктонными микроводорослями и являющиеся важным компонентом кормовой базы рыб. Кроме того, некоторые их представители являются промежуточными хозяевами паразитических гельминтов.

Определение калянид ведется главным образом по самцам. У самцов правая (геникулирующая) антеннула сильно отличается от левой и участвует в захвате и удержании самки. Если у самок *P5* симметричны, то у самцов правая *P5* сильно отличается от левой и участвует в удержании самок во время копуляции.

Данная работа будет полезна как в процессе обучения студентов вузов, так и для профессиональных гидробиологов.

СЕМЕЙСТВО DIAPTOMIDAE
Подсемейство Paradiaptominae
Metadiaptomus asiaticus (Uljanin, 1875)

Строение. Самка: два задних сегмента цефалоторакса слиты вместе. Генитальный сегмент сильно асимметричный. Самец: две крайние щетинки правой ветви фурки без или почти без оперения. Последний членик геникулирующей антеннулы с крючковидным отростком. Базис правой *P5* очень широкий и несет на внутренней стороне шипики. Ее эндоподит очень короткий. Базис левой ноги покрыт мелкими шипиками.

Распространение. В России – в южных регионах и в Сибири. Монголия, Китай. В Узбекистане отмечен во временном водоеме на востоке Каракумов. Характерен для соленых и солоноватых мелких водоемов.

Ключ для определения видов отряда *Calanoida* фауны Узбекистана
The key to the species of the order *Calanoida* fauna of Uzbekistan

№ п/п	Признаки	Виды
1	Последний членик экзоподита *P1* самцов с 2 наружными шипами; дистальный отдел геникулирующей антенны 3-члениковый	*Metadiaptomus asiaticus*
–	Последний членик экзоподита *P1* самцов с 1 наружным шипом; дистальный отдел геникулирующей антенны 4-члениковый	2
2	Последний членик экзоподита левой *P5* самцов в дистальной части шире, чем в проксимальной; левый задний край последнего сегмента цефалоторакса самок значительно длиннее правого края	*Phyllodiaptomus blanci*
–	Последний членик экзоподита левой ноги *P5* самцов в дистальной части не шире, чем в проксимальной; оба края последнего сегмента цефалоторакса самок примерно одной длины	3
3	1-й и 3-й членики экзоподита левой ноги *P5* самцов несут крупные отростки; эндоподит *P5* самок не достигает дистального конца 1-го членика экзоподита	*Arctodiaptomus salinus*
–	1-й и 3-й членики экзоподита левой ноги *P5* самцов не несут крупные отростки; эндоподит *P5* самок достигает дистального конца 1-го членика экзоподита	4
4	Последний членик геникулирующей антеннулы с острым изогнутым отростком; концевой шип экзоподита *P5* самцов слабо изогнут	*Acanthodiaptomus denticornis*
–	Последний членик геникулирующей антеннулы без отростка; концевой шип экзоподита *P5* самцов сильно изогнут	*Eudiaptomus graciloides*

ПОДСЕМЕЙСТВО DIAPTOMINAE

Phyllodiaptomus blanci (Blanci et Richard, 1896)

Строение. Левый задний край последнего сегмента цефалоторакса самок значительно длиннее правого края. Генитальный сегмент самки с хорошо развитыми боковыми шипами. Эндоподит *P5* самки не достигает конца 1-го членика экзоподита. Последний членик экзоподита левой *P5* самцов в дистальной части шире, чем в проксимальной. 3-й от конца членик геникулирующей антеннулы самца с острым изогнутым отростком. Концевой шип экзоподита P5 самцов слабо изогнут.

Распространение. Отмечен в Узбекистане (*terra typica*), Таджикистане, Казахстане, севере Индии. Обитатель мелководных водоемов (пруды, рисовые чеки, мелководья озер). Теплолюбивый вид.

Arctodiaptomus salinus (Daday, 1885)

Строение. Последний сегмент цефалоторакса со слабо развитыми лопастями, из которых правая несколько более развита и изогнута. Генитальный сегмент самки с боковыми шипами. Эндоподит *P5* самок не достигает дистального конца 1-го членика экзоподита.1-й и 3-й членики экзоподита левой ноги P5 самцов несут крупные отростки. 3-й (от конца)

членик геникулирующей антеннулы самца несет длинный палочковидный вырост. Концевой шип экзоподита *P5* самцов сильно изогнут.

Распространение. Широко распространен в Евразии и на севере Африки. Обитатель солоновато-водных водоемов.

Acanthodiaptomus denticornis (Wierzejski, 1887)

Строение. Задний сегмент цефалоторакса с очень слабо выдающимися кзади лопастями. Генитальный сегмент самки без боковых шипов. Эндоподит *P5* самки достигает конца 1-го членика экзоподита. Последний членик геникулирующей антеннулы с острым изогнутым отростком. Концевой шип экзоподита *P5* самцов слабо изогнут.

Распространение. Европа, Закавказье, Казахстан, Сибирь, Монголия. В Узбекистане отмечен в разнообразных водоемах Ферганской долины и Учкызылском водохранилище в Сурхандарьинском вилояте.

Eudiaptomus graciloides (Liljeborg, 1888)

Строение. Генитальный сегмент самки с двумя очень короткими шипами по бокам. Эндоподит *P5* самки 1- или 2-члениcтый длиной не менее чем 1-й членик эндоподита. 3-й членик гентикулирующей антеннулы самца без выростов и крючков. Апикальный коготь последнего членика экзоподита *P5* самца тонкий, сильно изогнутый с вздутием у основания.

Распространение. Европа, Сибирь, Китай, Казахстан. В Узбекистане – хауз (пруд) в Ташкенте, Чарвакское и Ахангаранское водохранилища, рыбоводные пруды в Андижанском вилояте.

Список литературы

1. Боруцкий Е.В., Степанова Л.А., Кос М.С. Определитель *Calanoida* пресных вод СССР. – Л.: Наука, 1991. – 504 с.

2. Mirabdullayev I.M., Joldasova I.M., Mustafaeva Z.A., Kazakhbaev S., Lyubimova S.A., Tashmukhamedov B.A. Succession of the ecosystems of the Aral Sea during its transition from oligohaline to polyhaline waterbody // J. Marine Syst. 2004. – Vol. 47, № 1-4. – P. 101-107.

Сведения об авторах: Мирабдуллаев Искандар Мирбатирович, доктор биологических наук, профессор, ведущий научный сотрудник, e-mail: mirabdullayev@rambler.ru;

Кузметов Абдулахмет Раимбердиевич, кандидат биологических наук, доцент, e-mail: kuzmetov6108@rambler.ru;

Исмоилов Х.Ф., соискатель;

Абдиназаров Х.Х., преподаватель.

УДК 591.69-7

Н.Н. Самотылова[1], В.Н. Казаченко[1], Ю.Ч. Цой[2]
[1]Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая., 52б
[2]Вонсанский рыбохозяйственный институт,
690950, пр. Канвон, г Вонсан, Хэан-дон, КНДР

СТРОЕНИЕ КОНЕЧНОСТЕЙ ПАРАЗИТИЧЕСКИХ КОПЕПОД РЫБ (*CRUSTACEA: COPEPODA*) И ИХ АДАПТИВНОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Приведены морфологические описания конечностей и новообразований паразитических копепод рыб, показано их адаптивное значение. Двуветвистые плавательные конечности (плезиоморфный признак) в процессе эволюции превращаются в одноветвистые (апоморфный признак) вплоть до их редукции; границы между члениками исчезают; уменьшается количество члеников экзо- и эндоподитов.

Ключевые слова: *копеподы, паразиты, конечности, шипы, щетинки, новообразования, редукция, экзоподит, эндоподит.*

N.N. Samotylova, V.N. Kazachenko, Yu.Ch. Choi

TEXTURE OF APPENDAGES OF PARASITIC COPEPODS OF FISH

Morphological descriptions of appendages and new growths parasitic copepods of fishes are given, their adaptive value is shown. Two-branchy swimming appendages (plesiomorphic sign) in the course of evolution turn in one-branchy (apomorphic sign) up to their reduction; borders between segments disappear; the quantity segments ekzo- and endopodits decreases.

Key words: *copepods, parasites, appendages, thorns, setae, new growths, reduction, exopod, endopod.*

Введение

Морфология паразитических копепод имеет большое значение при определении видов. Относительно недавно предложена классификация форм тела паразитических копепод, которая полезна при определении паразитических копепод рыб [1]. В научной литературе имеется огромное количество статей, в которых приведены морфологические описания разных видов копепод, но отсутствуют сравнительные описания конечностей, их приспособительное значение. Назрела необходимость обобщить закономерности строения конечностей и новообразований паразитических копепод рыб.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования являются паразитические копеподы рыб. Материал исследования базируется на собственных и литературных данных. Сбор и обработка материала проводились по общепринятым методам [2].

Результаты и их обсуждение

Мы опускаем описание форм тела паразитических копепод и отсылаем читателя к первоисточнику [1]. Ниже приводятся описания конечностей, новообразований паразитических копепод и их адаптивное значение.

Первая антенна (антеннула). Исходная форма первой антенны – одноветвистая конечность. Диаметр члеников уменьшается к дистальному концу. У паразитических видов количество члеников колеблется от 2 (представители калигоидной формы тела) до 18 (род *Bariaca*, эудактилиноидная форма тела); она выполняет функцию осязания и прикрепления.

Первенство по количеству члеников первой антенны среди копепод принадлежит паразитам эудактилиноидной формы тела, их количество колеблется от 3 до 18. Представители родов *Eudactylina* и *Hatschekia* (рис. 1) имеют когтеобразные шипы на основании первой антенны.

Копеподы циклопоидной формы тела имеют 4-7-члениковые первые антенны. Представители родов *Bomolochus, Dicrobomolochus, Nothobomolochus* также имеют когтевидные щетинки, выполняющие фиксаторную функцию.

Первая антенна копепод лернантропоидной формы тела 6-7-члениковая, границы между члениками выражены слабо, количество щетинок уменьшено.

Первая антенна копепод лернеоподоидной формы тела 4-члениковая, вооружение развито слабо, иногда апикальное вооружение отсутствует.

Первая антенна копепод калигоидной формы тела 2-члениковая, оперение выполняет сенсорную функцию (рис. 2).

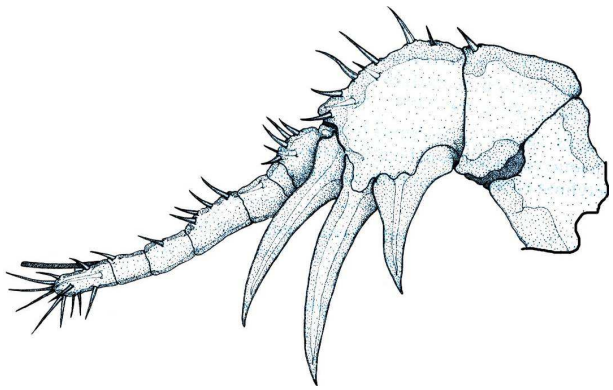


Рис. 1. Первая антенна *Eudactylinodes keratophagus* [3]
Fig. 1. First antenna *Eudactylinodes keratophagus* [3]

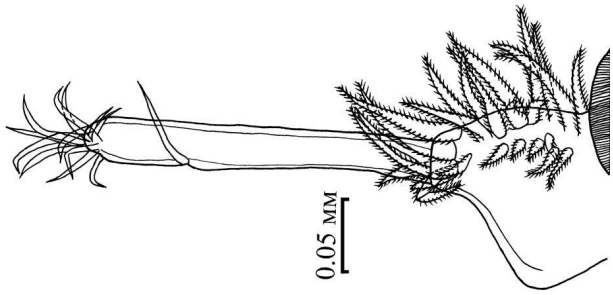


Рис. 2. Первая антенна *Caligus constrictus* (оригинал)
Fig. 2. First antenna *Caligus constrictus* (original)

Члениковость первой антенны копепод сфириоидной формы тела выражена слабо (семейство Pennellidae), порой редуцируется и имеет вид папиллы (семейство Sphyriidae).

Первая антенна копепод хондракантоидной формы тела варьирует от четко выраженной члениковости (*Diocus, Rhynchochondria*) до полной редукции (*Tanypleurus*), вооружение развито слабо.

У копепод филихтиоидной формы тела члениковость первой антенны и оперение выражены слабо, иногда первая антенна отсутствует.

Вторая антенна (антенна). Вторая антенна – первично двуветвиста.

Вторая антенна копепод лернеоподоидной формы тела маленькая, развита слабо, двуветвиста, прослеживается тенденция к 1-ветвистости (род *Clavella*).

Копеподы циклопоидной формы тела имеют 4-6-члениковую вторую антенну. Копеподы эудактилиноидной формы тела имеют 2-5-члениковую вторую антенну, которая иногда слабо выражена (представители рода *Dichelesthium*), иногда имеется когтеобразный терминальный членик (семейства Pseudocycnidae, Hatschekiidae) (рис. 3).

Копеподы калигоидной формы тела имеют мощную, сильно хитинизированную вторую антенну, ее дистальный коготь острый, сильно изогнут; у разных видов степень изогнутости дистального когтя различна.

Вторая антенна копепод лернантропоидной формы тела имеет вид ложной клешни.

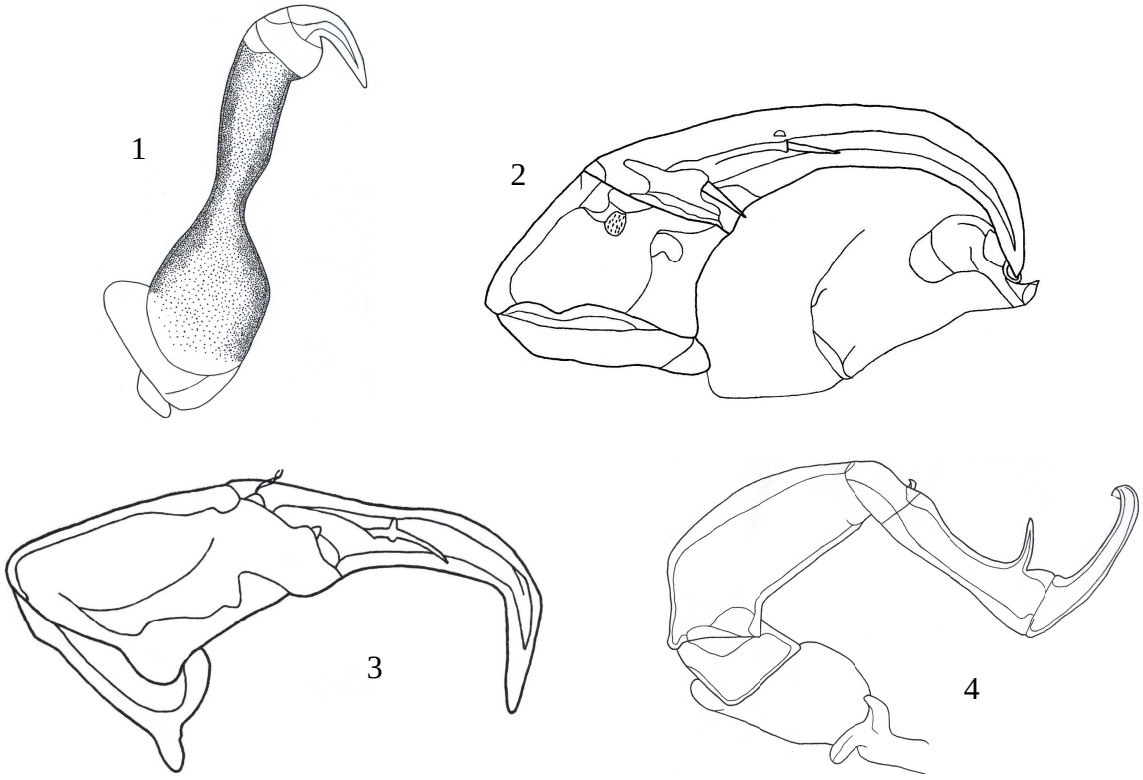


Рис. 3. Вторая антенна: 1 – *Hatschekia rotundigenitalis* (оригинал); 2 – *Caligus arii* (оригинал); 3 – *C. bonito* (оригинал); 4 – *Hermilius* sp. (оригинал)
Fig. 3. Second antenna: 1 – *Hatschekia rotundigenitalis* (original); 2 – *Caligus arii* (original); 3 – *C. bonito* (original); 4 – *Hermilius* sp. (original)

Копеподы сфириоидной формы тела имеют редуцированную вторую антенну, которая имеет вид папиллы, она не принимает участия в фиксации паразита к хозяину, так как эту функцию выполняют роговидные отростки головогруди копеподы.

Копеподы хондракантоидной формы тела имеют когтевидную, сильно хитинизированную, лишенную сегментации вторую антенну.

Копеподы филихтиоидной формы тела имеют редуцированную вторую антенну; на ее редукцию повлиял эндопаразитический образ жизни этих копепод.

Постантеннальный отросток. В литературе эта конечность называлась по-разному: «максиллярный крючок», «первая максилла», «постантеннальный отросток», «постантеннальный крючок» [4, 5, 6, 7, 8, 9]. Постантеннальный отросток (рис. 4) – новообразование и выполняет фиксаторную функцию, он имеет вид изогнутого шипа, расположенного постлатерально относительно основания первой антенны, иногда он отсутствует (представители семейств Lernaeopodidae, Naobranchiidae, Pennellidae).

Мандибула. Исходный тип строения мандибулы – 2-ветвистая конечность (появляется на науплиальной стадии); имеет разное строение у разных групп копепод.

Мандибула *пэцилостоматоидных* копепод имеет отростки (семейства Ergasilidae, Bomolochidae, Taeniacanthidae, Tuccidae и Telsidae) или серповидный зазубренный коготь (семейство Chondracanthidae). Мандибула *циклопоидного* типа строения – маленькая, 1-члениковая, имеет небольшой отросток. Мандибула *сифоностоматоидного* типа строения имеет вид стилета, на дистальном конце которого расположены зубцы, иногда они отсутствуют (семейства Hatschekiidae, Pennellidae). У калигид количество зубов мандибулы – постоянный признак.

Парагнат. Парагнат имеется только у представителей подотряда Poecilostomatoida. Парагнат располагается позади мандибулы, имеет пальцеобразную форму, может нести шипики или же имеет вид лопасти; эта морфологическая структура является хорошим видовым признаком у тениакантид, бомолехид и плохо изучена у хондракантид, так как у последних ее трудно исследовать. Функция парагната неизвестна, полагают, что он принимает участие в продвижении пищи.

Первая максилла (максиллула). Первая максилла – исходно двуветвистая конечность. У паразитических копепод она выполняет функцию осязания (лернеоподоидная, эудактилиноидная формы тела) или принимает участие в фиксации паразита к хозяину (калигоидная форма тела), рис. 5.

Первая максилла копепод циклопоидной формы тела имеет вид небольшой пластины, иногда – округлой (семейства Ergasilidae, Bomolochidae, Taeniacanthidae).

У копепод эудактилиноидной формы экзо- и эндоподит первой максиллы отделены друг от друга, так как симподит редуцирован. У других копепод эудактилиноидной формы тела эта конечность двуветвиста (семейства Eudactylinidae, Kroyeriidae, Dichelesthiidae).

У копепод калигоидной формы тела (рис. 5) (Caligidae, Trebiidae, Euryphoridae и др.) эндоподит сильно хитинизирован, 1-3-ветвист, экзоподит маленький и представлен папиллой, несущей три щетинки, одна из ветвей может быть слабо развита Dissonidae, Pandaridae. Иногда в пределах одного семейства (например, Caligidae) первая максилла может быть одноветвистой (род *Caligus*) или двуветвистой (род *Lepeophtheirus*).

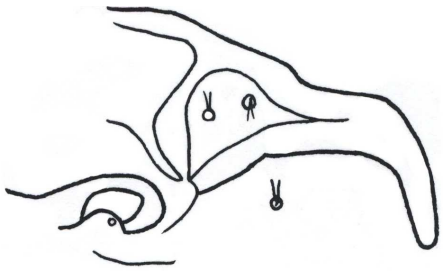


Рис. 4. Постантеннальный отросток *Caligus bonito*(оригинал)
Fig. 4. Postantennary process *Caligus bonito* (original)

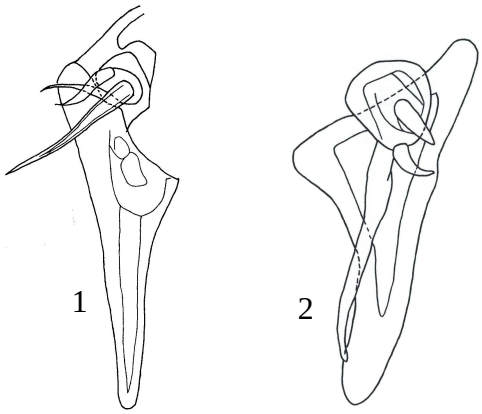


Рис. 5. Первая максилла (максиллула):
1 – *Caligus arii* (оригинал);
2 – *Caligus bonito* (оригинал)
Fig. 5. First maxilla (maxillule):
1 – *Caligus arii* (original); 2 – *C. bonito* (original)

У копепод лернантропоидной формы тела первая максилла двуветвиста, экзоподит маленький, эндоподит больше экзоподита.

У копепод сфириоидной формы симподит первой максиллы развит слабо, в виде когтя или лопасти, несущей короткие щетинки и шипы (семейства Chondracanthidae, Pennellidae, Sphyriidae). Для некоторых родов семейства Lernaeidae (роды *Lernaeogiraffa, Dysphorus, Taurocheros*) первая максилла неизвестна.

У копепод лернеоподоидной формы тела симподит первой максиллы слит с эндоподитом, экзоподит развит слабо или редуцирован.

Копеподы хондракантоидной формы тела имеют максиллу в виде небольшой лопасти с двумя щетинками разной величины или шипом и щетинкой.

Первая максилла копепод, имеющих филихтиоидную форму тела, 1-члениковая, короткая, несет коготь и короткие щетинки.

Вторая максилла (максилла). Вторая максилла копепод одноветвиста, вариабильна и выполняет фиксаторную функцию, тогда она имеет вид ложной клешни (семейства Hatschekiidae, Lernanthropidae, Dichelesthiidae и др.) или «рук» (семейство Lernaeopodidae), у других – сенсорную или локомоторную функции (Caligidae и близкие к ним семейства), рис. 6.

Максиллипед. Максиллипед имеет вид ложной клешни (рис. 7), выполняет фиксаторную функцию, у некоторых копепод принимает участие в питании, иногда эта конечность отсутствует (копеподы филихтиоидной формы тела).

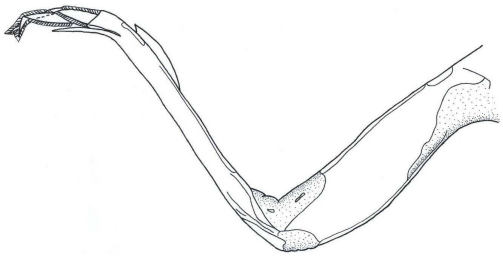


Рис. 6. Вторая максилла *Caligus arii* (оригинал)
Fig. 6. Second maxilla of *Caligus arii* (original)

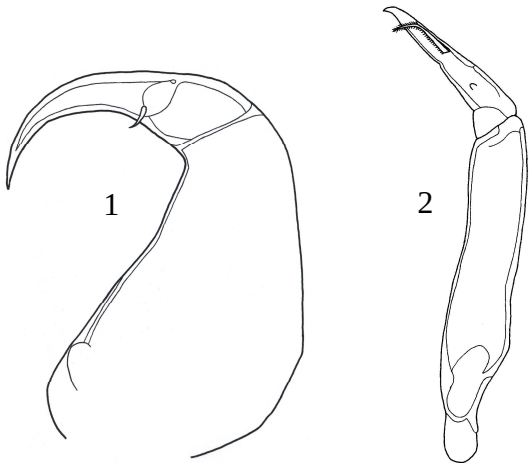


Рис. 7. Максиллипед: 1 – *Sinestius caliginus* (оригинал); 2 – *Caligus arii* (оригинал)
Fig. 7. Maxilliped: 1 – *Sinestius caliginus* (original); 2 – *Caligus arii* (original)

Плавательные конечности копепод расположены на грудных сегментах и выполняют локомоторную функцию. Исходный тип строения плавательных ног – двуветвистая конечность.

Самки паразитических копепод имеют четыре пары плавательных ног, самцы – на одну пару больше; иногда конечности полностью редуцируются (лернеоподоидная, некоторые копеподы со сфириоидной формами тела). Конечность (рис. 8) состоит из 2-членикового протоподита, несущего экзоподит (внешнюю ветвь) и эндоподит (внутреннюю ветвь); исходно каждая ветвь 3-члениковая. Пятая пара плавательных ног у многих копепод отсутствует или сильно редуцирована. Шестая пара ног у большинства копепод отсутствует или представлена несколькими щетинками. Копеподы лернеоподоидной формы тела не имеют плавательных ног, иногда рудименты плавательных ног (в виде отдельных щетинок) можно рассмотреть только при помощи электронного микроскопа [9]. Первая пара ног копепод хондракантоидной формы тела вариабильна: ветви ног члениковые, затем наблюдается исчезновение члениковости, редукция экзо- и эндоподитов, превращение конечности в одноветвистую и, наконец, в папиллообразный бугорок.

Новообразования паразитических копепод

Под влиянием паразитического образа жизни копеподы претерпевают разные морфологические изменения, в результате которых у них появляются новообразования, отсутствующие у свободноживущих предков. Такими органами у паразитических копепод рыб являются краевая мембрана карапакса, луночки, постантеннальные отростки и грудная фурка; эти образования являются апоморфными (рис. 9).

Новообразования можно классифицировать следующим образом:
1) хитиноидные отростки (шипы и пластины);
2) папиллы и пальцеобразные отростки;
3) чувствительные образования;
4) фиксаторные образования.

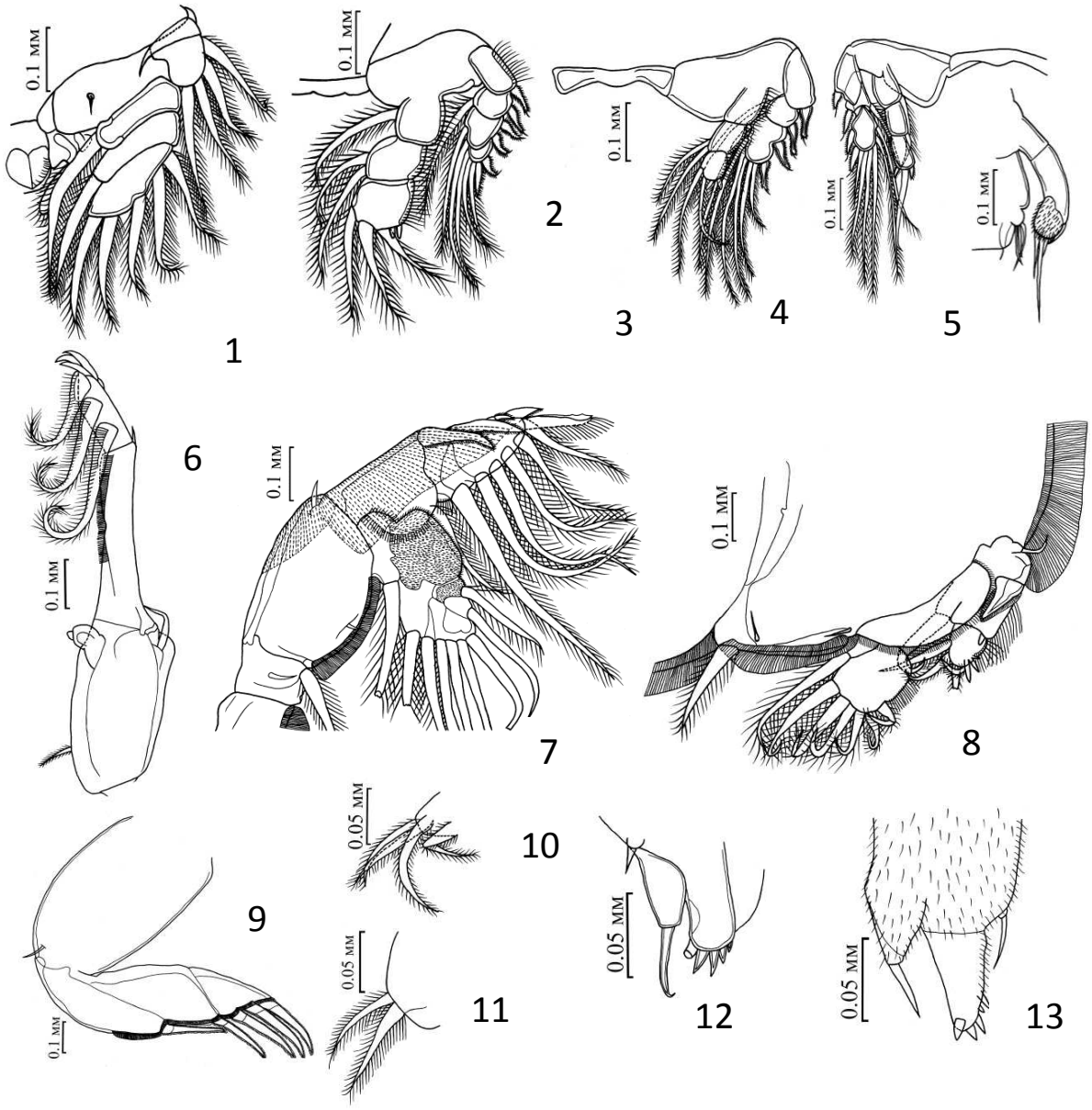


Рис. 8. Плавательные ноги. *Nothobomolochus gibber* (оригинал): 1 – первая плавательная нога; 2 – вторая плавательная нога; 3 – третья плавательная нога; 4 – четвертая плавательная нога; 5 – пятая плавательная нога; *Caligus robustus* самка (оригинал): 6 – первая нога; 7 – вторая нога; 8 – третья плавательная нога; 9 – четвертая плавательная нога; 10 – пятая нога; *C. robustus* самец (оригинал): 11 – шестая плавательная нога; *Lernanthropus villersi* (оригинал): 12 – первая плавательная нога; 13 – вторая нога

Fig. 8. Swimming legs. *Nothobomolochus gibber* (original): 1 – 1 leg; 2 – 2 leg; 3 – 3 leg; 4 – 4 leg; 5 – 5 leg; *Caligus robustus* female (original): 6 – 1 leg; 7 – 2 leg; 8 – 3 leg; 9 – 4 leg; 10 – 5 leg; *C. robustus* male (original): 11 – 6 leg; *Lernanthropus villersi* (original): 12 – 1 leg; 13 – 2 leg

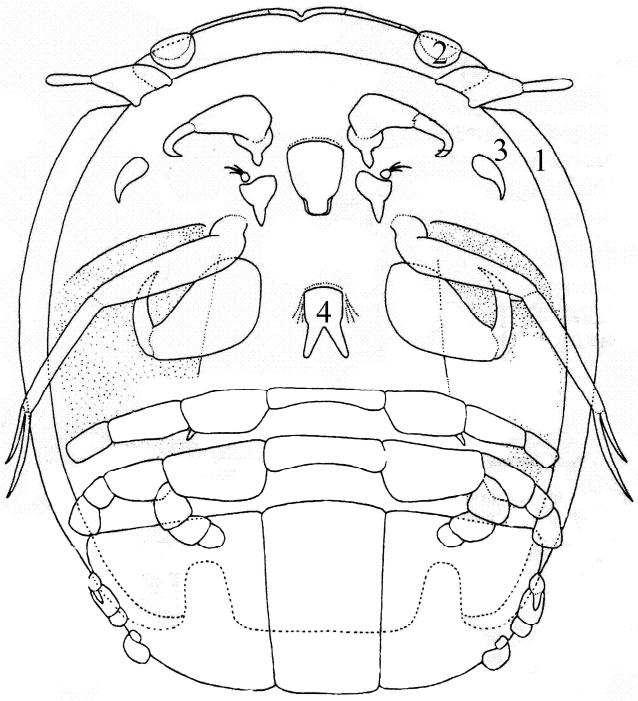


Рис. 9. Схема строения карапакса калигид (вентрально):
1 – краевая мембрана; 2 – луночка;
3 – постантеннальный отросток;
4 – грудная фурка [8]
Fig. 9. Diagram of ventral surface of caligids cephalothorax (ventral):
1 – hyaline membrane; 2 – lunule;
3 – postantennal process; 4 – sternal furca [8]

1. Хитиноидные отростки можно подразделить на хитиновые шипы и хитиновые пластины.

Хитиновые шипы (кутикулярные шипы)

Хитиновые шипы имеются у многих видов паразитических копепод. К таким образованиям относится постантеннальный отросток, представляющий собой хитиновый изогнутый крючок с плоским основанием, на котором у некоторых видов находится небольшой добавочный шип. Постантеннальный отросток расположен постлатерально относительно основания первой антенны. У молодых особей его дистальная часть острая, а у старых – тупая, поскольку он выполняет фиксаторную функцию, то со временем изнашивается. Представители некоторых видов (например, виды рода *Caligus*), родов (*Phagus, Pseudotaeniacanthus, Taeniacanthodes*) и семейств (Chondracanthidae, Therodamasidae, Lernaeopodidae, Naobranchiidae, Pennellidae) не имеют этого отростка. Рядом с постантеннальным отростком у представителей Caligidae находится папилла с чувствительными волосками. Постантеннальный отросток Taeniacanthidae не имеет папиллы.

Представители семейства Trebiidae на вентральной стороне генитального комплекса имеют мелкие кутикулярные шипики, принимающие участие в фиксации копеподы к хозяину.

Копеподы представителей рода *Kroyeria* и часть видов рода *Hatschekia* на интерподальных пластинах имеют хитиновые шипы.

У представителей рода *Kroyeria* в синусах дорсального щита имеется по одному хитиновому шипу. Они принимают участие в фиксации, вонзаясь в ткани жаберного филамента, который находится с дорсальной стороны копеподы. Кутикулярные шипы имеются на задних углах сегментов (такие шипы имеются даже у свободноживущих копепод). Шипообразные отростки на постеролатеральных углах третьего грудного сегмента самцов рода *Philichthys xiphiae* помогают ему при фиксации в сенсорном канале хозяина. У представителей рода *Jusheyus* первый свободный грудной сегмент на дорсальной стороне несет пару хитиновых отростков, которые тоже принимают участие в фиксации. Ретростилеты *Gamidactylus*, расположенные на торакальных сегментах, принимают участие в прикреплении копеподы в обонятельных ямках рыб. Аналогичные образования имеются и у представителей рода *Tegobomolochus*, которые обитают в ноздрях рыб.

Буккальные стилеты находятся на вершине верхней губы внутренней поверхности ротовой трубки копепод. На дистальном конце они несут два щетинковидных отростка. Буккальные стилеты известны у некоторых представителей семейств Pennellidae, Caligidae и Lernaeopodidae (подотряд Siphonostomatoida).

Хитиновые пластинки

Кутикулярные образования могут быть и в виде пластин или крылообразных отростков; в зависимости от местоположения на теле копепод их называют дорсальными или латеральными пластинами, элитрами, крыловидными отростками или дорсолатеральными пластинами. Дорсальная пластина может быть непарным образованием, располагаться на переднем крае сегмента и покрывать его частично, полностью или же продолжаться дальше заднего края сегмента и покрывать следующий сегмент. Задний край такой пластины может иметь мелкую или глубокую выемку, говорящую, что эта пластина образована слиянием двух дорсолатеральных пластин. У самцов такие пластины меньше или же отсутствуют. Пластины чаще всего располагаются на грудных сегментах. Обычно такие пластины имеются у представителей семейств Pandaridae, Euryphoridae, Anthosomidae и некоторых других. Кабата [8] полагает, что пластины *Anthosoma crassum* выполняют защитную функцию. Копеподы, имеющие пластинчатые кутикулярные образования, паразитируют на нектонных рыбах, т.е. рыбах, плавающих очень быстро, и пластинчатые кутикулярные образования уменьшают турбулентность, образующуюся за паразитом.

2. Папиллы и пальцеобразные отростки.

На переднем конце головогруди представителей семейств Pennellidae и Sphyriidae имеются папиллы – бугорчатые, шаровидные или пальцевидные отростки. Кроме папилл на переднем конце тела (головогруди) имеются рогообразные отростки, которые при фиксации копеподы в тканях хозяина играют роль лап якоря. Мезопаразиты (сфириоидная форма тела) в качестве органов фиксации используют роговидные отростки головогруди.

К таким же отросткам относится парабазальная папилла второй антенны разных видов рода *Hatschekia*, функция ее неизвестна. Парабазальный отросток представителей рода *Lernanthropus* расположен у основания первой антенны. Флагеллюм представителей рода *Pseudanuretes*, расположенный у основания второй максиллы, имеет вид щетинки или жгута. Последние два отростка, видимо, выполняют сенсорную функцию.

Многие копеподы (например, представители семейства Chondracanthidae) имеют пальцеобразные или конические отростки туловища, которые гасят турбулентные потоки, увеличивают поверхность дыхания, являются вместилищем петель матки. Отростки пенеллид, находящиеся на брюшке ракообразных, принимают участие в дыхании и улучшают гидростатические свойства копеподы, уменьшая турбулентные токи воды, образующиеся за копеподой. Туловищные отростки пенеллид имеются у *Peniculisa* и *Haemobaphes*.

3. Чувствительные образования представлены разнообразными щетинками (оперенными или нет), расположенными на конечностях, на дорсальной и вентральной поверхности тела, по краю карапакса копепод калигоидной формы тела.

4. Фиксаторные образования. Таких новообразований несколько.

Краевая мембрана карапакса Caligidae и близких к ним семейств предназначена для плотного прилегания края карапакса к хозяину и создания отрицательного давления под карапаксом, что способствует более плотному прикреплению копеподы к телу хозяина. Клапаном, отсасывающим воду из-под карапакса и закрывающим отверстие (задний синус карапакса), через которое удаляется вода, служит апрон третьей плавательной ноги и базальный коготь экзоподита этой же ноги, служащий для фиксации ноги к тканям хозяина.

Грудная фурка (рис. 10) находится на вентральной стороне карапакса многих видов копепод калигоидной формы тела. Она располагается между максиллипедами и первой парой ног. Ее широкое основание несет пару хитиновых ветвей, направленных вентрально.

Форма ветвей фурки у разных видов копепод разная: дистальные концы ветвей могут быть заострены, тупо оканчиваться или быть лопатовидными; ветви могут расходиться или сходиться; реже ветви дихотомически разветвлены или имеют небольшие добавочные ветви. В течение жизни форма грудной фурки может изменяться (у молодых и взрослых экземпляров), иногда у самцов и самок она отличается. У некоторых копепод латерально от грудной фурки расположены небольшие шипы или полукруглые образования. Грудная фурка работает одновременно со второй антенной и максиллипедами, образует распорку, состоящую из членов *вторая антенна – максиллипед – грудная фурка*, при этом площадь опоры значительно больше, чем площадь опоры у второй антенны *дистальный коготь – базальный шип*, так как расстояние между второй антенной, максиллипедом и грудной фуркой значительно больше, чем расстояние *дистальный коготь – базальный шип*. При фиксации этими тремя морфологическими образованиями дистальные концы грудной фурки направлены вперед, а коготь второй антенны и ее базальный шип – назад.

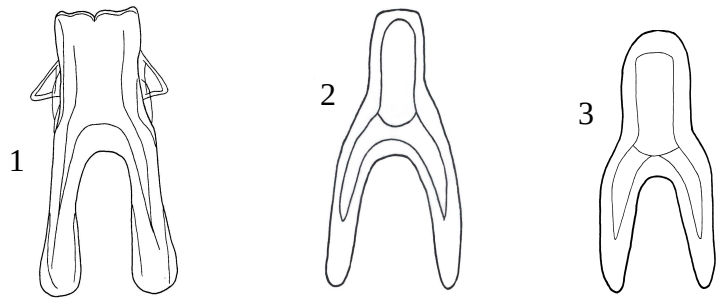


Рис. 10. Грудная фурка: 1 – *Caligus arii (*оригинал); 2 – *C. pelamydis* (оригинал); 3 – *C. bonito* (оригинал)
Fig. 10. Sternal furca: 1 – *Caligus arii* (original); 2 – *C. pelamydis* (original); 3 – *C. bonito* (original)

Многие представители семейства Pandaridae имеют так называемые адгезивные (прилипающие) пластинки, которые находятся на вентральной стороне головогруди у оснований конечностей. Полагают, что они принимают участие в фиксации копепод. Число и расположение пластин характерно для видов. Адгезивные пластины имеют бороздки. Существует корреляция между развитием адгезивных пластин и конечностей, около которых они расположены. Например, дистальный коготь вторых антенн *Echthrogaleus coleoptratus* развит слабо, а адгезивная пластина у основания этой конечности сильно развита. Некоторые представители родов (*Phyllothereus*) и виды (часть видов рода *Dinemoura*) пандарид не имеют адгезивных пластин.

Булла (непарный орган) имеется у представителей семейства Lernaeopodidae, она расположена на дистальном конце вторых максилл и выполняет фиксаторную функцию; булла погружается в ткани хозяина и состоит из рукоятки и якоря (рис. 11). Этот орган образуется из фронтальной железы, расположенной в передней части головы, секрет железы переносится в ткани хозяина при помощи вторых максилл. Форма буллы различная: шарообразная, блюдцевидная, булавовидная, звездообразная. У некоторых видов (например, у представителей родов *Dendrapta* и *Schistobrachia*) булла редуцируется, и тогда фиксация паразита осуществляется при помощи отростков, образованных вторыми максиллами; эти отростки могут древовидно ветвиться (род *Dendrapta*).

Некоторые копеподы калигоидной формы тела имеют пару мускулистых органов – присоски, которые расположены на фронтальной пластине у основания первых антенн. Эти органы аналогичны присоскам плоских червей. Они являются органами фиксации. Степень развития луночек у разных видов копепод разная; у некоторых видов края луночек плохо различимы, у других – хорошо. Кабата [8] считает, что трудно объяснить, поче-

му часть копепод с калигоидной формой тела имеет луночки, а другая – не имеет (например, представители рода *Caligus* имеют луночки, а *Lepeophtheirus* – не имеют). В то же время анализ экологии хозяев тех и других копепод показывает, что хорошо различимые края луночек имеются у видов, обитающих на быстрых пловцах, а плохо различимые – у обитающих на менее подвижных рыбах. Более того, у видов копепод, которые обитают на еще менее подвижных хозяевах, такой дополнительный орган фиксации отсутствует, например, виды подсемейства Lepeophtheirinae. Наличие присосок является апоморфным, а их отсутствие – плезиоморфным признаком.

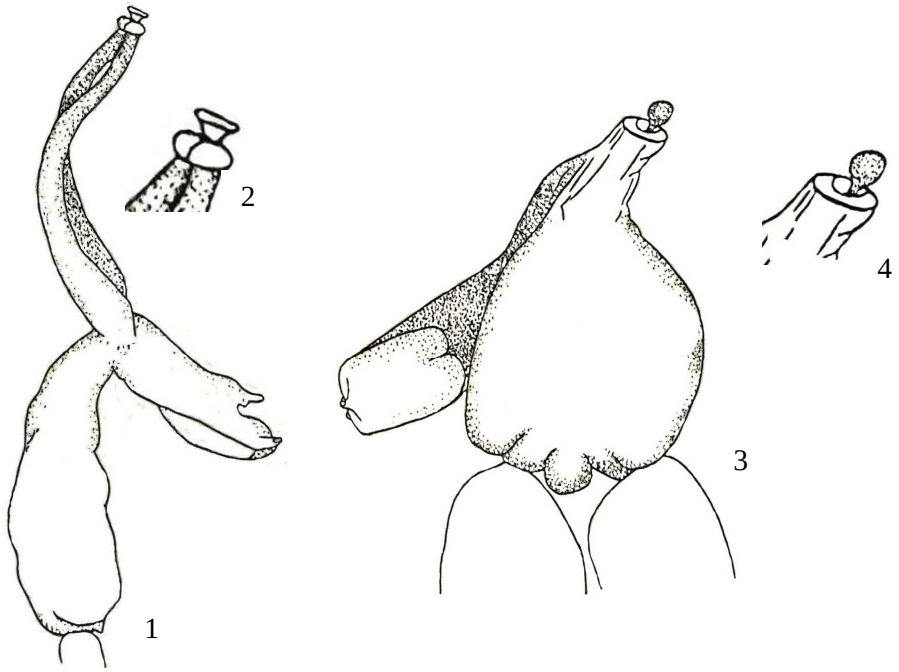


Рис. 11. Самка: 1 – *Pseudocharopinus markewitschi* [10]; 2 – дистальная часть максиллипед и булла; 3 – *Clavella adunca* (оригинал); 4 – дистальная часть максиллипед и булла (оригинал)
Fig. 11. Female: 1 – *Pseudocharopinus markewitschi* [10]; 2 – distal part of maxillipeds and bulla; 3 – *Clavella adunca* (original); 4 – distal part of maxillipeds and bulla (original)

Особым органом прикрепления, который имеется только у личинок некоторых паразитических копепод, является так называемая «лобная нить». При помощи этой нити личинка на стадии халимуса крепится к хозяину. Лобная нить образуется фронтальной железой.

Выводы

Исходная форма конечности ракообразных – двуветвистая.

Первая антенна (антеннула) копепод исходно 1-ветвистая; претерпевает редукцию члеников и щетинок вплоть до полного их исчезновения; появляются новообразования в виде когтеобразных шипов и хитинизированных щетинок, участвующих в фиксации копепод к хозяину.

Вторая антенна (антенна) копепод исходно 2-ветвистая; под влиянием паразитического образа жизни она превращается в одноветвистую конечность, происходит субституция функции: из органа движения она превращается в орган фиксации. Вторая антенна принимает участие в фиксации копеподы к хозяину.

Постантеннальный отросток – новообразование у паразитических копепод, выполняет фиксаторную функцию.

Первая максилла (максиллула) исходно 2-ветвистая. У паразитических копепод она выполняет функцию осязания (лернеоподоидная, эудактилиноидная формы тела) или принимает участие в фиксации паразита к хозяину (калигоидная форма тела), иногда имеет вид небольшой пластинки, вооруженной щетинками, шипами.

Вторая максилла (максилла) копепод 1-ветвиста, выполняет фиксаторную (семейства Hatschekiidae, Lernanthropidae, Dichelesthiidae и др.) или локомоторную функции (копеподы калигоидной формы тела).

Плавательные конечности. В большинстве случаев самки паразитических копепод имеют четыре пары плавательных ног, самцы – на одну пару больше; иногда конечности полностью редуцируются (лернеоподоидная, некоторые копеподы со сфириоидной формами тела). Конечность состоит из 2-членикового протоподита, несущего экзоподит (внешнюю ветвь) и эндоподит (внутреннюю ветвь); исходно каждая ветвь 3-члениковая. Двуветвистые плавательные конечности (плезиоморфный признак) в процессе эволюции превращаются в одноветвистые (апоморфный признак) вплоть до их редукции; границы между члениками исчезают. Уменьшается количество члеников экзо- и эндоподитов.

Наблюдается субституция конечностей копепод (плавательная конечность выполняет фиксаторную функцию).

В процессе адаптации к паразитическому образу жизни происходят изменения в строении конечностей копепод: появляются шипы, крючья.

Список литературы

1. Казаченко В.Н. Определитель семейств и родов паразитических копепод (Crustacea: Copepoda) рыб. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2001. – Ч. 1. – 161 с. Ч. 2. – 253 с.

2. Быховская-Павловская И.Е. Паразиты рыб. Руководство по изучению. – Л.: Наука, 1985. – 121 с.

3. Deets G.B., Benz G.W. *Eudactylinodes keratophagus* sp. nov., the first record of Eudactylinidae Kabata, 1979 (Copepoda: Siphonostomatidae) from horn sharks (*Heterodontus francisci* (Giard, 1854), and *H. mexicanus* Taylor and Castro-Aguirre, 1972) // Can. J. Zool. – 1986. – Vol. 64. – P. 2499-2502.

4. Wilson C.B. North American parasitic copepods belonging to the family Ergasilidae // Proc U. S. nat. Mus. – 1911. – Vol. 39. – P. 263-400.

5. Shiino S.M. Copepods parasitic on Japanese fishes. 16. Bomolochidae and Taeniacanthidae // Rep. Fac. Fish. Pref. Univ. Mie. – 1957. – Vol. 2, № 3. – P. 411-428.

6. Lewis A.G. Copepod crustaceans parasitic on teleost fishes of the Hawaiian Islands // Proc. U. S. Nat. Mus. – 1967. – Vol. 121. – P. 1-204.

7. Cressey R.F., Cressey H.B. The parasitic copepods of Indo-West Pacific Lizardfishes (Synodontidae) // Smithonian Contribution to Zoology. – 1979. – № 296. – P. 1-71.

8. Kabata Z. Parasitic Copepoda of British fishes // Ray. Soc. – 1979. – № 152. – 468 p., figs. 1-2031.

9. Piasecki W. Life cycle of *Tracheliastes maculatus* Kollar, 1835 (Copepoda, Siphonostomatoida, Lernaeopodidae) // Wiadomosci Parazytologiczne. – 1989. – T. 35, № 3. – P. 187-245.

10. Гусев А.В. Паразитические Copepoda с некоторых морских рыб // Паразитол. сб. – 1951. – Т. 13. – С. 394-463.

Сведения об авторах: Казаченко Василий Никитич, доктор биологических наук, профессор, e-mail: vaskaz@hotbox.ru;

Самотылова Нина Николаевна, аспирант, e-mail: samotnina@gmail.com;

Choi Yu.Ch.

ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО. АКУСТИКА

УДК 534.231.1

С.М. Балабаев
Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

РАСЧЕТ ИМПУЛЬСНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ В СИСТЕМЕ УПРУГИЙ СЛОЙ – ЖИДКОЕ ПОЛУПРОСТРАНСТВО

Методом интегральных преобразований решена осесимметричная задача о возбуждении импульсных акустических полей в системе упругий слой – жидкое полупространство. Применено преобразование Фурье по временной переменной и преобразование Бесселя по пространственной переменной. Решения для потенциалов смещения волновых полей получены в виде двукратных интегралов. Обсуждены методы вычисления полученных интегралов.

Ключевые слова: *импульсные акустические поля, метод интегральных преобразований, дисперсионные уравнения.*

S.M. Balabaev

CALCULATION OF THE IMPULSIVE ACOUSTIC FIELDS IN THE SYSTEM AN ELASTIC LAYER – LIQUID HALF-SPACE

The method of integral transformations is used to solve an axisymmetrical problem about excitation of the impulsive acoustic fields in the system an elastic layer – liquid half-space. Transformation of Fourier on a temporal variable and transformation of Bessel on a spatial variable are applied. Decision for potentials of displacement of the wave fields got as double integrals. The methods of calculation of the got integrals are discussed.

Key words*: impulsive acoustic fields, method of integral transformations, dispersion equations.*

При решении ряда практических задач возникает необходимость расчета волновых импульсных полей в системе *упругий слой – жидкое полупространство*. Подобная ситуация имеет место в акустическом методе неразрушающего контроля металлических листов (или труб большого диаметра), находящихся в одностороннем контакте с жидкостью. Одним из вариантов этой задачи является также анализ системы *лед – вода* при импульсном воздействии на поверхность льда. Измерения скорости и формы акустических импульсов дают полезную информацию о прочностных характеристиках льда. Это важно, например, при выборе места для ледовых аэродромов, дрейфующих полярных станций и т. д.

Рассмотрим осесимметричную задачу в цилиндрических координатах r, α, z. Слой толщиной $2l$ ограничен координатными поверхностями $z = \pm l$. На конечном участке верхней поверхности слоя задано внешнее воздействие $\sigma_{zz}(r,-l,t) = \sigma(r) f(t)$, σ_{ik} – тензор напряжений; t – время; $\sigma(r)$ – закон распределения нормального напряжения; $f(t)$ – форма импульса. Параметры материала слоя: ρ – плотность; c_l – скорость продольной волны; c_t – скорость поперечной волны. По поверхности $z = l$ слой граничит с жидким полупространством с параметрами: ρ_1 – плотность; c_1 – скорость продольной волны. Необходимо определить импульсные волновые поля в слое и полупространстве.

Введем скалярный $\varphi = \varphi(r,z,t)$ и векторный $\psi = \psi(r,z,t)$ $(\psi \equiv \psi_\alpha)$ потенциалы смещения поля в слое. Эти потенциалы и потенциал смещения поля в полупространстве $\varphi_1 = \varphi_1(r,z,t)$ должны удовлетворять волновым уравнениям

$$\begin{gathered}\frac{\partial^2\varphi}{\partial r^2}+\frac{1}{r}\frac{\partial\varphi}{\partial r}+\frac{\partial^2\varphi}{\partial z^2}=\frac{1}{c_l^2}\frac{\partial^2\varphi}{\partial t^2},\\ \frac{\partial^2\psi}{\partial r^2}+\frac{1}{r}\frac{\partial\psi}{\partial r}-\frac{\psi}{r^2}+\frac{\partial^2\psi}{\partial z^2}=\frac{1}{c_t^2}\frac{\partial^2\psi}{\partial t^2},\\ \frac{\partial^2\varphi_1}{\partial r^2}+\frac{1}{r}\frac{\partial\varphi_1}{\partial r}+\frac{\partial^2\varphi_1}{\partial z^2}=\frac{1}{c_1^2}\frac{\partial^2\varphi_1}{\partial t^2}\end{gathered} \qquad (1)$$

и системам граничных условий:

$$\begin{cases}\sigma_{rz}=0,\\ \sigma_{zz}=\sigma(r)f(t),\end{cases}\ \text{при } z=-l;\ \begin{cases}\sigma_{rz}=0,\\ \sigma_{zz}=\sigma_{zz}^{(1)},\\ u_z=u_z^{(1)},\end{cases}\ \text{при } z=l,$$

где σ_{rz} – касательное напряжение; u_z – нормальное смещение. Индекс (1) относится к полупространству.

Выразим компоненту смещения и компоненты напряжений, которые понадобятся в дальнейшем, через потенциалы [1, 2]:

$$\begin{gathered}u_z=\frac{\partial\varphi}{\partial z}+\frac{\psi}{r}+\frac{\partial\psi}{\partial r},\\ \sigma_{rz}=\mu\left(2\frac{\partial^2\varphi}{\partial z\partial r}+\frac{\partial^2\psi}{\partial r^2}-\frac{\partial^2\psi}{\partial z^2}+\frac{1}{r}\frac{\partial\psi}{\partial r}-\frac{\psi}{r^2}\right),\\ \sigma_{zz}=\lambda\left(\frac{\partial^2\varphi}{\partial r^2}+\frac{1}{r}\frac{\partial\varphi}{\partial r}+\frac{\partial^2\varphi}{\partial z^2}\right)+2\mu\left(\frac{\partial^2\varphi}{\partial z^2}+\frac{1}{r}\frac{\partial\psi}{\partial r}+\frac{\partial^2\psi}{\partial r\partial z}\right),\end{gathered}$$

где λ, μ – упругие постоянные Ламе.

Для решения поставленной задачи применен метод интегральных преобразований, с использованием преобразования Фурье по временной переменной и преобразования Бесселя по пространственной переменной *r*:

$$\begin{gathered}\overline{\overline{\varphi}}(k,z,\omega)=\int_{-\infty}^{\infty}e^{i\omega t}\int_0^{\infty}\varphi(r,z,t)rJ_0(kr)drdt,\\ \varphi(r,z,t)=\frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}e^{-i\omega t}\int_0^{\infty}\overline{\overline{\varphi}}(k,z,\omega)kJ_0(kr)dkd\omega,\end{gathered}$$

где k, ω – параметры преобразования, имеющие физический смысл волнового числа и круговой частоты. Для векторного потенциала функцию Бесселя нулевого порядка в ядре преобразования нужно заменить на функцию Бесселя первого порядка.

Конечная протяженность области воздействия, а также затухание упругих волн в реальных средах дают основание полагать, что введенные потенциалы вместе со своими частными производными стремятся к нулю при $|t| \to \infty, r \to \infty$. Тогда трансформанты решений волновых уравнений (1) можно записать в виде

$$\begin{gathered}\overline{\overline{\varphi}}_1(k,z,\omega) = A_1(k,\omega)\exp(ibz),\\ \overline{\overline{\varphi}}(k,z,\omega) = A_2(k,\omega)shcz + A_3(k,\omega)chcz,\\ \overline{\overline{\psi}}(k,z,\omega) = A_4(k,\omega)shdz + A_5(k,\omega)chdz,\\ b^2 = \omega^2/c_1^2 - k^2, \qquad c^2 = k^2 - \omega^2/c_l^2, \qquad d^2 = k^2 - \omega^2/c_t^2.\end{gathered} \tag{2}$$

Ветвь радикала b выбирается из условия $Jmb > 0$, выбор же ветвей радикалов c и d произволен, поскольку они не дают многозначности в окончательных выражениях.

Постоянные $A_1 - A_5$, входящие в (2), определяются из преобразованной системы граничных условий

$$\sum_{j=1}^{5} a_{ij}A_j = B_i, (i = 1,...,5), \tag{3}$$

$$a_{11} = a_{13} = a_{14} = a_{21} = a_{22} = a_{25} = a_{32} = a_{35} = 0,\ a_{12} = 2ckchcl,\ a_{15} = (2k^2 - k_t^2)chdl,$$
$$a_{23} = 2ckshcl,\ a_{24} = (2k^2 - k_t^2)shdl,\ a_{31} = a_{41} = \rho_1\omega^2\exp(ibl),\ a_{33} = 2\mu(2k^2 - k_t^2)chcl,$$
$$a_{34} = 4\mu kdchdl,\ a_{42} = \mu(2k^2 - k_t^2)shcl,\ a_{43} = a_{33}/2,\ a_{44} = a_{34}/2,\ a_{45} = 2\mu kdshdl,$$
$$a_{51} = -ib\exp(ibl),\ a_{52} = cchcl,\ a_{53} = cshcl,\ a_{54} = kshdl,\ a_{55} = kchdl,$$
$$B_1 = B_2 = B_4 = B_5 = 0,\ B_3 = \overline{\overline{\sigma}}(k,-l,\omega),\ \overline{\overline{\sigma}}(k,-l,\omega) = S(\omega)\overline{\sigma}(k),$$
$$S(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t)e^{i\omega t}dt,\ \overline{\sigma}(k) = \int_{0}^{\infty}\sigma(r)rJ_0(kr)dr,$$

где $S(\omega)$ – спектральная функция импульса возбуждения; $\overline{\sigma}(k)$ – трансформанта Бесселя закона распределения нормального напряжения.

Решение линейной системы уравнений (3) дает следующие выражения для постоянных:

$$A_1(k,\omega) = \frac{ick_t^2\overline{\overline{\sigma}}\exp(-ibl)}{2b\mu F(k,\omega)}\left[4cdk^2shclchcl - \left(2k^2 - k_t^2\right)^2 shdlchdl\right],$$
$$A_2(k,\omega) = \frac{(2k^2 - k_t^2)\overline{\overline{\sigma}}chcl}{2\mu F(k,\omega)}F_1(k,\omega),\ A_3(k,\omega) = \frac{(k_t^2 - 2k)\overline{\overline{\sigma}}shdl}{2\mu F(k,\omega)}F_2(k,\omega),$$
$$A_4(k,\omega) = \frac{ck\overline{\overline{\sigma}}shcl}{\mu F(k,\omega)}F_2(k,\omega),\ A_5(k,\omega) = -\frac{ck\overline{\overline{\sigma}}chcl}{\mu F(k,\omega)}F_1(k,\omega),$$
$$F_1(k,\omega) = F_s(k,\omega) - iD(k,\omega)shclshdl,\ F_2(k,\omega) = F_a(k,\omega) - iD(k,\omega)chclchdl,$$
$$D(k,\omega) = c\rho_1\omega^2k_t^2/(b\mu),\ F_a(k,\omega) = 4k^2cdshdlchcl - (2k^2 - k_t^2)^2 shclchdl,$$
$$F_s(k,\omega) = 4k^2cdshclchdl - (2k^2 - k_t^2)^2 shdlchcl,$$

где $F_a(k,\omega)$ и $F_s(k,\omega)$ – характеристические функции дисперсионных уравнений Рэлея-Лэмба для слоя со свободными границами для антисимметричных и симметричных волн соответственно.

$F(k,\omega) = F_a(k,\omega)F_s(k,\omega) - i\dfrac{\rho_1\omega^2 c}{2b\rho c_t^2}\left[F_a(k,\omega)shclshdl + F_s(k,\omega)chclchdl\right]$ – характеристическая функция дисперсионного уравнения для слоя, находящегося в одностороннем контакте с полупространством. Нарушение симметрии задачи приводит к тому, что волновые процессы в рассматриваемой системе не распадаются на симметричный и антисимметричный.

Окончательные выражения для искомых потенциалов запишем в виде

$$\varphi(r,z,t) = \frac{1}{4\pi\mu}\int_{-\infty}^{\infty} S(\omega)e^{-i\omega t}\int_0^{\infty}\frac{(2k^2-k_t^2)\overline{\sigma}(k)kJ_0(kr)}{F(k,\omega)}\left[F_1 chdlshcz - F_2 shdlchcz\right]dkd\omega,$$

$$\psi(r,z,t) = \frac{1}{2\pi\mu}\int_{-\infty}^{\infty} S(\omega)e^{-i\omega t}\int_0^{\infty}\frac{ck^2\overline{\sigma}(k)J_1(kr)}{F(k,\omega)}\left[F_2 shclshdz - F_1 chclchdz\right]dkd\omega, \qquad (4)$$

$$\varphi_1(r,z,t) = \frac{i}{4\pi\rho c_t^4}\int_{-\infty}^{\infty} S(\omega)\omega^2 e^{-i\omega t}\int_0^{\infty}\frac{ck\overline{\sigma}(k)J_0(kr)}{bF(k,\omega)}e^{ib(z-l)}\times$$

$$\times\left[4cdk^2 shclchcl - (2k^2-k_t^2)^2 shdlchdl\right]dkd\omega.$$

Выражения (4) описывают все типы акустических волн, возникающих при импульсном воздействии на поверхность упругого слоя. Остаются «непринципиальные» (с точки зрения «чистой» математики) трудности вычисления полученных интегралов. При малом значении параметра kr для вычисления интегралов могут быть применены численные методы. Увеличение kr приводит к увеличению времени вычислений, так как подынтегральные функции быстро осциллируют. В этом случае предпочтительнее применение асимптотических методов, подобных рассмотренным в [3-5]. Преимуществом асимптотических методов является также возможность выделения различных типов волн. Объемные волны выражаются через интегралы по перевальным путям в плоскости комплексного переменного. Вычеты в соответствующих полюсах дают поля нормальных и поверхностных волн. Боковые волны выражаются через интегралы по берегам разрезов, которые могут быть вычислены методом быстрейшего спуска. Для конкретной формы импульса возбуждения вычисляется его спектральная функция. Зная спектральную функцию, можно вычислить формы импульсов всех типов акустических волн в упругом слое и жидком полупространстве.

Список литературы

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Т. 7. Теория упругости. – М.: Наука, 1965. – 203 с.

2. Новожилов В.В. Теория упругости. – Л.: Судпромгиз, 1958. – 370 с.

3. Бреховских Л.М. Волны в слоистых средах. – М.: Наука, 1973. – 344 с.

4. Шендеров Е.Л. Волновые задачи гидроакустики. – Л.: Судостроение, 1972. – 352 с.

5. Балабаев С.М. Исследование импульсного режима работы клиновых преобразователей для волн Рэлея и Лэмба: автореф. дис. … канд. физ.-мат. наук. – Л.: Ленинградский ордена Ленина электротехнический институт им. В.И. Ульянова (Ленина), 1976. – 16 с.

Сведения об авторе: Балабаев Сергей Михайлович, доктор физико-математических наук, профессор.

УДК 639.2

А.А. Недоступ
Калининградский государственный технический университет,
236000, г. Калининград, Советский проспект, 1

О ПРИМЕНЕНИИ ТЕОРИИ ДИНАМИЧЕСКОГО ПОДОБИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ РЫБОЛОВСТВА

Приводятся масштабы динамического подобия процессов рыболовства.
Ключевые слова: *рыболовство, динамическое подобие.*

A.A. Nedostup

APPLICATIONS OF THE THEORY OF DYNAMICAL SIMILARITY PHYSICAL PROCESSES IN FISHERIES

The article provides a dynamic scale is similar to the fishery.
Key words: *fishing, dynamical similarity.*

Основной задачей гидромеханики орудий рыболовства является, как известно [1-4], определение силового воздействия между жидкой средой (водой) и движущимся в этой среде орудием рыболовства или его элемента. В большинстве случаев эту задачу приходится решать опытным путем, так как теория в гидродинамике еще не настолько развита, чтобы давать уверенные и достаточно точные для технических целей ответы на многочисленные вопросы проектирования и расчета орудий и процессов рыболовства. Теория может лишь установить общие законы движения и сопротивления среды и решить задачу о силовом воздействии среды и движущегося орудия рыболовства в некоторых простых случаях [5,6]. Так, например, возможно теоретически рассчитать в ряде случаев коэффициенты сопротивления, подъемной и боковой сил траловых досок.

Решать задачи, возникающие в сложных инженерных системах, которыми являются орудия рыболовства, чисто аналитическим путем часто бывает необычайно трудно и даже невозможно из-за большого количества зависимостей и сложностей нелинейных характеристик некоторых зависимостей. Иногда мы не имеем вообще математического описания задачи, так как исследуемое явление, протекающее с орудием рыболовства, настолько сложно, что для него пока еще нет удовлетворительной схемы и нет еще уравнений протекания процессов. Аналитическое решение, или решение дифференциальных уравнений гидродинамики, охватывает ограниченный круг задач. В частности, не всегда можно получить удовлетворительный результат и с помощью численных методов. Наконец, аналитическое решение все равно нуждается в проверке экспериментом с натурным орудием рыболовства или с его моделью. Последнее проще, дешевле, удобнее при исследованиях влияния вариаций различных параметров элементов системы, схемы их соединения и других факторов, влияющих на протекание гидродинамических, грунтодинамических и трибологических процессов.

В процессе проектирования орудий рыболовства нередко возникает необходимость не только математического, но и физического моделирования. В таком случае необходимо, чтобы процессы, протекающие с моделями орудий рыболовства, соответствовали натурным. Это означает, что различные характеристики движения потоков жидкости (для пассивных орудий рыболовства) или орудий рыболовства (для активных орудий рыболовства), которые имеют место в модели и в реальной системе, должны описываться одинаковыми закономерностями, хотя их численные значения могут существенно различаться. В натурной модели они меньше (как правило) или больше (встречается реже), чем в действи-

тельности. Для этого необходимо иметь критерии, которые позволяли ли бы «масштабировать» реальную систему. Эти критерии устанавливаются в теории подобия.

Гидродинамическое подобие – это подобие потоков несжимаемой жидкости, включающее в себя подобие геометрическое, кинематическое и динамическое [7].

В потоках жидкостей обычно действуют разные силы – силы давления, силы вязкого трения, силы тяжести, инерционные силы. Соблюдение пропорциональности всех сил, действующих в потоке, означает полное гидродинамическое подобие. На практике полное гидродинамическое подобие достигается редко, поэтому обычно приходится ограничиваться частичным (неполным) гидродинамическим подобием, при котором имеется пропорциональность лишь основных сил.

Орудия рыболовства имеют формы, значительно более сложные и изменяемые в процессе эксплуатации, чем те, которые доступны для теоретического изучения: ваера, траловые доски, гидродинамические щитки, кухтыли, бобинцы, гидродинамические катушки, поплавки и др. В основном орудия рыболовства представляют собой сложные инженерные сооружения, состоящие из набора элементов и сети. Причем сетная конструкция орудий рыболовства имеет несимметричные формы. Все эти обстоятельства настолько усложняют силовое воздействие орудия рыболовства с водой, что ограничиться средствами теоретического анализа при проектировании и расчете не представляется возможным. Поэтому основное значение приобретает здесь эксперимент. Однако для того, чтобы эксперимент успешно решал поставленную задачу, его постановка и обработка опытных данных должны базироваться на знании общих законов сопротивления среды, выяснение которых является делом теории.

Причина зависимости эксперимента от теории состоит в том, что эксперимент в гидромеханике выполняется обычно не с натурным объектом и не в натурных условиях, а на модели этого объекта, в условиях, не совпадающих с натурными. Эксперимент при этом должен не просто воспроизводить изучаемое явление, а моделировать это явление так, чтобы затем можно было от данных эксперимента с моделью перейти к натуре.

Натурные объекты, с которыми имеет дело гидромеханика орудий рыболовства: тралы, невода, яруса, сети, промысловые механизмы и др., – слишком сложны, велики по размерам и дорогостоящи для того, чтобы их можно было всякий раз испытывать только в натурных условиях. Кроме того, необходимость в испытании различных вариантов каждого из перечисленных выше натурных объектов рыболовства возникает тогда, когда самого объекта еще не существует, а именно в стадии его проектирования и расчета. Эти обстоятельства и привели к широкому использованию в гидромеханике моделей натурных орудий рыболовства и к испытанию их в лабораторных условиях [3], часто весьма далеких от натурных. Эксперименты проводятся на специально создаваемых модельных установках, моделирующих определенным образом исследуемые устройства и протекающие в них физические процессы. При физическом моделировании исследуемая модель обычно выполняется в меньшем масштабе, чем оригинал (натура), и воспроизводит изучаемое явление с сохранением его физической природы.

Большое практическое значение приобрела теория физического моделирования, т.е. раздел гидродинамики, разрабатывающий способы определения гидродинамических коэффициентов для натурных орудий рыболовства путем испытания моделей. Модель всегда должна быть геометрически подобна натурному орудию рыболовства, но так как она обычно имеет иные размеры, чем натурные орудия рыболовства, и может испытываться при иных скоростях и в другой среде, скажем, в воздухе [1-4], то силовое взаимодействие со средой также будет иным, нежели у натурного объекта. Поэтому возникает стремление охарактеризовать силовое взаимодействие объекта и среды безразмерными комбинациями или величинами, которые не зависели бы от абсолютных размеров объекта, скорости его движения, или скорости потока жидкости, плотности среды, вязкости жидкости и других размерных величин. Такие безразмерные величины в гидродинамике называются гидродинамическими коэффициентами.

Для проектирования и расчета натурных орудий рыболовства весьма важно, чтобы гидродинамические коэффициенты, определенные опытным путем, были такими же, как у натурных орудий рыболовства; только при этом условии можно применять гидродинамические коэффициенты, полученные на модели, к расчету натурного орудия рыболовства, и следовательно, только таким условием определяется ценность и точность эксперимента. Однако для того, чтобы гидродинамические коэффициенты были одинаковы, недостаточно одного только геометрического подобия модели и натуры. Необходимо соблюдение ряда дополнительных условий, которые являются условиями подобия явлений, возникающих при движении (обтекании) натурных орудий рыболовства. Выяснение этих условий, которым необходимо руководствоваться для правильной постановки эксперимента, составляет предмет специального раздела гидродинамики – теории размерности и подобия.

Физическое моделирование – ответственная научная задача, имеющая общее принципиальное и познавательное значение, но его нужно рассматривать только как исходную базу для главной задачи. Последняя состоит в фактическом определении законов природы, в отыскании общих свойств и характеристик различных классов явлений, в разработке экспериментальных и теоретических методов исследования и разрешения различных проблем, наконец, в получении систематических материалов, приемов, правил и рекомендаций для решения конкретных практических задач [7].

В настоящей статье впервые приводятся правила динамического подобия орудий процессов рыболовства: гидродинамических, грунтодинамических и трибологических. На основании линейного масштаба получены масштабы всех характеристик. Обоснован масштабный эффект при проведении экспериментов с орудиями рыболовства.

Общий вид критерия подобия динамических процессов, протекающих с орудиями рыболовства, представлен в виде [8]

$$\frac{C_R C_l}{C_t^2 C_m C_w^2} = 1,$$

где C_R – силовой масштаб; C_l – масштаб геометрических характеристик; C_t – масштаб времени; C_m – масштаб массы; C_w – масштаб ускорения.

В таблице приведены основные масштабы физических характеристик гидродинамических, грунтодинамических и трибологических процессов, протекающих с орудиями рыболовства при динамическом подобии:

Масштабы физических характеристик		Преобразование через масштаб C_l
Физические характеристики	Обозначение	
1	2	3
Геометрический параметр (длина, высота, ширина и др.)	C_l	C_l
Геометрический параметр (площадь)	C_A	C_l^2
Геометрический параметр (объем)	C_V	C_l^3
Геометрический параметр (геометрический момент инерции)	C_I	C_l^4
Масса	C_m	C_l^3
Время	C_t	$C_l^{5/4}$
Скорость	C_v	$C_l^{-1/4}$
Сила	*CR*	*Cl*3/2
Ускорение	*Cw*	*Cl*-3/2
Объемный вес	*Cγ*	*Cl*-3/2
Момент (вращательный)	*CMб*	*Cl*5/2
Плотность	*Cρ*	*1*

Окончание таблицы

1	2	3
Динамическая вязкость воды	C_{μ}	$C_l^{3/4}$
Кинематическая вязкость воды	C_{υ}	$C_l^{3/4}$
Изгибная жесткость	C_{EI}	$C_l^{7/2}$
Упругость материала	C_E	$C_l^{-1/2}$
Давление	C_p	$C_l^{-1/2}$
Частота оборотов	$C_{\omega б}$	$C_l^{-5/4}$
Частота колебаний	C_f	$C_l^{-5/4}$
Касательное напряжение	C_{σ}	$C_l^{-1/2}$
Потенциальная энергия	C_U	$C_l^{5/2}$
Кинематическая энергия	C_{Tn}	$C_l^{5/2}$
Поверхностное натяжение	$C_{\sigma n}$	$C_l^{1/2}$
Сдвиг грунта	$C_{\tau гр}$	$C_l^{-1/2}$
Связность грунта	$C_{C\omega}$	$C_l^{-1/2}$
Нормальная нагрузка	$C_{\sigma гр}$	$C_l^{-1/2}$
Мощность	C_N	$C_l^{5/4}$
Твердость	C_{HB}	$C_l^{-1/2}$
Угол	$C_{\alpha} = C_{\varphi вн}$	1
Сплошность	C_{Fo}	1
Коэффициент сопротивления (распорной силы, боковой силы)	C_k	1
Коэффициент трения	$C_{\mu d}$	1
Относительное удлинение	C_{ε}	1

На основании масштабов подобия динамических процессов моделируются гидродинамические, грунтодинамические и трибологические процессы, протекающие с орудиями рыболовства.

Статья подготовлена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 11-08-00096-а.

Список литературы

1. Баранов Ф.И. Теория и расчет орудий рыболовства. – М.: Пищепромиздат, 1948. – 436 с.

2. Баранов Ф.И. Моделирование рыболовных орудий // Сб. тр. Мосрыбвтуза. – 1957. – Вып. VIII. – С. 127-132.

3. Фридман А.Л. Теория и проектирование орудий промышленного рыболовства. – М.: Легк. и пищ. пром-сть, 1981. – 327 с.

4. Розенштейн М.М., Недоступ А.А. Механика орудий рыболовства. – М.: Моркнига, 2011. – 528 с.

5. Фабрикант Н.Я. Аэродинамика. – М.: Наука, 1964. – 814 с.

6. Федявский К.К., Войткунский Я.И., Фадеев Ю.И. Гидромеханика. – М.: Судостроение, 1968. – 568 с.

7. Седов Л.И. Методы подобия и размерности в механике. – М.: Наука, 1977. – 440 с.

8. Недоступ А.А. Физическое моделирование гидродинамических процессов движения орудий рыболовства // Вест. Томского государственного университета. Математика и механика. – Томск. – 2012. – № 3 (19). – С. 55-68.

***Сведения об авторе*:** Недоступ Александр Алексеевич, кандидат технических наук, проректор по научной работе, зав. кафедрой промышленного рыболовства,

e-mail: nedostup@klgtu.ru.

УДК 639.2.081.16

Е.В. Осипов
Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

МЕТОДИКА РАСЧЕТА КОЛЬЦОВОГО ЯРУСА

Предложена методика расчета кольцевого яруса, позволяющая находить его характеристики во время промысла. При расчете учитывается течение и скорость движения кольцевого яруса.
Ключевые слова: *кольцевой ярус, скорость движения яруса, расчет орудия рыболовства.*

E.V. Osipov
CALCULATION THE RING LONGLINE

The paper proposed a method for calculating the circular tiers that allows finding its characteristics during fishing. Taken into account when calculating the flow and the velocity of the circular stage.
Key words: *circular stage, speed tiers, calculation tools fishing properties.*

Введение

Кольцевой ярус (рис. 1) используется для промысла таких видов, как треска, минтай, терпуг, окунь и др. Эффективность кольцевого яруса заключается в использовании его на скалистых грунтах, над которыми образуются промысловые скопления ценных промысловых рыб, не всегда пригодных для горизонтальных ярусных порядков. Вылов в среднем таким ярусом в подзоне Приморья составляет 1,5-2 т трески в сутки, а расход топлива в 3,5 раза меньше, чем на промысле донным горизонтальным ярусом [1], поэтому развитие данного вида промысла является перспективным.

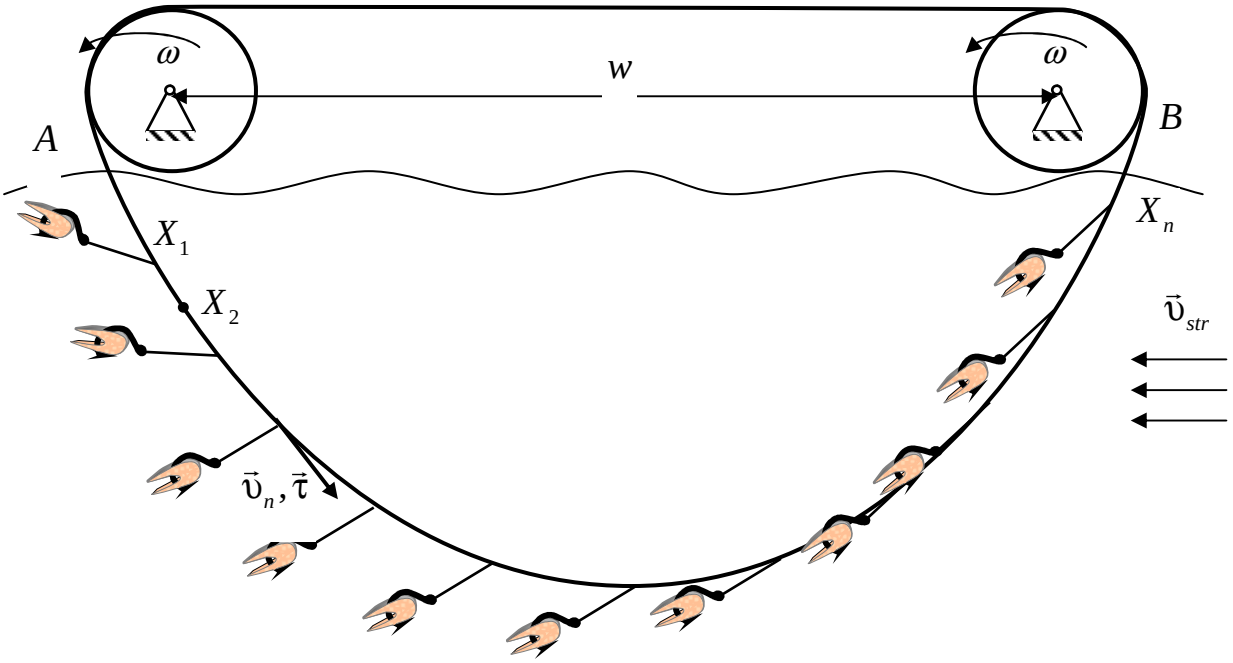


Рис. 1. Кольцевой ярус
Fig. 1. The ring longline

В работе [1] описана производительность данного и показана схема привода, однако методики расчета конструкции кольцевого яруса в литературе не изложены. Поэтому целью данной работы является разработка методики расчета кольцевого яруса, которая позволит определять форму кольцевого яруса с нахождением положения крючков относительно хребтины, за счет регулирования скорости кольцевания $\vec{\upsilon}_n$, конструктивной структурой яруса (расстоянием между поводцами, длиной поводцов, параметрами наживки, диаметром хребтины) и расстоянием *w*.

Результаты и их обсуждение

На промысле кольцевым ярусом он перематывается с постоянной скоростью (ω = *const*) с одного барабана на другой. В этом случае задача расчета яруса соответствует задачи движению тяжелой нити вдоль линии кажущегося покоя в сопротивляющейся среде, изложенной в работе [2], только дополнительным условием задачи является неоднородность яруса, связанная с наличием поводцов и пойманной рыбы.

Для расчета данной системы воспользуемся системой моделирования, изложенной в работе [3]. Поскольку в нашем случае хребтина перематывается, то возникает дополнительное сопротивление хребтины (сила трения). В этом случае сила трения направлена параллельно и в обратную строну вектора $\vec{\tau}$ ($\vec{R}_n \uparrow\downarrow \vec{\tau}$), тогда уравнения гибкой нити [4] примет вид

$$\begin{gathered}\dot{T} = q_z \sin\alpha\cos\varphi - \left(r_{xv}\cos\alpha + r_{xn}\right) + r_{zv}\sin\alpha; \\ \dot{\alpha} = \left(q_z\cos\alpha\cos\varphi + r_{xv}\sin\alpha + r_{zv}\cos\alpha\right)/\left(T + r_{xn}\right); \\ \dot{\varphi} = -\left(q_z\sin\varphi + r_{yv}\right)/\left(\left(T + r_{xn}\right)\sin\alpha\right); \qquad r_{xn} = C_{xn}\left(0^0\right)\frac{\rho\upsilon_n^2}{2}d,\end{gathered} \tag{1}$$

где υ_n – скорость нити (скорость кольцевания); r_{xn} – сопротивление движения нити, приходящиеся на единицу ее длины.

В отличие от расчетов ярусов, где хребтина не движется, для кольцевого яруса расчет характеристик системы *поводец – наживка* необходимо производить для каждого соединения с хребтиной, поскольку на эту систему влияет υ_n направленная параллельно вектору $\vec{\tau}$ (см. рис. 1).

Рассмотрим силы, действующие на наживку (рис. 2), расчет которых запишем в следующем виде:

$$\begin{gathered}\operatorname{tg}\varphi_0 = \frac{-R_y^{str}}{R_z^{str} + Q_z};\ \operatorname{tg}\alpha_0 = \frac{-R_z^{str} + Q_z}{\left(R_x^{str} + R_x^n\cos\alpha^\tau\right)\cos\varphi_0}; \\ T_0{}^2 = R_x{}^2 + R_y{}^2 + \left(R_z + Q_z\right)^2 + \left(R_x^n\cos\alpha^\tau\right)^2; Q_z = k_w Mg; \\ R_x^n = C_x\left(0^0\right)\frac{\rho\upsilon_n^2}{2}S;\ R_x = C_x\frac{\rho\upsilon_{str}^2}{2}S,\ (x, y, z),\end{gathered} \tag{2}$$

где Q – вес в воде; M – масса; R_x, R_y, R_z – проекции гидродинамической силы по $\vec{\upsilon}_{str}$ на оси x, y, z земной системы координат $\left(z \downarrow\downarrow g\right)$; R_x^n – проекции гидродинамической силы по $\vec{\upsilon}_n$, который в первом приближении совпадает с вектором $\vec{\tau}$ хребтины в точке соедине-

ния с поводцом, а α^{τ} – угол атаки крена плоскости потока хребтины; k_w – коэффициент веса в воде; C_x, C_y, C_z – коэффициенты гидродинамических сил; S – характерная площадь объекта; (x, y, z) – символ круговой перестановки индексов; T_0 – натяжение в точке соединения с другим объектом; α_0, φ_0 – угол атаки и крена плоскости потока объекта.

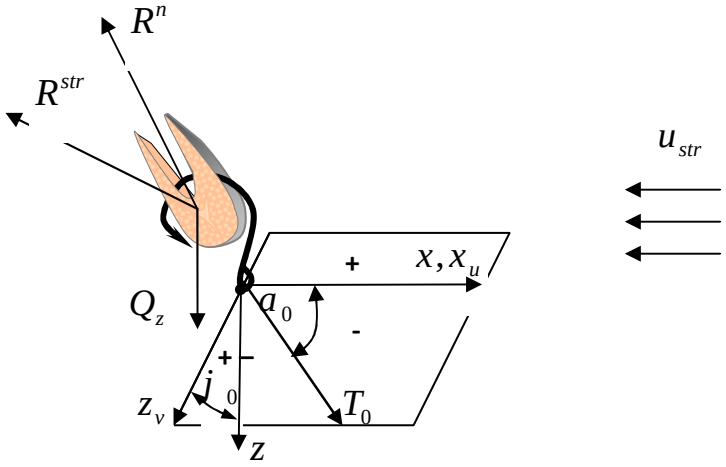


Рис. 2. Силы, действующие на наживку кольцевого яруса
Fig. 2. The forces acting on the ring bait longline

При расчете кольцевого яруса расчетом поводцов можно пренебречь, поскольку они имеют диаметр до 1 мм и длину до 300 мм, вследствие чего их гидродинамическое сопротивление на порядок меньше сопротивления наживки, поэтому

$$T_0^{пов} \approx T_0^{наж}; \qquad \alpha_0^{пов} \approx \alpha_0^{наж}; \qquad \varphi_0^{пов} \approx \varphi_0^{наж}. \tag{3}$$

Расчет граничных условий в месте соединения поводца с хребтиной найдем по формулам [3]

$$\operatorname{tg}\varphi_1^0 = \frac{\sum_{i=1}^{n} T_i \sin\alpha_i \sin\varphi_i}{\sum_{i=1}^{n} T_i \sin\alpha_i \cos\varphi_i}; \qquad \operatorname{tg}\alpha_1^0 = \frac{\sum_{i=1}^{n} T_i \sin\alpha_i \cos\varphi_i}{\cos\varphi_1^0 \sum_{i=1}^{n} T_i \cos\alpha_i}; \qquad T_1^0 \cos\alpha_1^0 = \sum_{i=1}^{n} T_i \cos\alpha_i, \tag{4}$$

где i-й входной канат; n – количество входных канатов.

При попадании на крючок усилие T_f, создаваемое гидробионтом, передается поводцу, тогда вместо расчета характеристик наживки начальными параметрами для поводца являются T_f, α_f, φ_f, где α_f – угол атаки, а φ_f – угол крена плоскости потока вектора усилия T_f, создаваемого гидробионтом, тогда

$$T_0^{пов} = T_f; \qquad \alpha_0^{пов} = \alpha_f; \qquad \varphi_0^{пов} = \varphi_f. \tag{5}$$

Для загрузки кольцевого яруса, как правило, на хребтине между поводцами закрепляют груза. Расчет грузов можно производить по формулам (2), а в месте соединения груза с хребтиной – по формулам (4).

Алгоритм расчета. В систему вводятся характеристики яруса, расстояние *AB*, скорость течения υ_{str} и кольцевания υ_n, затем:

1. Задаемся углом α.
2. Рассчитываем характеристики хребтины по уравнениям (1) из точки A до точки X_1.
3. Находим характеристики наживки по формулам (2).
4. Определяем параметры поводца из условия (3).
5. Рассчитываем по (4) T_0, α_0, φ_0 в узловом соединении X_1.
6. Рассчитываем характеристики хребтины по уравнениям (1) из точки X_1 до точки X_2.
7. Находим характеристики груза по формулам (2).
8. Рассчитываем по (4) T_0, α_0, φ_0 в узловом соединении X_2.
9. Рассчитываем характеристики хребтины (п. 2-8) до точки B.
10. Если значения координат в точке B с некоторым допущением совпадают с расчетными значениями, то расчет заканчивается, если нет, то, используя модуль Reccurent [3], изменяем α и переходим к п. 1.

В случае моделирования формы яруса с учетом попадания гидробионтов на крючок п. 4 меняем условие (3) на (5), при этом методика позволяет учитывать произвольное попадание гидробионтов на любой крючок моделируемого кольцевого яруса.

Выводы

В работе приведена методика расчета кольцевого яруса, которая позволяет моделировать его параметры, решать задачи по совершенствованию конструкции кольцевого яруса и процесса его добычи. Важной особенностью методики является возможность задаваться T_f, α_f, φ_f и попаданием на крючки как произвольно, так и с учетом поведения гидробионта.

Список литературы

1. Максимович А.Л. Промысел рыб вертикальными ярусами // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток, 2008. – № 20. – С. 111-116.

2. Меркин Д.Р. Введение в механику гибкой нити. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1960. – 240 с.

3. Осипов Е.В. Объектно-ориентированные методы расчета орудий рыболовства. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2009. – 89 с.

4. Габрюк В.И., Кокорин Н.В., Осипов Е.В., Чернецов В.В. Механика орудий рыболовства. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2006. – 304 с.

Сведения об авторе: Осипов Евгений Валериевич, кандидат технических наук, доцент, e-mail:oev@mail.ru.

УДК 519.22./25

Т.А. Рыжкина, З.П. Старовойтова
Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПЛОСКОГО «БЕЛОГО ШУМА» С ОПРЕДЕЛЕННЫМИ СВОЙСТВАМИ ВЫХОДНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

На примере процесса, называемого «белым шумом», обсуждаются методы, приемы, на основании которых сложные по своей природе реальные процессы описываются достаточно простыми моделями с возможностью воспроизводства данных в условиях одного испытания. Такая модель как авторегрессия с определенными параметрами позволяет на выходе получать требуемые свойства.

Ключевые слова: *стационарность, авторегрессия, имитация случайной последовательности.*

T.A. Ryzhkina, Z.P. Starovoytova

TRANSFORMATIONS OF FLAT WHITE NOISE WITH CERTAIN PROPERTIES OF TARGET CHARACTERISTICS

In work on an example of the process called by white noise, methods, receptions on the basis of which real processes difficult by the nature are described by rather simple models with possibility of reproduction of data in the conditions of one test are discussed. Such model autoregression with certain parameters allows to receive demanded properties on an exit.

Key words: *statsionarnost, autoregression, imitation of casual sequence.*

Введение

Объектами исследования служат стохастические процессы и их реализации в виде временных рядов.

Набор случайных переменных $X(t)$, где t – время (в общем случае – подмножество или множество действительных чисел), называется стохастическим процессом.

В работе не делается различия между стохастическим процессом $X(t)$ и порожденным с его помощью временным рядом, если процесс обладает свойством стационарности, хотя бы в слабом смысле.

Статистико-математический анализ различных процессов предполагает, прежде всего, получение информации о развитии процесса в настоящий момент, предсказание показателей процесса в течение кратковременного периода с учетом преемственности данных и степени их влияния на процесс. Интерес в данной работе представляют стохастические эргодические стационарные процессы, а также направленные процессы без циклов, имеющие случайные остатки в виде стационарного «белого шума», в частности гауссовского «белого шума».

1. Цель исследования. Необходимые сведения из теории стационарных стохастических процессов

Целью данной работы является разработка достаточно устойчивой статистики. На ее основе требуется имитировать одномерный стохастический процесс – плоский белый шум. Такую модель можно проиграть во времени в виде одного испытания. На базе созданного случайного поля с помощью авторегрессионных моделей (преобразователей) следует получить аппроксимацию рассматриваемого явления с меньшим числом параметров и с более простыми свойствами.

Применяется метод имитационного моделирования. Он позволяет строить модели, описывающие процессы так, как они проходили в действительности. Изучаемый реальный объект заменяется моделью с достаточной степенью точности его описания. Экспериментирование с моделью называют имитацией [1].

1.1. Некоторые общие понятия, определения, известные результаты, необходимые в исследовании

Основные теоретические характеристики процесса $X(t)$ и аппроксимирующие их выборочные характеристики определяются следующим образом.

Математическим ожиданием $X(t)$ называют неслучайную функцию $m_x(t)$, значение которой при каждом фиксированном значении аргумента t равно математическому ожиданию сечения $X(t)$, соответствующего этому же фиксированному значению аргумента:

$$m_x(t) = M[X(t)].$$

Для генерации случайных чисел (элементов временного ряда) к фиксированному моменту t роль $m_x(t)$ исполняет средняя постоянная величина как несмещенная, состоятельная оценка математического ожидания процесса.

Дисперсией $X(t)$ называют неслучайную неотрицательную функцию $D_x(t)$, значение которой при каждом фиксированном значении аргумента t равно дисперсии сечения процесса, соответствующего этому же фиксированному значению аргумента:

$$D_x(t) = D[X(t)].$$

Выборочная дисперсия для выделенного отрезка временного ряда служит состоятельным аналогом $D_x(t)$.

Средним квадратическим отклонением процесса $X(t)$ называют квадратный корень из дисперсии $D_x(t)$:

$$\sigma_x(t) = \sqrt{D_x(t)}.$$

Выборочное среднее квадратическое отклонение σ, найденное для соответствующей процессу $X(t)$ генерации $x(t)$, является эффективной оценкой среднего квадратического отклонения процесса $X(t)$.

Корреляционной или автоковариационной функцией процесса $X(t)$ называют неслучайную функцию $K_x(t_1, t_2)$ двух независимых аргументов t_1 и t_2, значение которой при каждой паре фиксированных значений аргументов равно корреляционному моменту центрированных сечений процесса $X(t)$, соответствующих этим же фиксированным значениям аргументов:

$$K_x(t_1, t_2) = M[\overset{o}{X}(t_1) \cdot \overset{o}{X}(t_2)].$$

Реализации центрированного $X(t)$ представляют собой отклонения процесса $X(t)$ от его математического ожидания; эти отклонения имеют как положительные, так и отрицательные значения, а в среднем равны нулю. Иногда для удобства рассуждений рассматривают стандартизованные, центрированные случайные функции с характеристиками $m_x(t) = 0$, $\sigma(t) = 1$ ввиду простого перехода к исходным значениям.

Стационарным процессом в слабом смысле называют стохастический процесс, для которого среднее и дисперсия независимо от рассматриваемого периода времени имеют постоянное значение. Автоковариация зависит только от длины лага $\tau = t_1 - t_2$ между рассматриваемыми переменными t_1, t_2. С физической точки зрения такой процесс представляет колебания относительно некоторого постоянного значения, а стохастическая зависимость между двумя сечениями регулируется только расстоянием между ними.

Понятие «эргодичность» делает возможным оценивание характеристик стохастического процесса только по одной его достаточно длинной реализации – временному ряду. **Достаточным условием для эргодичности стационарного *X*(*t*)** по математическому ожиданию и автоковариации является сходимость автоковариации $K_x(\tau)$ к нулю при $\tau \to \infty$, [1-5]. Очевидно, что дисперсия также стремится к нулю.

Процесс, называемый стационарным «белым шумом», – чисто случайный процесс, т.е. ряд одинаково распределенных случайных величин, характеризующийся постоянной средней величиной, постоянной дисперсией ошибки, некоррелированными значениями ряда, $K_x(t_1,t_2)=0$, $t_1 \neq t_2$ [1-3]. Это своего рода абстракция.

«Белый шум» можно представить как предельный случай последовательности очень коротких импульсов, амплитуда которых представляет собой независимые случайные величины с очень большой дисперсией, при этом отношение дисперсии этих импульсов к частоте их появления является постоянной конечной величиной [1, 4]. На практике такими процессами могут быть естественные помехи в каналах связи, «тепловые шумы», колебания плотности физических сред и др.

Под **гауссовским «белым шумом»** в данной работе будем понимать нормальный стохастический процесс как совместное нормальное распределение двух его разных сечений.

Можно доказать, что стационарный «белый шум», представляющий собой систему одинаково распределенных нормальных, независимых случайных величин, не является нормальным. Действительно, по закону совместного распределения двух разных сечений этого процесса следует, что сечения, имеющие вероятность, отличную от нуля, совпадают. Это противоречит определению нормального процесса. Вероятность равенства двух случайных величин по нормальному закону равна нулю. Однако стационарность в слабом смысле у этого процесса имеется [1-9].

Плотность распределения дисперсий по частотам непрерывного спектра стационарного процесса называется его спектральной плотностью. Это функция вида

$$S_x(\omega) = \lim_{\Delta\omega \to 0} \frac{D_k}{\Delta\omega}.$$

Корреляционная функция и спектральная плотность стационарного *X*(*t*) связаны друг с другом прямым и обратным преобразованиями Фурье [4-9]. В экспоненциальном виде эти формулы имеют вид

$$K_x(\tau) = \frac{1}{2}\int_{-\infty}^{\infty} S_x(\omega) e^{i\omega\tau} d\omega, \qquad S_x(\omega) = \frac{1}{\pi}\int_{-\infty}^{\infty} K_x(\tau) e^{-i\omega\tau} d\tau.$$

Спектральная плотность так называемого «белого шума» постоянна. Ее обычно полагают равной константе в определенном диапазоне частот. Обозначим эту постоянную символом *q*. Коэффициент $2\pi q$ называют интенсивностью частот. Корреляционную функцию определяют с помощью δ-функции:

$$K_x(\tau) = 2\pi q \delta(\tau),$$

где

$$\delta(\tau) = \begin{cases} 0, & \tau \neq 0 \\ +\infty, & \tau = 0. \end{cases}$$

2. Имитация плоского «белого шума»

Итак, скалярный процесс $X(t)$ называют «белым шумом», если он является стационарным и обладает постоянной спектральной плотностью. Неслучайные частоты не коррелируются [4, 9].

В основе всех методов и приемов моделирования различных факторов и ситуаций (событий, систем случайных величин и пр.) лежит использование случайных чисел [8, 10], равномерно распределенных на интервале [0; 1].

Вместо физического генератора, способного выдавать длительное время случайные числа r указанного качества, используется генератор псевдослучайных чисел (ПСЧ). Последовательность ПСЧ получается с помощью детерминированных рекуррентных формул. ПСЧ, несмотря на случайность и равномерность распределения, остаются полностью детерминированными.

Это позволяет воспроизводить последовательность ПСЧ с одними и теми же исходными данными. Например:

$$m_r = \frac{1}{2}; \quad \sigma_r = \frac{1}{2\sqrt{3}}.$$

В центре наблюдений предполагается, что $r \in (m_r - \alpha\sigma_r;\ m_r + \alpha\sigma_r)$, где $\alpha = \alpha(n)$ – функция от номера статистического испытания (например, $\alpha = \frac{3}{2n}$).

Цикл генератора ПСЧ – интервал по номеру $n \in [-15;15]$. Розыгрыш номеров и самих чисел r проводится из интервала

$$\left(0{,}5 - \frac{3}{4n\sqrt{3}}; 0{,}5 + \frac{3}{4n\sqrt{3}}\right).$$

Последовательность $\alpha(n)$ с учетом знака по циклу генератора представлена в табл. 1.

Таблица 1

Последовательность $\alpha(n)$ с учетом знака по циклу генератора

Table 1

Sequence $\alpha(n)$ taking into account a sign on a generator cycle

n	$sign(n) \cdot \alpha(n)$	n	$sign(n) \cdot \alpha(n)$
1	-0,433013	-15	0,0288675
2	-0,216506	-14	0,0309295
3	-0,144338	-13	0,0333087
4	-0,108253	-12	0,0360844
5	-0,0866025	-11	0,0393648
6	-0,0721688	-10	0,0433013
7	-0,061859	-9	0,0481125
8	-0,0541266	-8	0,0541266
9	-0,0481125	-7	0,061859
10	-0,0433013	-6	0,0721688
11	-0,0393648	-5	0,0866025
12	-0,0360844	-4	0,108253
13	-0,0333087	-3	0,144338
14	-0,0309295	-2	0,216506
15	-0,0288675	-1	0,433013

Последовательность ПСЧ – это ряд случайных чисел, вычисляемых по формуле

$$r_k = 0{,}5 + sign(n)\cdot\alpha(n), \quad n \in [-15;15]. \tag{1}$$

Рассмотрим случайную величину ε_t, имеющую нормальное распределение,

$$\varepsilon_t \sim N(0;\ 1).$$

$$f(\varepsilon) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\varepsilon_t^2}{2}};\ \ F(\varepsilon) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\varepsilon_t} e^{-\frac{t^2}{2}}\, dt, \qquad F(\varepsilon) = p(\varepsilon_t < \varepsilon_r) = r. \tag{2}$$

Система уравнений (2) для чисел $\boldsymbol{r_k}$ принимает вид

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{0} e^{-\frac{t^2}{2}}\, dt + \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{0}^{\varepsilon_{rk}} e^{-\frac{t^2}{2}}\, dt = r_k.$$

С учетом того, что $\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{0} e^{-\frac{t^2}{2}}\, dt = 0{,}5$, имеем

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{0}^{\varepsilon_{rk}} e^{-\frac{t^2}{2}}\, dt = r_k - 0{,}5, \tag{3}$$

где $\boldsymbol{r_k}$ – генерация ПСЧ (1) из интервала (0; 1). Ряд случайных чисел ε_{rk} составляет предмет рассмотрения.

Вычислительные процедуры в статистическом пакете по формуле (3) связаны с обратным преобразованием к функции Лапласа [6-8].

Разыграна ситуация $\varepsilon_{rk} = X(t)$, представленная табл. 2.

Числовые характеристики:

$$m_{\text{т}} = \frac{\sum_{t=1}^{30} X_t}{30} = 0, \qquad \sigma_t^2 = \left(\frac{\sum_{t=1}^{30} X_t^2}{30} \right) - m^2 = 0{,}198, \qquad \sigma_t = \sqrt{\sigma_t^2} = 0{,}445.$$

Для проверки стационарности данного ряда был проведен расчет выборочного коэффициента автокорреляции (нормированной автоковариации) ρ_τ по формуле

$$\rho_\tau = \frac{(n-\tau)\sum_{t=1}^{n-\tau} x_t x_{t+\tau} - \sum_{t=1}^{n-\tau} x_t \sum_{t=1}^{n-\tau} x_{t+\tau}}{\sqrt{(n-\tau)\sum_{t=1}^{n-\tau} x_t^2 - \left(\sum_{t=1}^{n-\tau} x_t\right)^2}\ \sqrt{(n-\tau)\sum_{t=1}^{n-\tau} x_{t+\tau}^2 - \left(\sum_{t=1}^{n-\tau} x_{t+\tau}\right)^2}}. \tag{4}$$

Результаты: $\rho_1 = 0{,}787504$, $\rho_2 = 0{,}652205$, $\rho_3 = 0{,}573963$, $\rho_4 = 0{,}525558$, $\rho_5 = 0{,}494783$, $\rho_6 = 0{,}475492$, $\rho_7 = 0{,}464256$.

Таблица 2

Случайная последовательность нормально распределенных чисел

Table 2

Casual sequence of normally distributed numbers

t	X_t	t	X_t
1	-1,49861	16	0,0724234
2	-0,572494	17	0,0776065
3	-0,370077	18	0,0835897
4	-0,274769	19	0,0905738
5	-0,218814	20	0,0988336
6	-0,181898	21	0,108754
7	-0,155684	22	0,120894
8	-0,136094	23	0,136094
9	-0,120894	24	0,155684
10	-0,108754	25	0,181898
11	-0,0988336	26	0,218814
12	-0,0905738	27	0,274769
13	-0,0835897	28	0,370077
14	-0,0776065	29	0,572494
15	-0,0724234	30	1,49861

Очевидно, что связь между уровнями ряда постепенно ослабевает, т.е. подтверждается признак стационарного временного ряда. С увеличением лага τ взаимосвязь членов временного ряда x_t и x_{t+1} ослабевает и автокорреляционная функция $\rho(\tau)$ должна убывать (по абсолютной величине). Дисперсия ошибки мала, имеет порядок (-1). Ряд представляет случайные колебания относительно нулевого уровня (рис. 1).

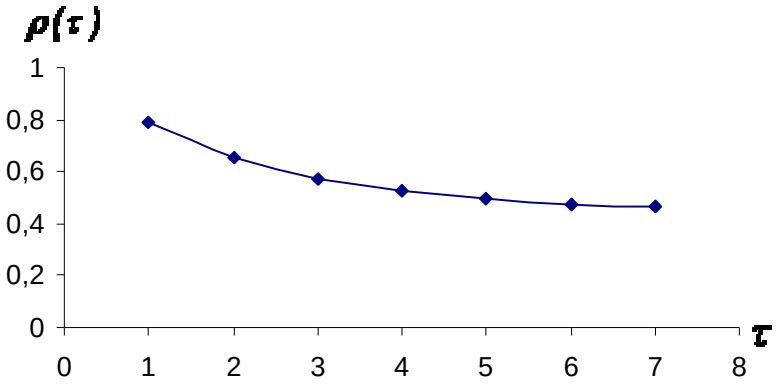


Рис. 1. График нормированной автоковариации $\rho(\tau)$
Fig. 1. Schedule of normirovanny autocovariance $\rho(\tau)$

На основании случайной выборки из массива ПСЧ [8, приложение] получены еще пять случайных последовательностей нормально распределенных чисел. Последовательности ПСЧ получаем по равномерному распределению с теми же числовыми характеристиками.

Полученные примеры представлены в табл. 3-6.

Таблица 3

Второй пример случайной последовательности нормально распределенных чисел

Table 3

The 2nd example of casual sequence of normally distributed numbers

r_k	ε_{r_k}	r_k	ε_{r_k}
0,0669873	-1,49861	0,528868	0,0724234
0,283494	-0,572494	0,530929	0,0776065
0,355662	-0,370077	0,533309	0,0835897
0,391747	-0,274769	0,536084	0,0905738
0,413397	-0,218814	0,539365	0,0988336
0,427831	-0,181898	0,543301	0,108754
0,438141	-0,155684	0,548113	0,120894
0,445873	-0,136094	0,554127	0,136094
0,451887	-0,120894	0,561859	0,155684
0,456699	-0,108754	0,572169	0,181898
0,460635	-0,0988336	0.586603	0,218814
0,463916	-0,0905738	0,608253	0,274769
0,466691	-0,0835897	0,644338	0,370077
0,469071	-0,0776065	0,716506	0,572494
0,471132	-0,0724234	0,933013	1,49861

Числовые характеристики этого ряда:

математическое ожидание $m_x = 0,$ дисперсия $\sigma_x^2 = 0{,}198162,$

коэффициенты корреляции $\rho_1 = 0{,}482811,$ $\rho_2 = 0{,}350661,$ $\rho_3 = 0{,}282033,$ $\rho_4 = 0{,}238215,$ $\rho_5 = 0{,}206754,$ $\rho_6 = 0{,}182157,$ $\rho_7 = 0{,}161471;$ ...

Таблица 4

Третий пример случайной последовательности нормально распределенных чисел

Table 4

The 3rd example of casual sequence of normally distributed numbers

r_k	ε_{r_k}	r_k	ε_{r_k}
0,355662	-0,370077	0,509623	0,0241224
0,427831	-0,181898	0,51031	0,0258458
0,451887	-0,120894	0,511103	0,0278344
0,463916	-0,0905738	0,512028	0,0301546
0,471132	-0,0724234	0,513122	0,0328969
0,475944	-0,0603367	0,514434	0,036188
0,47938	-0,0517088	0,516038	0,0402109
0,481958	-0,0452405	0,518042	0,0452405
0,483962	-0,0402109	0,52062	0,0517088
0,485566	-0,036188	0,524056	0,0603367
0,486878	-0,0328969	0,528868	0,0724234
0,487972	-0,0301546	0,536084	0,0905738
0,488897	-0,0278344	0,548113	0,120894
0,48969	-0,0258458	0,572169	0,181898
0,490377	-0,0241224	0,644338	0,370077

Числовые характеристики ряда 3:

математическое ожидание $m_x = -1{,}4803 \times 10^{-17}$, дисперсия $\sigma_x^2 = 0{,}0142275$,

коэффициенты корреляции $\rho_1 = 0{,}60104$, $\rho_2 = 0{,}450757$, $\rho_3 = 0{,}367182$, $\rho_4 = 0{,}311902$, $\rho_5 = 0{,}271152$, $\rho_6 = 0{,}238519$, $\rho_7 = 0{,}210412$;...

Таблица 5

Четвертый пример случайной последовательности нормально распределенных чисел

Table 5

The 4th example of casual sequence of normally distributed numbers

r_k	ε_{r_k}	r_k	ε_{r_k}
-0,378807	-1,16904	0,0252538	0,0633443
-0,189404	-0,494161	0,0270577	0,0678756
-0,126269	-0,321988	0,029139	0,0731057
-0,0947018	-0,239657	0,0315673	0,0792102
-0,0757614	-0,191062	0,034437	0,0864283
-0,0631345	-0,158921	0,0378807	0,095096
-0,0541153	-0,136066	0,0420897	0,1057
-0,0473509	-0,118971	0,0473509	0,118971
-0,0420897	-0,1057	0,0541153	0,136066
-0,0378807	-0,095096	0,0631345	0,158921
-0,034437	-0,0864283	0,0757614	0,191062
-0,0315673	-0,0792102	0,0947018	0,239657
-0,029139	-0,0731057	0,126269	0,321988
-0,0270577	-0,0678756	0,189404	0,494161
-0,0252538	-0,0633443	0,378807	1,16904

Числовые характеристики ряда 4:

математическое ожидание $m_x = 0$, дисперсия $\sigma_x^2 = 0.127622$,

коэффициенты корреляции $\rho_1 = 0{,}28869$, $\rho_2 = 0{,}388284$, $\rho_3 = 0{,}313652$, $\rho_4 = 0{,}265439$, $\rho_5 = 0{,}230505$, $\rho_6 = 0{,}202957$, $\rho_7 = 0{,}179582$;...

Таблица 6

Пятый пример случайной последовательности нормально распределенных чисел

Table 6

The 5th example of casual sequence of normally distributed numbers

r_k	ε_{r_k}	r_k	ε_{r_k}
1	2	3	4
-0,057735	-0,145229	0,003849	0,00964817
-0,0288675	-0,0724234	0,00412393	0,0103373
-0,019245	-0,0482588	0,00444116	0,0111326
-0,0144338	-0,036188	0,00481125	0,0120603
-0,011547	-0,0289481	0,00524864	0,0131568
-0,0096225	-0,0241224	0,0057735	0,0144725
-0,00824786	-0,0206758	0,006415	0,0160807

Окончание табл. 6

1	2	3	4
-0,00721688	-0,018091	0,00721688	0,018091
-0,006415	-0,0160807	0,00824786	0,0206758
-0,0057735	-0,0144725	0,0096225	0,0241224
-0,00524864	-0,0131568	0,011547	0,0289481
-0,00481125	-0,0120603	0,0144338	0,036188
-0,00444116	-0,0111326	0,019245	0,0482588
-0,00412393	-0,0103373	0,0288675	0,0724234
-0,003849	-0,00964817	0,057735	0,145229

Числовые характеристики ряда 5:

математическое ожидание $m_x = -2{,}03541\times10^{-17}$, дисперсия $\sigma_x^2 = 0{,}00221735$,

коэффициенты корреляции $\rho_1 = 0{,}608162$, $\rho_2 = 0{,}457223$, $\rho_3 = 0{,}372812$, $\rho_4 = 0{,}316821$, $\rho_5 = 0{,}275465$, $\rho_6 = 0{,}242291$, $\rho_7 = 0{,}213671$;...

Проведем усреднение последних четырех реализаций по формуле математического ожидания случайного процесса

$$M_x(t) = \sum_{k=1}^{4} p_k(t) \cdot X_k(t),$$

где $t = 1,2,...,30$.

Получаем усредненный ряд, представленный в табл. 7.

Таблица 7

Результат усреднения

Table 7

Result of averaging

t	ε_{r_k}	t	ε_{r_k}
1	0,201699	16	0,000716223
2	0,041854	17	0,000822272
3	0,0181913	18	0,000953753
4	0,0101577	19	0,0011195
5	0,00647937	20	0,00133255
6	0,00449153	21	0,00161279
7	0,00329637	22	0,00199177
8	0,00252203	23	0,00252203
9	0,00199177	24	0,00329637
10	0,00161279	25	0,00449153
11	0,00133255	26	0,00647937
12	0,0011195	27	0,0101577
13	0,000953753	28	0,0181913
14	0,000822272	29	0,041854
15	0,000716223	30	0,201699

Числовые характеристики этого ряда:

математическое ожидание $m_x = 0.019816$, дисперсия $\sigma_x^2 = 0.00247128$,

коэффициенты корреляции $\rho_1 = 0{,}207378$, $\rho_2 = 0{,}0824471$, $\rho_3 = 0{,}0354722$, $\rho_4 = 0{,}0101516$, $\rho_5 = 0{,}00704812$.

Представим графически последние пять реализаций (рис. 2).

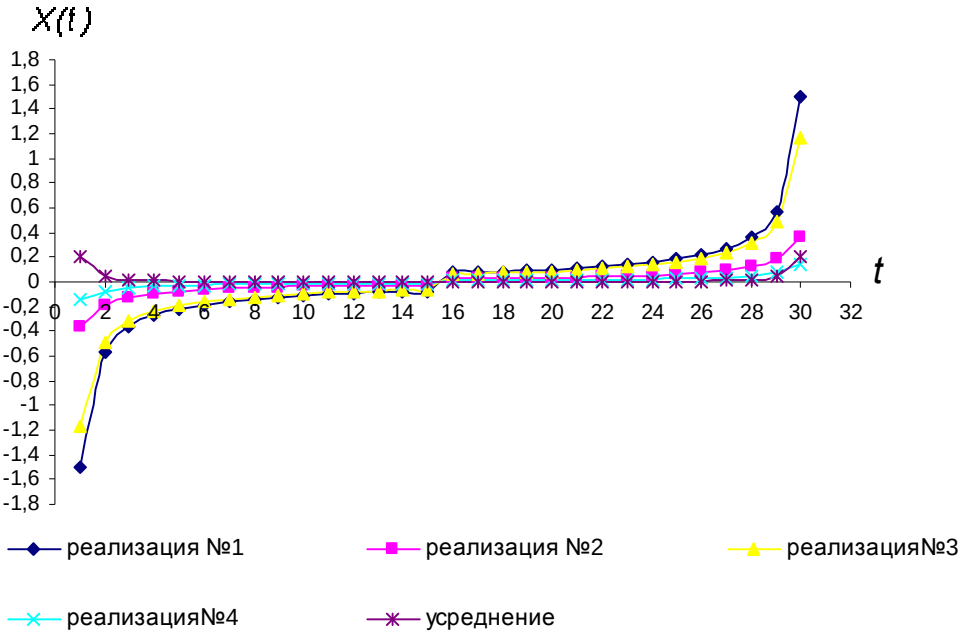


Рис. 2. Графическое представление стационарных рядов
Fig. 2. Graphic representation of stationary ranks

3. Создание устойчивого линейного фильтра для системы *X*(*t*)

Линейные преобразователи стационарных процессов наиболее полно изучены с помощью механизма передаточных функций, $\rho(\tau)$ характеристических уравнений для авторегрессионных моделей, их корней, в частности, кратных корней [1].

Сложная природа полученного случайного поля может быть выражена через другую переменную с более простыми свойствами. Поведение исследуемого процесса аппроксимируется на основе текущего значения и одного или двух прошлых значений процесса. В этом суть преобразований, иными словами, адаптации явления к текущему моменту.

Одномерная модель авторегрессии длины m имеет вид

$$x_t = \alpha_0 + \sum_{\tau=1}^{m} \alpha_t x_{t-\tau} + \beta\varepsilon_t \quad , t = 1,\ldots,n\,. \tag{5}$$

Оператор лага L^τ, или оператор обратного действия, выполняет в модели (5) роль, подобную той, что оператор $\frac{d^k}{dx^k}$ выполняет в однородном линейном дифференциальном уравнении *n*-го порядка. Аппарат характеристических уравнений для однородных дифференциальных уравнений *n*-го порядка позволяет получить любое решение таких уравнений. Разработана доказательная база возможности использования отмеченной аналогии в

деле построения авторегрессии. К ней также применимо понятие характеристического уравнения. В зависимости от корней характеристического уравнения авторегрессионной модели (они по абсолютной величине должны быть больше единицы) адаптивный механизм может сохранять свойство стационарности преобразуемого процесса, в том числе уменьшать дисперсию ошибки. В противном случае, когда имеются корни характеристического уравнения модели (5), меньшие единицы по модулю, аппроксимирующий процесс перестает быть устойчивым, теряет свойство стационарности.

Выполним приближение текущих значений x_t первого ряда с помощью ранних значений $x_{t-\tau}$. Для этого используем авторегрессию первого порядка:

$$\hat{x}_t = \alpha_0 + \alpha_1 x_{t-1}. \qquad (6)$$

По построению случайной последовательности ошибка от использования формулы (6) не коррелируется с x_{t-1}, т.е. будем считать, что дисперсия ошибки случайной составляющей для (6) однородная. С помощью математического пакета находим

$$\alpha_0 = 0{,}0923715, \qquad \alpha_1 = 0{,}787504.$$

Составим характеристическое уравнение $1-\alpha_0-\alpha_1 \cdot z = 0$. Его корень $z = 1{,}15254$. По модулю он больше 1. Это означает, что полученная модель авторегрессии представляет устойчивый фильтр для рассматриваемой реализации по отношению к стационарности. Следовательно, предыдущие значения случайного ряда практически не влияют на текущие значения.

Для авторегрессии второго и третьего порядков

$$\hat{x}_t = \alpha_0 + \alpha_1 x_{t-1} + \alpha_2 x_{t-2}, \qquad \hat{x}_t = \alpha_0 + \alpha_1 x_{t-1} + \alpha_2 x_{t-2} + \alpha_3 x_{t-3}$$

выполняются аналогичные процедуры в математическом пакете. По найденным коэффициентам получаем корни характеристического уравнения: $z_1 = 0{,}538901$, $z_2 = 2{,}9021$ для второго порядка и $z_1 = 0{,}387588$, $z_2 = 1{,}28363$, $z_3 = 11{,}0376$ для третьего порядка соответственно, что говорит о неустойчивости процесса на выходе.

Рассмотрим шестой пример реализации эргодического стационарного процесса. Представим текущие значения данного ряда в виде линейного потока предыдущих значений, воспользовавшись авторегрессионной моделью первого порядка:

$$x_t = \alpha_0 + \alpha_1 x_{t-1} + \varepsilon_t. \qquad (7)$$

Коэффициенты α_0, α_1 формулы (7) следующие: $\alpha_0 = 0{,}0088883$, $\alpha_1 = 0{,}343755$.

Авторегрессионная модель имеет вид $x_t = 0{,}0088883 + 0{,}343755 x_{t-1} + \varepsilon_t$.

Построим для этой модели характеристическое уравнение

$$1 - 0{,}0088883 - 0{,}343755 \cdot z = 0.$$

Его корень $z = 2{,}88319$.

Поскольку корень лежит вне единичного круга с центром в нуле, то это говорит о стационарности данной модели.

Выходные числовые характеристики для этой модели:

математическое ожидание $m_x = 0{,}0135442$, дисперсия $\sigma_x^2 = 0{,}000162649$, коэффициенты автокорреляции $\rho_1 = 0{,}217821$, $\rho_2 = 0{,}090791$, $\rho_3 = 0{,}0427131$, $\rho_4 = 0{,}0170847$, $\rho_5 = 0{,}0000651894$. С увеличением лага τ коэффициент автокорреляции ρ_τ убывает по абсолютной величине.

В рассматриваемых вариантах для проверки стационарности процесса достаточно анализа семи значений коэффициента автокорреляции [1, 3, 4].

Модели авторегрессии более высокого порядка могут обеспечивать процесс на выходе с не худшими характеристиками в случае кратных корней характеристического уравнения.

Заключение

Приведенные примеры создания случайных полей и построения адаптивных механизмов аппроксимации на их основе показывают эффективность статистико-математического анализа, математического моделирования в решении прикладных задач, связанных с получением желаемых физических характеристик. Алгоритмы построения и вычислительные процедуры разработаны авторами работы. В частности, примеры показывают, что при тех же исходных условиях одного статистического испытания можем воспроизводить разные случайные числовые последовательности с одинаковыми свойствами.

Список литературы

1. Лукашин Ю.П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов: учеб. пособие. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 416 с.

2. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения: учеб. пособие. – М.: Высш. шк., 2000. – 383 с.

3. Эконометрика: учебник / И.И. Елисеева, С.В. Курышева, Т.В. Костеева и др.; под ред. И.И. Елисеевой. – М.: Финансы и статистика, 2007. – 576 с.

4. Хрущева И.В., Щербаков В.И., Леванова Д.С. Основы математической статистики и теории случайных процессов: учеб. пособие. – СПб.: Изд-во «Лань», 2009. –336 с.

5. Сборник задач по теории вероятностей, математической статистике и теории случайных функций: учеб. пособие / под общ. ред. А.А. Свешникова. – СПб.: Изд-во «Лань», 2008. – 448 с.

6. Вентцель Е.С. Теория вероятностей: учебник для вузов. – М.: Высш. шк., 1999. – 575 с.

7. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Высш. шк., 1972. – 368 с.

8. Гурский Е.И. Теория вероятностей с элементами математической статистики: учеб. пособие. – М.: Высш. шк., 1971. – 328 с.

9. Сборник задач по математике. Ч. 3. Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. пособие / под ред. А.В. Ефимова. – М.: Наука, 1990. – 428 с.

10. Эконометрика: учебник / под ред. В.Б. Уткина. – М.: Изд-во «Дашков и К°», 2009. – 564 с.

Сведения об авторах: Рыжкина Тамара Александровна, кандидат физико-математических наук, доцент;

Старовойтова Зоя Павловна, доцент.

СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ, УСТРОЙСТВА И СИСТЕМЫ, ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА СУДОВОЖДЕНИЯ, ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ СУДОВ

УДК 621.165

Р.Р. Симашов, Ю.Л. Куликов
Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДИК ПОВЕРОЧНОГО РАСЧЕТА ТЕПЛОВЫХ ТУРБИН В РАМКАХ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ МНОГОРЕЖИМНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

Представлен анализ различных модификаций одномерного поверочного расчета, приспособленных для решения различных вариантов прямой задачи турбинной ступени с целью возможного их применения для решения задачи оптимизации сверхзвуковых МРТ с учетом режимов, задаваемых графиком нагрузки.

Ключевые слова: *проверочный тепловой расчет, математическая модель, многорежимная оптимизация, переменный режим, малорасходная турбина.*

R.R. Simashov, U.L. Kulikov

ANALYSIS OF EXISTING METHODS CHECKIN CALCULATIONS OF THERMAL TURBINES IN THE SOLUTION OF MULTIMODE OPTIMIZATION

The analysis of various modifications one-dimensional verification scale calculation adapted for different variants of the direct problem turbine stage with a view to their possible application to solve the problem optimization of supersonic MRT taking into account the modes defined graph of load.

Key words*: check the thermal design, mathematical model, multi-mode optimization, variable mode, low-power turbine.*

Поиск оптимального варианта проточной части турбины с учетом ее свойств как на номинальном, так и на переменном режимах не возможен без знания характеристик турбины на переменных режимах. Математическая модель, отражающая поведение турбины на переменных режимах, должна соответствовать требуемому уровню сложности описания процесса. Решение двухмерной прямой задачи требует значительных затрат машинного времени. Поэтому не потеряли своего значения расчеты характеристик турбин на переменных режимах в одномерной постановке прямой задачи [6, 13].

Одномерный проверочный тепловой расчет на сегодняшний момент разработан достаточно полно. Об этом свидетельствует большое количество публикаций по этому вопросу [13, 6, 23, 17, 24, 7, 27, 26, 20, 21, 4, 15, 14, 25, 19, 28], в которых представлены различные модификации одномерного расчета, приспособленные для решения различных вариантов прямой задачи. В большинстве публикаций рассматривается проверочный расчет дозвуковых турбинных ступеней, предназначенный для расчета переменных режимов и проверочных расчетов, выполняемых для экспертной оценки проекта или с исследовательской целью [6, 23, 24, 7, 4, 25, 28]. Модификации проверочного расчета, приспособленного для

расчета переменных режимов в составе оптимизационной задачи [13, 26, 28, 15], а также посвященных расчету переменных режимов сверхзвуковых МРТ [21, 27, 17], весьма немногочисленны.

Рассмотрим имеющиеся методики одномерного проверочного расчета с помощью ЭВМ с целью возможного их применения для решения задачи оптимизации сверхзвуковых МРТ с учетом режимов задаваемых графиком нагрузки.

В [23] приводится методика расчета переменных режимов на среднем диаметре в предположении постоянства параметров потока вдоль радиуса применительно к ступеням с D/l > 10÷15. Расчет переменных режимов осуществляется относительно расчетного режима работы. Поэтому для определения характеристик ступени на нерасчетных режимах должны быть известны параметры потока на расчетном режиме (G, C_1, P_1, W_1 и т.д.). Для решения прямой задачи заданными считаются давление и температура за ступенью, расход пара и частота вращения турбины. Расчет ведется от последнего сечения к сечению перед ступенью. Учитывается возможность возникновения критических режимов в СА и РК. При критических режимах расчет осуществляется с учетом отклонения потока в косом срезе. Потери в лопаточных венцах определяются по формулам работ [23, 30] с учетом изменения числа M и углов входа β_1. Учитывается влияние надбандажной протечки на степень реактивности в предположении неизменности ρ_m по радиусу и полного смешения подсасываемого и основного потоков при подсосе. Расчет ведется в четырех сечениях. Полное согласование достигается методом простых итераций последовательно по каждому венцу. Судить об эффективности данной методики и области применимости не представляется возможным, так как авторы не приводят данных по ее апробации. Заметим, что предложенная логика расчета переменных режимов соответствует дозвуковым ступеням и не в полной мере отражает особенности течения рабочего тела в *ПЧ* сверхзвуковых турбин.

В работе [7] приводится методика одномерного проверочного расчета малоразмерных осевых газовых турбин, в которой сделана попытка свести до минимума необходимый экспериментальный материал за счет более детального учета фактической геометрии, потоков рабочего тела и охлаждающего воздуха, а также явлений, сопровождающих протечки рабочего тела через зазоры облопатывания. Ступень предполагается с надбандажным и корневым уплотнениями, через которые происходит протечка массой $g_{банд}$ и $g_{корн}$. Расчет венцов ведется по фактическому расходу через собственно решетку. Выделяется пять расчетных сечений. В межвенцовых зазорах предполагается приток и уток массы и изменение меридианного сечения при переходе от выходных кромок *СА* к входным кромкам *РК* и как следствие всех параметров потока (P_1, S, C_u и C_z, α_1 и т.д.). Для расчета утечек производится определение статических давлений у корня и периферии *ПЧ* в межвенцовых зазорах. В зазоре между *СА* и *РК* эти давления определяются по формуле, полученной по результатам пространственных расчетов путем аппроксимации в зависимости от параметра $\bar{r} = r / r_{ср}$: $\rho_{к,п} = 1-(1-\rho_{ср})\cdot(A\cdot\bar{r}+B\cdot\bar{r}+C)$; давления за *РК* определяются по упрощенному уравнению радиального равновесия. Межвенцовый зазор выделяется в отдельный расчетный участок, что позволяет учесть потери энергии от смешения основного и подсасываемого потоков и получить значение угла α_1 перед кромками *РК* благодаря раздельному определению составляющих C_{1u} и C_{1z}. Угол α_1 перед кромками *РК* определяется из системы уравнений: расхода, энергии, закона сохранения момента количества движения при допущении, что масса протечки намного меньше массы рабочего тела, протекающей через *СА*. Для определения потерь полного давления в зазоре используется уравнение баланса изменения энтропии. Увеличение энтропии в зазоре за счет трения вихреобразования и смешения принимается по литературным данным о коэффициентах местного сопротивления для

бокового притока. Для расширения диапазона применимости методики предусматривается однозначное определение потерь энергии в произвольной дозвуковой решетке в зависимости от углов натекания (углов атаки) чисел M и Re по методике [16]. Расчет ступени ведется от входа к выходу; заданными считаются частота вращения и параметры на входе и выходе: давления, температура, – варьируемым параметром является расход. Расчет ведется до тех пор, пока не будет достигнуто заданное давление за ступенью. Проверочные расчеты опытных ступеней, проведенные авторами по разработанной методике без введения в алгоритм каких-либо корректирующих коэффициентов, дали результаты, несколько отличающиеся от опытных по КПД и расходу. Поэтому для достижения совпадения расчетных и опытных значений по этим показателям были введены корректирующие коэффициенты: коэффициенты расхода *СА* и *РК* и коэффициент увеличения потерь в *РК*. Апробация модели после введения корректирующих коэффициентов представлена на рис. 1. Заметим, что корректирующие коэффициенты соответствуют опытным данным апробированных ступеней.

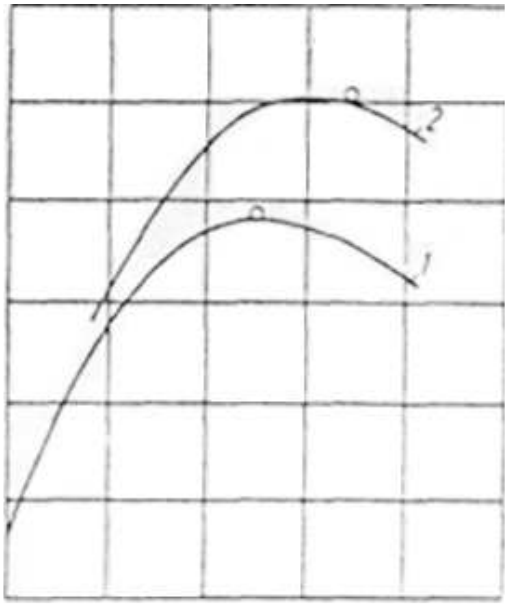
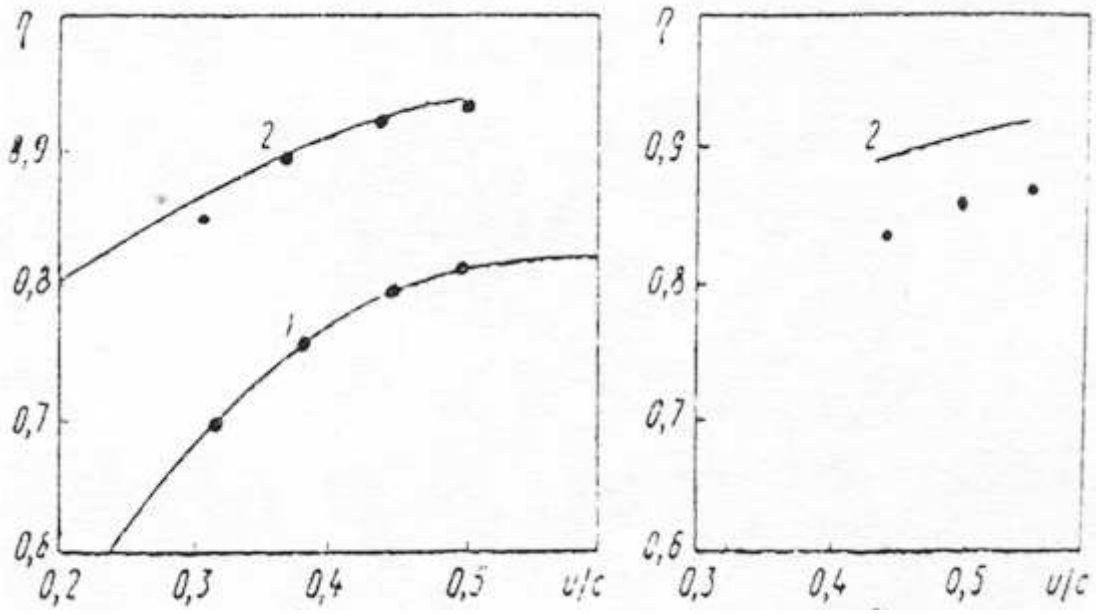


Рис. 1. Экспериментальные характеристики турбинных ступеней, использованные при идентификации [2]:
— – эксперимент; ○ – расчет
Fig. 1. Experimental characteristics of turbine stages used in the identification [2]:
— – experiment; ○ – calculation

Близкий по структуре к изложенному выше расчету [7] разработан в ЦКТИ [6, 9], а также описан в работе [4]. Краевая задача реализована в двух вариантах: определению подлежит либо давление перед турбиной, либо расход газа. При этом критическое истечение в горле может образовываться в произвольном количестве венцов. Определяются критические условия и момент начала отклонения в косом срезе, при этом раздельно учитываются потери в горле и в косом срезе. Учитывается раскрытие проточной части. Центральным элементом расчета является трансцендентное уравнение сплошности с учетом протечек через периферийный и корневой зазоры, диафрагменное уплотнение и разгрузочные отверстия, неизвестным в котором служит приведенная скорость λ. Решение ищется численно методом Ньютона. Протечки определяются с учетом радиальной неравномерности параметров потока по радиусу. Уравнение радиального равновесия записывается в форме Крокко и заранее интегрируется для заданного способа закрутки. Потери смешения в осевом зазоре определяются по методике работы [25]. Потери энергии в лопаточных аппаратах определяются по обобщениям, приведенным в работах [6, 1], в зависимости от геометрических и режимных параметров. Апробация методики производилась на неохлаждаемых и охлаждаемых газотурбинных ступенях. Результаты апробации после выполненной идентификации представлены на рис. 2.



а б

Рис. 2. Сопоставление расчетной и экспериментальной экономичности неохлаждаемой (а) и охлаждаемой (б) газотурбинных ступеней [18]: — – расчет; • – эксперимент; 1 – мощностной КПД; 2 – заторможенный КПД

Fig. 2. Comparison of the calculated and experimental economics uncooled (a) and cooled (b) turbine stages [18]: — – Calculation; • – experiment; 1 – Efficiency cardinality 2 – inhibited efficiency

В работах [25, 24] приводится методика одномерного поступенчатого проверочного расчета многоступенчатой осевой турбины при дозвуковых скоростях. Расчет построен с единой точки зрения модели двухмерного осесимметричного течения в ступени. Переход от сечения к сечению выполняется по среднему диаметру. При переходе проводится интегрирование уравнения радиального равновесия вдоль кромок венцов и выполняется расчет перестройки потока в межвенцовых зазорах из-за перекрыш и меридианного расширения *ПЧ* с учетом условия $C_u\, r = const$ вдоль линий тока, баланса утечек, отсоса и подсоса и их смешения с основным потоком на выходе из венцов. Расчет ведется с учетом интегральных уравнений баланса для расхода, энергии, энтропии и момента количества движения относительно оси вращения. Расчет баланса утечек через радиальный и корневой зазоры и разгрузочные отверстия ступени выполняется одновременно с расчетом венцов ступени методом простой итерации с использованием опытных данных работ [29, 23] по коэффициентам расхода уплотнений и разгрузочных отверстий. Потери энергии в зависимости от геометрических и режимных характеристик рассчитываются на среднем диаметре по методике [16]. При расчете потерь учитываются эффекты нестационарного обтекания по формулам работы [22]. Коэффициенты расхода задаются по обобщенным экспериментальным данным [23]. При сверхзвуковом истечении из венца выполняется расчет расширения в косом срезе с интегрированием уравнения радиального равновесия (итерациями). Расчет ступени проводится от входа к выходу. Подбор расхода или давления на входе в цилиндр выполняется итерациями по заданному противодавлению за цилиндром. Расчет ступени осуществляется в шести сечениях и требует 1,5÷2 мин машинного времени ЭВМ ЕС-1022. Результаты апробации данной модели приведены на рис. 3. Данная методика является промежуточной между традиционным одномерным проверочным расчетом и расчетом по межвенцовым зазорам с учетом наклона и кривизны меридианных линий тока.

При решении задач многорежимной оптимизации [26, 13] и выбора оптимальных значений параметра U/C_0^* и степени реактивности промежуточной или последней ступени паровой турбины [15] применяются упрощенные подходы к решению прямой задачи турбинной ступени. Это обусловлено тем, что решение задачи условной оптимизации геометрических характеристик *ПЧ* с учетом ее свойств на переменных режимах требует больших затрат машинного времени.

Так, в работе [15] приводятся аналитические выражения для КПД и степени реактивности промежуточной ступени, на среднем радиусе, полученные путем совместного преобразования уравнения энергии, расхода и момента количества движения. Уравнение расхода представлено в форме, учитывающей массу протечки. Утечка определяется без учета радиальной неравномерности давлений в осевом зазоре. Коэффициенты скорости *СА* и *РК* принимаются постоянными и не зависят от режимных параметров в процессе расчета. Предложенные выражения для окружного КПД и степени реактивности позволяют аналитически находить оптимальные параметры турбинной ступени заданной геометрии. О представительности предложенных зависимостей судить трудно, так как апробация данной методики не проводилась, а точность совпадения расчетных и опытных данных и диапазон рассчитываемых режимов будут зависеть от искусства задания коэффициентов φ и ψ отношения D/l (так как утечка определяется без учета изменения давлений по радиусу).

На рис. 3 $\rho_к$, $\rho_п$ – степени реактивности у корня и на периферии; $i_{3ср}$ – угол атаки на входе в *РК*; $\alpha_{5ср}$ – угол выхода потока из ступени; «ср» – параметры на среднем радиусе; *x* – опыт на воздухе, лаборатория паровых турбин ПО ЛМЗ; $\overline{\Delta\eta_{по}} = \Delta\eta_{по}/\eta_{ио}$ – падение КПД от подсоса; ○ – расчет с учетом термодинамических потерь смешения $\overline{g_p}$ = 1,1 %.

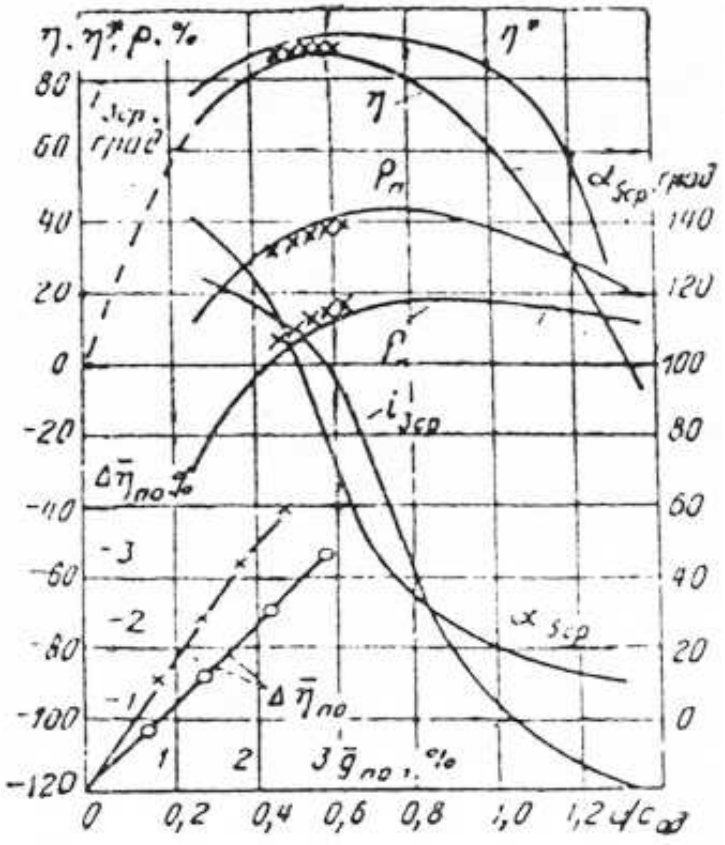


Рис. 3. Характеристики средней ступени ЦВД [3]
Fig. 3. Characteristics of the average level of CVP [3]

В работах [26, 5] предложен метод решения задачи оптимизации группы турбинных ступеней и решение прямой задачи расчета течения по среднему диаметру по единой вычислительной схеме. Прямая задача решается при заданных статическом давлении за отсеком и расходах ступеней C_j как задача минимизации функции цели:

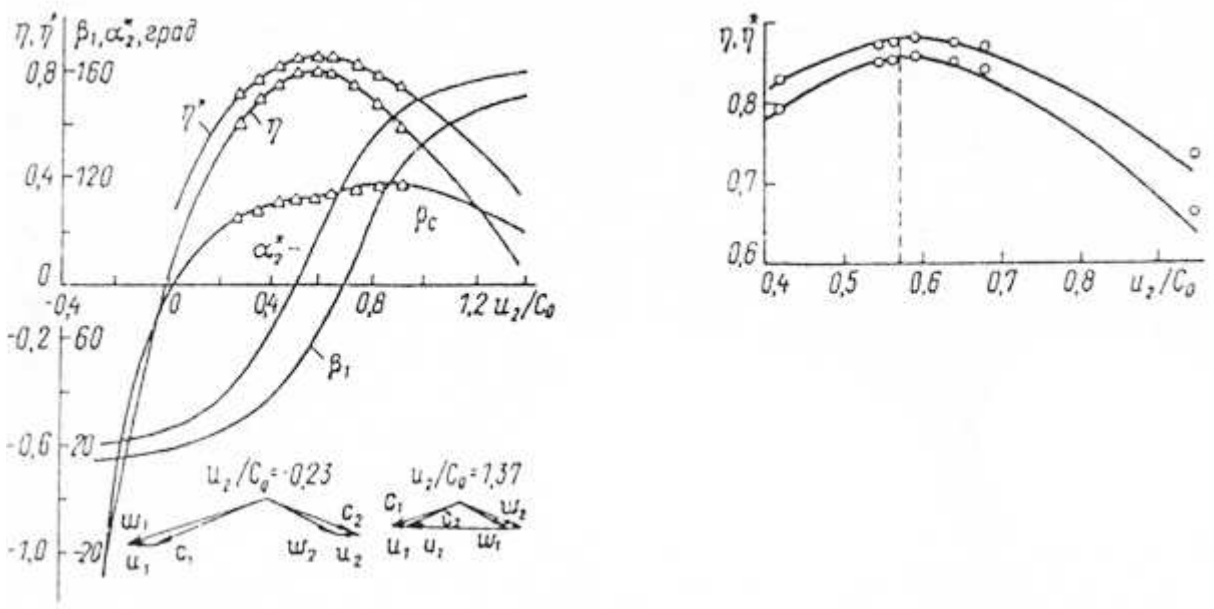
$$f\left(P_0^*,\ P_1,\ \ldots\ P_{2n-1}\right)=\left[1+\sum_{j=1}^{n}\frac{G_1}{G_j^2}\cdot\left[(G_{cj}-G_j)^2+(G_{лj}-G_j)^2\right]\right]^{-1},$$

где G_{cj}, $G_{лj}$ – вычисленные расходы в зазорах за сопловыми и рабочими решетками. Независимыми переменными служат P_0^*, P_1, ... P_{2n-1}. Учитывая возможность сверхкритического истечения из сопловой и рабочей решеток, коэффициенты скорости φ и ψ принимаются постоянными и не зависящими от режима работы, что обеспечивает быстрый и стабильный поиск экстремума функции цели комбинацией методов Пауэла и случайного поиска. Однако существенно сужает область переменных режимов, в которой результаты расчета по приведенной модели обеспечивали заданную адекватность модели.

В работах [13, 14] предложен подход к решению прямой задачи многоступенчатых турбин, сочетающий в себе простоту и высокую достоверность результатов расчета на переменных режимах. Расчеты дозвуковых переменных режимов отсека тепловой турбины ведутся от первой к последней ступени по потоку в межвенцовых зазорах *ПЧ*. Для расчета режима задаются параметры на входе и противодавление за турбиной, частота вращения ротора. Заданное противодавление за отсеком подбирается итерациями путем варьирования массового расхода рабочего тела перед первой ступенью. Особенности методики заключаются в следующем: расчет протечек в *ПЧ* осуществляется с учетом неравномерности степени реактивности по радиусу, которая оценивается по степенной зависимости, показатель степени которой уточняется из экспериментов на модельных ступенях; расчет дополнительных потерь от протечек основывается не на модели смешения основного и потоков протечки, а на простых эмпирических формулах, обобщающих результаты многочисленных экспериментальных исследований турбинных ступеней, и относится к потерям в *РК*; расчет потерь осуществляется по методикам авторов указанных работ, которые содержат эмпирические зависимости, полученные путем обобщения результатов опытов на вращающихся моделях, и отражают влияние основных геометрических и режимных параметров (в том числе и влияние угла атаки). Такой подход к построению модели обеспечивает высокую достоверность результатов расчета (рис. 4) и высокую скорость получения оптимальных решений и оценок экономичности на нерасчетных режимах при относительно малой потребности в машинных ресурсах. Область применимости модели регламентируется экспериментальным материалом, используемым в модели.

Расчету сверхзвуковых МРТ на переменных режимах посвящено относительно небольшое количество работ [20, 21, 27, 19, 17]. Одни из первых работ [20, 21], посвященных этой задаче, выполнены одним автором и содержат выражения для определения степени реактивности одно- и двухвенечных сверхзвуковых ступеней на среднем диаметре, приспособленные для ручного счета. Указанные выражения получены путем совместного решения уравнений неразрывности, энергии и количества движения. Полученные выражения являются трансцендентными уравнениями и решаются методом итераций относительно ρ_T. При выводе уравнений учитывалось влияние на степень реактивности, направление и масса протечек в *ПЧ*, однако оставлен открытым вопрос расчета массы протечки и влияние на ее величину неравномерности давлений по высоте лопатки. Для повышения достоверности

расчета предлагается для определения потерь в *СА* и *РК* использовать соответствующие экспериментальные зависимости. Учитывается отклонение потока в косом срезе *СА* на режимах, отличных от расчетного, расчет ведется по формуле Бэра с учетом потерь в *СА*. При расчете обтекания лопаток *РК* рассматриваются как до- так и сверхзвуковые режимы обтекания. При этом если на входе в *РК* и выходе из него скорости сверхзвуковые, то предполагается, что поток тормозится до критической в узком сечении рабочих лопаток, а дальнейшее расширение происходит в косом срезе. Приведенные в статьях примеры расчетов показывают возможность применения полученных зависимостей в широком диапазоне изменения степеней расширения π_T и параметра U / C_0^*.



а б

Рис. 4. Характеристики ступени (а) и отсека (б) [2]: — – расчет; ○, Δ – эксперимент
Fig. 4. Characteristics of step (a) and cover (b) [12]: — – Calculation; ○, Δ – experiment

Отличный от предыдущего подхода метод расчета при дозвуковых и сверхзвуковых скоростях предложен в работах [27, 19]. Расчет ведется от выходного сечения методом последовательных приближений. Исходная система уравнений (энергии, расхода, кинематических соотношений, процесса) при сверхзвуковых скоростях содержит 33 неизвестных и состоит из 29 уравнений. Для определения задачи дополнительно задаются G_2, P_2, T_2^* и частота вращения. В исходную систему уравнений входят обобщенные формулы Бэра для определения углов отклонения в косых срезах *СА* и *РК*. Записанная система контролируется на наличие решения. При отсутствии решения необходимо производить корректировку исходной информации с целью определения полных параметров, обеспечивающих пропуск заданного расхода, в данном зазоре. Указывается, что формальная корректировка исходной информации (потерь в последующем по ходу течения венце) до появления корня трансцендентного уравнения может привести к большому перераспределению параметров в венце перед рассчитываемым зазором. При сверхзвуковых скоростях натекания осуществляется контроль возможности течения в криволинейных скачках на входе с определением потерь в них. Накладывается запрет на отрицательные углы атаки при сверхзвуковых ско-

ростях на входе в венец. При появлении последних производится изменение коэффициентов изоэнтропийности в последующем по ходу течения венце, пока угол атаки не становится отрицательным или относительная скорость натекания дозвуковой. Апробация разработанной модели приведена на рис. 5. Указанная процедура корректировки исходной информации при отсутствии корня уравнения, одной из причин которой является неприспособленность расчета «с конца» для расчета сверхзвуковых ступеней (СА в широком диапазоне режимов работает с постоянным расходом), и запрет на отрицательные углы атаки ограничивают возможность применения данной методики в задачах многорежимной оптимизации.

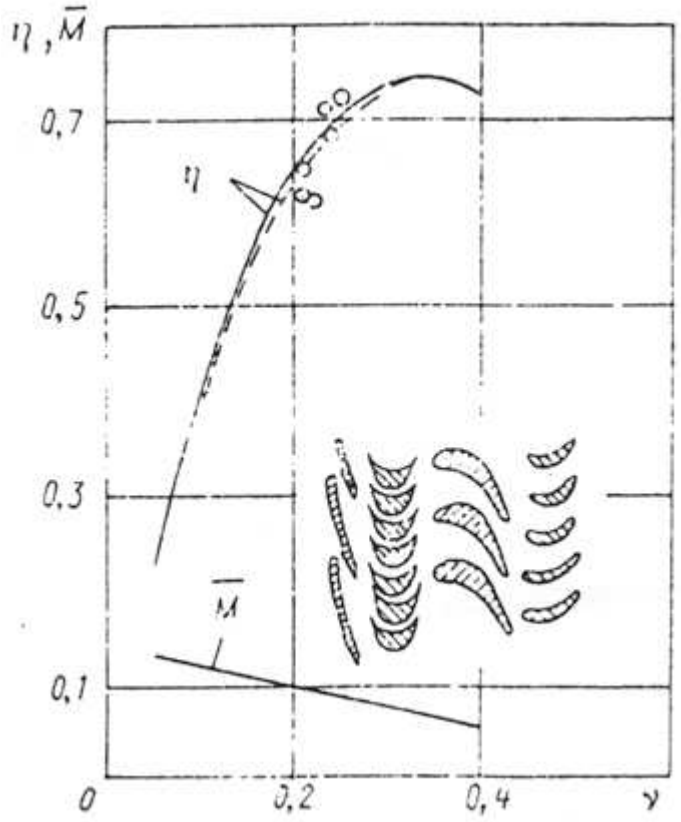


Рис. 5. Расчетные и экспериментальные характеристики турбины со сверхзвуковой 1-й ступенью [11]: — – расчет; ○ – эксперимент
Fig. 5. Computational and experimental characteristics of the turbine with a supersonic stage 1 [11]: — – Calculation; ○ – experiment

Авторы [17] предлагают методику проверочного расчета и определения КПД одноступенчатой парциальной сверхзвуковой газовой турбины при изменении противодавления в широком диапазоне. Коэффициент скорости *СА* на расчетном режиме определяется эмпирической зависимостью: $\varphi_c = c_\varphi \sqrt{0{,}955 - 0{,}018(b,\, l)_c}$, где c_φ – эмпирический коэффициент. Действительная скорость истечения рабочего тела из СА на переменном режиме определяется после рассмотрения течения в системе скачков уплотнения: $\lambda_{з.ск} = c_{ск} / \lambda_{ск}$, где $c_{ск}$ – опытный коэффициент; $\lambda_{ск} = f(M_{ск})$, где $M_{ск}$ находится из уравнения

$$\frac{P_0^*}{P_1} - \frac{\left(1 + \frac{k-1}{2} \cdot M_{ск}^2\right)^{\frac{k}{k-1}}}{(0{,}39 + 0{,}73 \cdot M_{ск}) \left[1 + \left(\frac{0{,}192}{\sin \alpha_{1k}} - 0{,}7\right)\left(1 - \frac{M_{ск}}{M_{а.расч}}\right)\right]} = 0,$$

где $M_{а.расч}$ – число Маха, соответствующее расчетной степени расширения *СА* с учетом потерь. Окружной КПД определяется по известной формуле [10] для активной турбины при степени реактивности, равной нулю. Влияние парциальности на процессы в осевом зазоре частично учитывается введением эмпирического коэффициента C_ρ, учитывающего дополнительно и конструктивные особенности турбины: величину зазоров, расположение и число сопел, величину и направление протечек и т.д. Как видно из рис. 6, введение поправочных коэффициентов C_ρ, $C_{ск}$, G_φ, справедливых для конкретной турбины, обеспечивает удовлетворительное совпадение результатов расчета с экспериментом и может быть использована для расчета двигательной установки, имеющей в своем составе подобную турбину. Использование ее для расчета переменных режимов при многорежимной оптимизации в силу конкретного характера экспериментальных данных затруднительно.

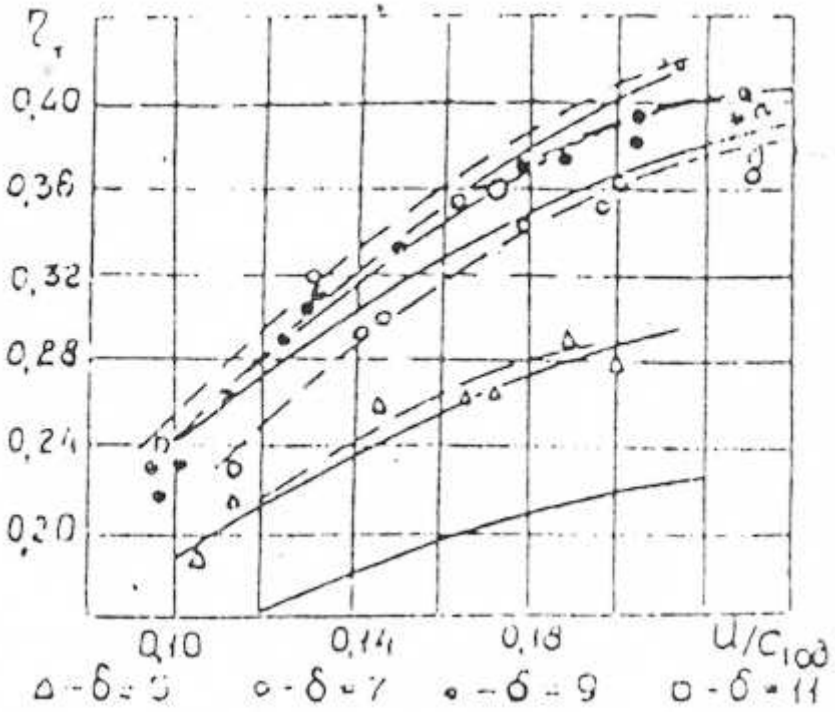


Рис. 6. Расчетные и экспериментальные характеристики сверхзвуковой парциальной одновенечной МРТ [8]:
— – расчет;
○, Δ, •, □ – эксперимент
Fig. 6. Calculated and experimental data of the partial supersonic odnovenechnoy MRI [8]:
— – Calculation;
○, Δ, •, □ – experiment

Выводы

На основе представленного краткого обзора представляется целесообразным создание математической модели переменного режима сверхзвуковой парциальной МРТ, которая сочетала бы достоинства методик [7, 24, 25, 13] дозвукового проверочного расчета, учитывала особенности, присущие рабочему процессу сверхзвуковой ступени, и позволяла использование ее в задачах многорежимной оптимизации МРТ (достаточная точность расчетов в широком диапазоне изменения конструктивных и режимных параметров), не приводя к непомерно большим затратам машинных ресурсов.

Список литературы

1. Амелюшкин В.Н., Шкляр В.А. Определение профильных потерь в решетках осевых турбин // Энергетическое машиностроение. – 1986. – Вып. 42. – С. 27-35.

2. Бойко А.В., Говорущенко Ю.И., Усатый А.П. Создание эмпирической методики определения коэффициентов потери энергии в турбинных решетках с помощью теории планирования экспериментов // Энергетическое машиностроение. – 1986. – Вып. 42. – С. 9-14.

3. Бойко А.В., Говорущенко Ю.Н. Основы теории оптимального проектирования проточной части осевых турбин. — Харьков: Вища шк.; Изд-во при ХГУ, 1989. – 217 с.

4. Булович С.В., Рудинский В. А. Проверочный расчет осевых и радиальных турбин на переменных режимах работы // Современные проблемы газодинамики и тепломассообмена и пути повышения эффективности энергетических установок: тез. докл. VIII Всесоюз. школы-семинара. – М.: Изд-во МГТУ, 1991. – Ч. 2. – С. 42-44.

5. Гаркуша А.В., Субботович В.П. Методика выбора оптимальных расчетных режимов при проектировании ступеней турбины, работающей с переменными расходами пара // Энергетическое машиностроение. – 1988. – № 45. – С. 7-14.

6. Жуковский Г.В. и др. Тепловые расчеты паровых и газовых турбин с помощью ЭВМ / Г.В. Жуковский, Ю.А. Марченко, И.К. Тереньтьев. – Л.: Машиностроение, 1983. – 255 с.

7. Заславский С.А. и др. Одномерный проверочный расчет малоразмерных дозвуковых осевых газовых турбин на ЭВМ / С.А. Заславский, М.А. Либерман, М.А. Симкин, Я.А. Сироткин // Энергомашиностроение. – 1978. – № 7. – С. 13-15.

8. Изотов С.П., Шашкин В.В. Авиационные ГТД в наземных установках. – Л.: Машиностроение, 1984. – 228 с.

9. Использование ЭВМ при проектировании и расчете проточной части и лопаток газовых турбин / Г.В. Жуковский, С.Т. Винтер, В.А. Иванов и др. // Тр. ЦКТИ. – 1990. – № 261. – С. 46-51.

10. Кириллов И.И. Теория турбомашин. — Л.: Машиностроение, 1972. — 536 с.

11. Кириллов И.И. Влияние шага осесимметричных сопел на эффективность соплового аппарата и турбинной ступени / И.И. Кириллов, К.Г. Родин, В.Н. Бусурин, Г.Л. Раков и др. // Изв. вузов. Авиационная техника. – 1985. – № 5. – С. 28-32.

12. Кирюхин В.И., Тараненко И.М., Огурцова Е.П. Паровые турбины малой мощности КТЗ. – М.: Энергоиздат, 1987. – 216 с.

13. Лапшин К.Л. Оптимизация проточных частей многоступенчатых турбин. – СПб.: Изд-во С.-Петербургского ун-та, 1992. – 196 с.

14. Лапшин К.Л., Рисс В. К расчету осевых тепловых турбин на переменных режимах // Теплоэнергетика. – 1992. – № 5. – С. 64-66.

15. Митюшкин Ю.И., Петров Н.А. Коэффициент полезного действия и реактивность турбинной ступени заданной геометрии // Проблемы повышения эффективности судовых энергетических установок. – Горький: Изд-во ГПИ, 1988. – С. 31-38.

16. Мухтаров М.Х., Кричакин В.И. Методика оценки потерь в проточной части осевых турбин при расчете их характеристик // Теплоэнергетика. – 1969. – № 7. – С. 76-79.

17. Овсянников Б.В., Уваров С.Е., Худенко Б.Г. Особенности расчета КПД активной парциальной газовой турбины при изменении противодавлений в широком диапазоне // Изв. вузов. Авиационная техника. – 1990. – № 1. – С. 66-70.

18. Пряхин В.В., Павловский А.З. Влияние парциального подвода пара на характеристики ступени скорости // Теплоэнергетика.– 1969. – № 2. – С. 18-22.

19. Расчеты проточных частей судовых турбин при заданной геометрии с дозвуковыми и сверхзвуковыми скоростями течения: учеб. пособие / А.М. Топунов, Ю.М. Погодин, В.Д. Пшеничный, В.В. Розенталь. – Л.: Изд-во ЛКИ, 1979. – 65 с.

20. Речкоблит А.Я. Исследование переменных режимов работы двухвенечной ступени судовой паровой турбины при сверхкритических теплоперепадах // Судостроение. – 1959. – С. 20-24.

21. Речкоблит А.Я. Степень реакции на переменных режимах работы турбинной ступени при сверхкритических теплоперепадах // Уч. зап. ЛВИМУ. – 1958. – № 12. – С. 69-76.

22. Самойлович Г.С. Возбуждение колебаний лопаток турбомашин. – М.: Машиностроение, 1975. – 288 с.

23. Самойлович Г.С., Трояновский Б.М. Переменные и переходные режимы в паровых турбинах. – М.: Энергоиздат, 1982. – 496 с.

24. Сироткин Я.А. Поверочный расчет многоступенчатых паровых турбин // Теплоэнергетика. – 1982. – № 12. – С. 21-24.

25. Сироткин Я.А. Одномерный проверочный аэродинамический расчет охлаждаемых газовых турбин // Изв. АН СССР. Энергетика и транспорт. – 1980. – № 1. – С. 137-148.

26. Субботович В.П. Об оптимизации группы турбинных ступеней и решении прямой задачи расчета течения по среднему диаметру по единой вычислительной схеме // Энергетическое машиностроение. – 1990. – № 49. – С. 28-31.

27. Топунов А.М. Теория судовых турбин. – Л.: Судостроение, 1985. – 472 с.

28. Тунаков А.П. Методы оптимизации при доводке и проектировании газотурбинных двигателей. – М.: Машиностроение, 1979. – 184 с.

29. Щегляев А.В. Паровые турбины. – М.: Энергия, 1976. – 368 с.

30. Щегляев А.В. Паровые турбины: Теория теплового процесса и конструкция турбин. – М.: Энергоатомиздат, 1993. – С. 152-155.

Сведения об авторах: Симашов Рафаиль Равильевич, кандидат технических наук, доцент, e-mail: forsimashov@yandex.ru;

Куликов Юрий Львович, старший преподаватель, e-mail: kulikov-uryi@yandex.ru.

УДК 629.562 : 621.83.061.1

Ю.А. Корнейчук
Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА СУДОВЫХ ДИЗЕЛЕЙ В КНР

Основная часть промыслового флота России ремонтируется в КНР и Южной Корее. Судоремонтные заводы Дальнего Востока России теряют производственные мощности и опытных специалистов. Приведены технологии ремонта судового дизеля Sulzer ZL40/48 на верфи КНР. Основное внимание отводится оборудованию.

Ключевые слова: *технологии ремонта судовых дизелей, станок протачивания шатунной шейки, машинка протачивания седел клапанов, нутромер, раскепомер, щуп.*

Yu.A. Korneychuk

MARINE DIESEL ENGINE REPAIR TECHNOLOGIES IN THE PEOPLES REPUBLIC OF CHINA

The basic part of fishing fleet of Russia is under repair in the Peoples Republic of China and South Korea. Ship-repair factories of the Far East of Russia lose capacities and skilled experts. Some technologies of Sulzer ZL40/48 marine engine repair on the shipyard of the Peoples Republic of China are resulted in the article. The basic attention is taken away to the equipment.

Key words: *marine diesel engine repair technologies, crank pin grinding machine, Valve Seat Grinder, inside micrometer, crankshaft gauge, feeler.*

Суда промыслового флота все чаще ремонтируются в Республике Корея и КНР. Этому способствует решимость властей и бизнес-элиты этих стран постоянно наращивать объемы судостроения и судоремонта. Рассмотрим возможности судоремонта на примере Korea Trading and Industries Co., Ltd. (KTI) – одной из лидирующих компаний на рынке судоремонта и судового снабжения на Дальнем Востоке России и в Юго-Восточной Азии.

Компания KTI создала международную корпоративную сеть, объединяющую опыт судоремонта России, передовые технологии Кореи, богатые трудовые ресурсы и оперативность судоверфей Китая. За годы своей работы KTI организовала ремонт сотен судов и завоевала известность и признание у судовладельцев Приморского и Хабаровского краев, Камчатки и Сахалина, Магаданской области и Курил. Залогом успеха KTI являются ответственность, оперативность и разумное ценообразование.

Представительства KTI работают на каждой судоремонтной верфи, с которой сотрудничает KTI. Квалифицированная и опытная команда менеджеров контролирует весь цикл проведения ремонтных работ судна с момента размещения заявки на судоверфь и до момента приемки судна после окончания ремонта, осуществляя постоянный надзор за качеством проводимых работ и обеспечивая взаимодействие судовладельца и верфи для выполнения всех требований и пожеланий клиентов. Этим обеспечивается контроль и гарантия качества**.**

KTI предлагает комплексный сервис, включающий услуги судоремонта, судового снабжения и агентирования, предоставляя судоходным компаниям новые дополнительные возможности. Все подразделения корпоративной сети KTI связаны общей информационной инфраструктурой и обладают отлаженной системой взаимодействия, позволяющей оперативно удовлетворять пожелания клиентов.

KTI объединяет мощные современные судоремонтные верфи в Китае и Республике Корея, предоставляющие возможность выполнения любых видов ремонта, а также модернизации и переоборудования различных типов судов добывающего и торгового флота.

Приведем опыт ремонта на верфи КНР главного дизеля фирмы Sulzer ZL40/48 большого морозильного рыболовного траулера (БМРТ) проекта В407 польской постройки.

В случае значительных повреждений коленчатого вала и фундаментной рамы среднеоборотного дизеля (СОД) их приходится демонтировать прямо в машинном отделении. Остов подвешивают на талях. Фундаментную раму поднимают на палубу (рис. 1) и транспортируют в цех судоремонтного завода. Операция опасная и трудоемкая.

Если есть возможность восстановить коленчатый вал на месте, то используются различные устройства и технологии. В судоремонте все шире применяется обработка абразивными кругами и брусками. На рис. 2 показана работа по протачиванию шатунных шеек в картере дизеля.

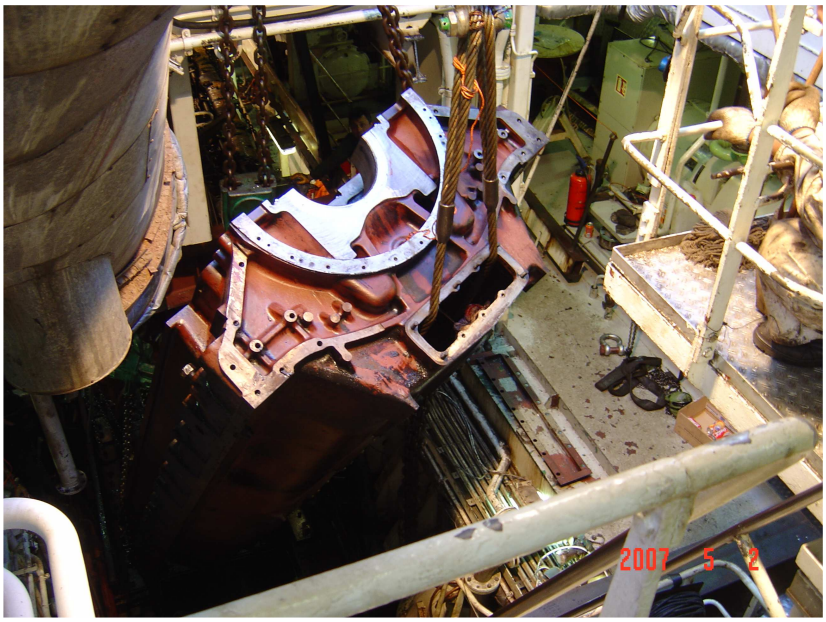


Рис. 1. Демонтаж фундаментной рамы дизеля
Fig. 1. Dismantle of a diesel engine base frame

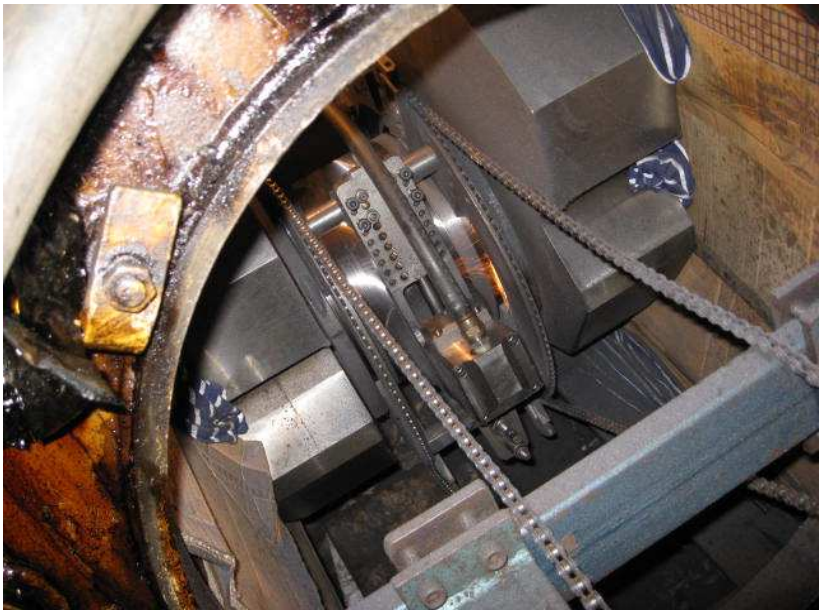


Рис. 2. Станок для протачивания шатунной шейки
Fig. 2. A crank pin grinding machine

Струбцина устройства скользит по направляющим, роль которых играют галтели шатунной шейки. Очень важно, чтобы они не были повреждены, иначе применить данную технологию невозможно. На струбцине размещен абразивный круг, плоскость вращения которого совпадает с образующей шатунной шейки. Возвратно-поступательное перемещение струбцины в пределах сектора окружности шейки осуществляется двумя роликовыми цепями. Ведомые звездочки закреплены на струбцине. На рис. 2 можно различить контур вращающегося абразивного круга и искры от него. Для снижения разлета абразивных частиц рабочее место ограждено гофрированным картоном и ветошью.

Затем следует процесс шлифования шатунной шейки (рис. 3).

В гнезда крышки впрессованы седла двух впускных и двух выпускных клапанов. Центральное отверстие предусмотрено под форсунку, левое – для пускового и правое – для предохранительного клапанов. Если в результате дефектоскопии и визуального контроля установлено повреждение седла в виде микротрещин и ямок, его меняют на новое. Применяют два способа его выпрессовки из гнезда. Нагрев седла до малинового цвета в двух противоположных точках. После снижения температуры на 50 °С его выбивают небольшим усилием. Второй способ состоит в изготовлении оправки из старого проточенного клапана. Его прихватывают сваркой к седлу и наносят удар по штоку клапана.

Цветная дефектоскопия позволяет выявить трещины на поверхности цилиндровой крышки (рис. 4).

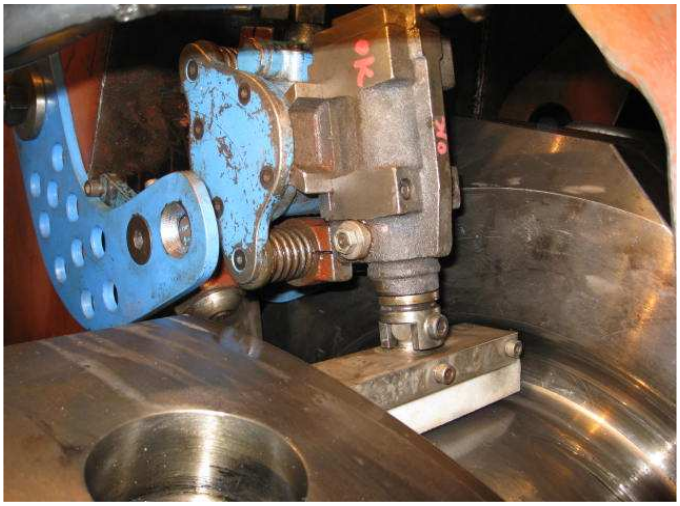


Рис. 3. Станок для шлифования шатунной шейки
Fig. 3. A crank pin grinding machine

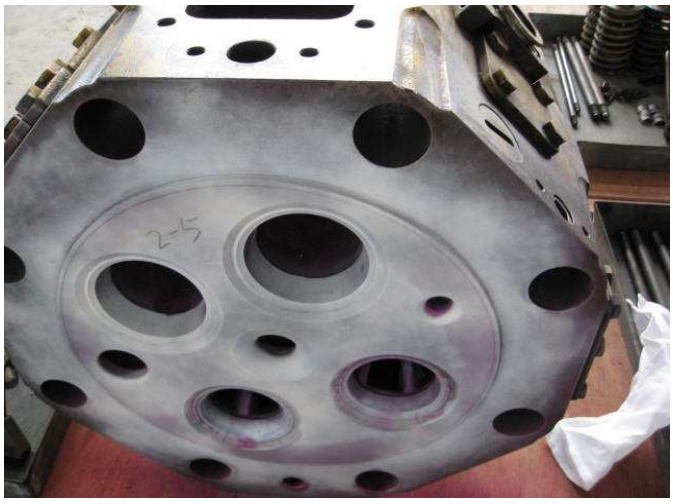


Рис. 4. Цилиндровая крышка дизеля Sulzer ZL40/48
Fig. 4. Sulzer ZL40/48 diesel engine cylinder cover

Выпускные клапаны. Поврежденные участки тарелок шпинделей выпускных клапанов и их гнезд подготавливаются для наплавки путем ручной шлифовки и дефектуются методом проникающего красителя. Обычные клапаны из нержавеющей стали восстанавливаются наплавкой аналогичного материала, а клапаны из нимоника наплавляются никелевыми сплавами. Изношенный слой стеллита удаляется токарной обработкой до полного исчезновения трещин, после чего опять проводится цветная дефектоскопия. Новое углубление для стеллита наплавляется нержавеющей сталью и механически обрабатывается для автоматизированной плазменной наплавки [1]. После этого опять производится цветная дефектоскопия. После наплавки стеллита следует окончательная механическая обработка и шлифовка уплотнительных поверхностей до стандартных требований фирмы-изготовителя.

Стеллит как дорогостоящий сплав обеспечивает необходимые свойства рабочих поверхностей выпускных клапанов, повышая сопротивляемость износу, тепловым нагрузкам и коррозии. Однако эти свойства снижаются, если происходит разбавление в стеллите некоторого количества основного металла. Поэтому крайне важно наплавлять стеллит в строго контролируемых условиях. Во избежание ошибок, связанных с человеческой реакцией, контроль за процессом наплавки должен выполняться автоматически и не зависеть только от умения оператора [1].

Плазменная наплавка применима к сплавам с температурой плавления от 1000-1900 °С. Имеется возможность ее автоматизации, однако капитальные вложения для ее внедрения велики. Плазменная дуга устанавливается между катодом и наплавляемой деталью. Плазменным газом являются обычно чистый аргон, а высокотемпературный осаждаемый слой поддерживается с помощью смеси аргона и водорода. Запуск и остановка осуществляются электронными средствами. Ими же осуществляется регулирование подачи порошка, давление газов, силы тока и скорости вращения [1].

Преимущества газопламенного напыления – гладкий осаждаемый слой без признаков оксидирования и пористости включений применимы также и к плазменной наплавке. Однако в последнем случае нет необходимости в процессе оплавления. Количество потребляемого материала меньше, поскольку меньше избыточное распыление. Величина разбавления очень мала, плотность наплавки велика, а осаждаемый слой полностью однороден. Объем подводимого к основному материалу тепла минимален.

Абразивная обработка рабочей поверхностей тарелки клапана (рис. 5) и седла (рис. 6) способствует созданию микрорельефа пористой структуры для облегчения создания местного наклепа во время притирки клапана.

Посадочную поверхность клапана можно обработать на станке (рис. 5).

На рис. 6 показан шведский станок Valve Seat Grinder с пневмоприводом для обработки седел клапанов в гнездах цилиндровой крышки абразивным камнем специальной формы. Перед обтачиванием станок следует центрировать с гнездом клапана.

Окончательная притирка впускных и выпускных клапанов производится с помощью простого распределения (рис. 7).

Основные дефекты цилиндрового блока — трещины в верхнем посадочном поясе и коррозионные разрушения во всех посадочных поясах.

Наличие трещин в верхнем посадочном поясе выявляют цветной дефектоскопией. Трещины и коррозию посадочного пояса устраняют тремя способами:

- наплавкой и расточкой на первоначальный размер (рис. 8);

- расточкой пояса, изготовлением стального кольца и запрессовкой его в блок на эпоксидном компаунде без наполнителя;

- восстановлением всех поясов с применением эпоксидных смол [2].

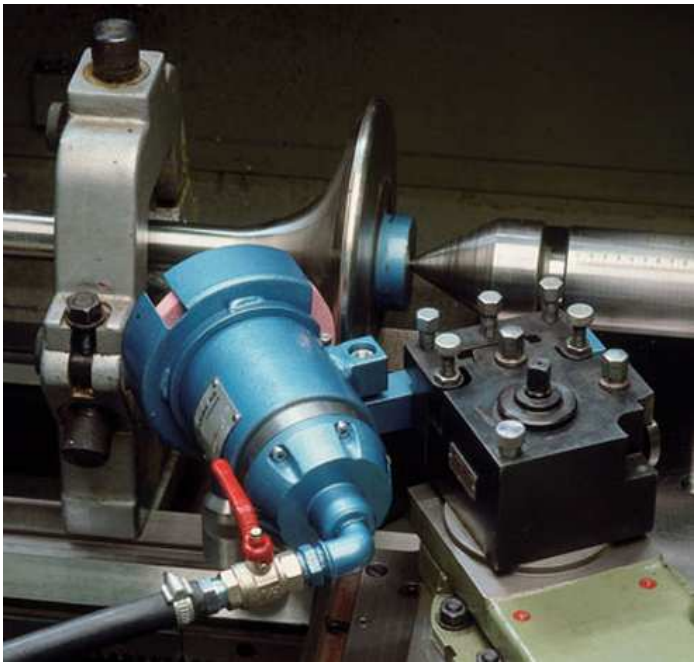


Рис. 5. Протачивание клапана
Fig. 5. Valve grinding

Рис. 6. Машинка для протачивания седел клапанов
Fig. 6. Valve Seat Grinder

Рис. 7. Приспособление для притирки клапана двигателя
Fig. 7. The adaptation for grinding in of the valve of the engine

Наиболее характерными дефектами цилиндровых втулок являются износ, коррозия рабочей поверхности, риски и задиры на ней; износ и коррозия посадочных поясков. В цилиндровых втулках часто наблюдается эрозия поверхности, омываемой водой (рис. 9).

Износ втулок по длине и диаметру неодинаков. Максимальный износ наблюдается в месте прилегания верхнего компрессионного кольца при положении поршня в верхней мертвой точке. Форма изношенной втулки по высоте приближается к неправильному конусу, а по диаметру – к овалу. Величину износа втулки измеряют индикатором-нутрометром (рис. 10).

Рис. 8. Проточка верхнего посадочного пояса цилиндрового блока дизеля Sulzer ZL40/48
Fig. 8. Sulzer ZL40/48 diesel engine cylinder block top landing belt grinding

Рис. 9. Эрозионное разрушение поверхности втулки в местах водяного охлаждения
Fig. 9. Cylinder liner surface erosive destruction from water side

Рис. 10. Измерение нутромером изнашивания втулки по внутреннему диаметру
Fig. 10. Cylinder liner wear measurement with inside micrometer

Расточку втулок производят на стационарном вертикально-расточном станке, переносном расточном станке или токарном станке со специальным приспособлением. Если у дизелей предусмотрены ремонтные размеры поршней, расточку производят до ближайшего ремонтного размера, оставив припуск на хонингование 0,1-0,2 мм.

Хонингование втулок производят на вертикальных хонинговальных станках, а если их нет – на вертикально-сверлильных станках, у которых возвратно-поступательное движение осуществляется вручную. Абразивные бруски закрепляют в специальной хонинговальной головке. Головка шарнирно соединяется со шпинделем станка и получает от него вращательное и возвратно-поступательное движение (рис. 11).

Зернистость абразивных брусков при предварительном хонинговании 120-280, а при окончательном – 300-400. Твердость брусков выбирают в зависимости от твердости обрабатываемой втулки. Центрирование втулки осуществляется непосредственно самой хонинговальной головкой. Риски располагаются под углом 60° (рис. 12).

Рис. 11. Устройство хонингования цилиндровой втулки
Fig. 11. The cylinder bore honing machine

Рис. 12. Цилиндровая втулка после хонингования
Fig. 12. The cylinder bore honed

Хонингование ведут при непрерывной и обильной подаче внутрь цилиндров охлаждающей жидкости, которая охлаждает деталь и смывает стружку. При износе и недопустимой коррозии посадочных поясков втулки шлифуют под ремонтный размер, наращивают слой металла железнением или хромированием, а затем шлифуют под номинальный размер. При восстановлении втулок, идущих в запас, наружный диаметр всех посадочных поясков наращивают на 1,5-2 мм с тем, чтобы после выпрессовки старой втулки и исправления посадочных отверстий в блоке окончательно обработать пояски с учетом нужного зазора.

Ремонт составных поршней СОД. Большинство конструктивных решений СОД включает алюминиевые поршни с литыми чугунными или из другого материала вставками типа «*ALFIN*» под одно иди два верхних кольца (тандемные вставки) или составные поршни со стальными головками и алюминиевыми юбками. Восстановление стальных головок

поршней СОД и вставок типа «*ALFIN*» путем хромирования верхних и нижних торцев в основном аналогично восстановлению головок поршней МОД. В случаях когда конструкцией поршня хромовые покрытия уже предусмотрены в соответствии с начальными техническими условиями, например, дизели «Зульцер» типа Z40, при восстановлении эти покрытия снимаются шлифовкой и наносятся заново по технологии фирмы DMI.

Обычно общий износ канавок головок поршней СОД составляет менее 0,8 мм. При этом восстановление производится путем нанесения слоя хрома на верхние и нижние поверхности с последующим финишным шлифованием.

После приемки и осмотра алюминиевые поршни подвергаются цветной дефектоскопии. Отверстия под поршневой палец обмеряются и дефектуются. Зона канавок подвергается предварительной механической обработке, а затем восстановлению наплавкой в среде инертного газа автоматизированным сварочным процессом *MIG*. Трещины на внешних поверхностях поршня зашлифовываются с использованием ручных инструментов, завариваются и вновь зашлифовываются.

На рис. 13-15 показаны операции восстановления головки поршня: наплавка, протачивание, защита поверхности и гальваническая обработка головки поршня.

Рис. 13. Наплавка головки поршня
Fig. 13. Piston crown building-up

Рис. 14. Протачивание головки поршня
Fig. 14. Turning down of a piston crown

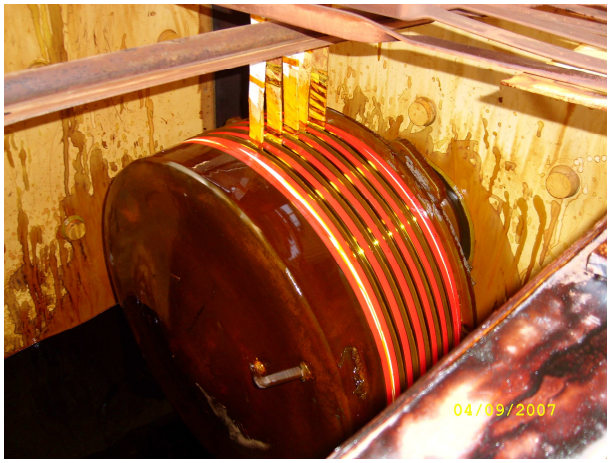


Рис. 15. Гальваническая обработка головки поршня
Fig. 15. Piston crown electroplating

Для проверки герметичности прилегания головки поршня к юбке поршень опускают в контейнер с дизельным топливом и в полость охлаждения подают сжатый воздух (рис. 16). Отсутствие пузырьков свидетельствует о герметичности соединения.

Статическая балансировка дисков и роторов. Статическая балансировка – процесс совмещения центра тяжести детали с ее геометрической осью вращения. Определяется и уменьшается главный вектор дисбалансов ротора, характеризующий его статическую неуравновешенность. Дисбаланс – векторная величина, равная произведению неуравновешенной массы на ее эксцентриситет. Дисбаланс полностью определяется значением и углом. Устройство для статической балансировки турбины показано на рис. 17.

Рис. 16. Испытание герметичности поршня
Fig. 16. Piston tightness test

Рис. 17. Статическая балансировка турбины
Fig. 17. Static balancing of the turbine

Динамическая балансировка – это балансировка, при которой определяются и уменьшаются дисбалансы ротора, характеризующие его динамическую неуравновешенность.

При динамической балансировке все массы ротора приводятся к двум массам, лежащим в одной диаметральной плоскости, но по разные стороны от оси вращения. Динамическую неуравновешенность можно определить только по центробежным силам, возникающим при вращении детали с достаточной скоростью. Качество динамической балансировки оценивается величиной амплитуды колебаний ротора при критической частоте его вращения. Балансировка производится на специальном стенде в заводских условиях. Стенд имеет опоры маятникового или качающегося типа (рис. 18).

Рис. 18. Динамическая балансировка деталей вращения газотурбонагнетателя
Fig. 18. Dynamic balancing of turbocharger rotating parts

Выводы

Техническое вооружение китайских и корейских судоремонтных заводов постоянно совершенствуется и обновляется образцами лучших фирм-производителей. Устройства измерения оснащаются микропроцессорными аналогово-цифровыми преобразователями. Для измерения раскепа применяют электронный индикатор. То же относится к штангенциркулям, нутромерам и индикаторам часового типа с погрешностью измерений 1-5 мкм.

Технологии восстановления деталей при ремонте должны обеспечивать их низкую стоимость при повышенных показателях надежности.

Список литературы

1. Кривощеков В.Е. Восстановление изношенных деталей судовых дизелей. Обзор зарубежного опыта фирмы DMI / В.Е. Кривощеков, В.И. Фадеев. – М.: Транспорт, 1994. – 33 с.

2. Маницын В.В. Технология ремонта судов рыбопромыслового флота. – М.: Колос, 2009. – 536 с.

3. Маницын В.В., Чайка. В.Д. Техническое обслуживание и устранение дефектов дизелей судовым экипажем: справ. пособие. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 1999. – 321 с.

Сведения об авторе: Юрий Алексеевич Корнейчук, кандидат технических наук, доцент, e-mail: korneych@mail.ru.

УДК 621.431.74.016

Б.И. Руднев, О.В. Повалихина
Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

РАДИАЦИОННЫЙ ТЕПЛООБМЕН В КАМЕРЕ СГОРАНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Проанализированы особенности процесса радиационного теплообмена в камере сгорания дизельного двигателя и предложены зависимости для определения его энергетических характеристик на стадии проектирования.

Ключевые слова: *дизельный двигатель, камера сгорания, температура пламени, степень черноты пламени.*

B.I. Rudnev, O.V. Povalikhina

RADIATIVE HEAT TRANSFER IN DIESEL ENGINE COMBUSTION CHAMBER AND DEFINITION OF THE ENERGY PARAMETERS

Radiative heat transfer in diesel engine combustion chamber analyzed and formulaes when designing of period are given.

Key words: *diesel engine, combustion chamber, temperature of flame, degree of flame blackness.*

Исследования радиационного теплообмена в настоящее время характеризуются использованием совершенных математических моделей [1, 2, 3] и сложной измерительной аппаратуры [4, 5]. В основе математических моделей лежит зональный метод расчета радиационного теплообмена в различных энергетических установках и его модификации применительно к камере сгорания дизелей. В отношении условий применения зонального метода для расчета локальных радиационных тепловых потоков в камере сгорания дизелей считаем необходимым отметить следующее. Известно, что процесс сгорания в цилиндре дизеля носит турбулентный характер, т.е. рабочее тело участвует в течении с наличием химических реакций (в данном случае экзотермических). Д.Б. Сполдинг [6] отмечает, что в этом случае возникают дополнительные сложности: если требуется предсказать поведение пламени (а иначе едва ли можно рассчитывать интенсивность теплообмена), необходимо решать дифференциальные уравнения, по крайней мере, для некоторых конкретных компонентов.

Существует один случай, когда можно получить вполне удовлетворительные результаты, решая всего одно дополнительное уравнение для концентрации какого-либо химически нейтрального компонента (например, азота) или для массовой доли какого-либо химического элемента (независимо от того, в каких соединениях он связан), топлива (независимо от того, прореагировало оно или нет). В этом случае топливо вводится отдельным от окислителя потоком; реагирующая способность топлива такова, что оно сгорает сразу же, как приходит в контакт с окислителем; течение является полностью турбулентным. Такой случай обычно реализуется в топках и другом нагревательном оборудовании, и он сравнительно легко поддается расчету, поскольку имеется всего одно дополнительное дифференциальное уравнение, которое к тому же не имеет источникового члена. Однако большинство химических реакций протекает в виде последовательности промежуточных стадий, поэтому полное описание может включать расчет концентраций нескольких десятков ком-

понентов [7]. Хотя, как указывает Д.Б. Сполдинг [6], данные о константах скоростей реакций, в которых участвуют эти компоненты, никогда не бывают настолько точными или полными, как хотелось бы, в последние годы в химической кинетике был достигнут столь значительный прогресс, что неполнота информации о константах редко является главной причиной неудовлетворительных результатов расчетов [7].

В случае когда течение является ламинарным, имеющиеся численные методы позволяют описывать поведение пламени, хотя часто ценой значительных затрат (требуется решать много уравнений, а для узких зон реакций использовать малый шаг разбиения). Для турбулентного течения, поскольку объединение теорий химической кинетики и турбулентности вызывает ряд затруднений, в настоящее время нет достаточно общих методов описания таких процессов [8].

Помимо рассмотренных выше положений необходимо также учитывать, что в процессе сгорания топлива в цилиндре дизеля образуется светящееся сажистое пламя. Основную роль в передаче теплоты от пламени играет излучение. Поэтому, следуя Д.Б. Сполдингу [6], кратко рассмотрим вопрос о том, какие имеются возможности для включения учета излучения в методы численного решения задачи о локальном радиационно-конвективном теплообмене в камере сгорания дизеля.

В принципе, конечно, возможно применение зонального метода, однако на практике, когда приходится иметь дело с сильными неоднородностями распределений температуры и концентрации, характерными для камеры сгорания, применение этого метода оказывается чрезвычайно дорогостоящим. Поэтому данный метод совместно с решением уравнений гидродинамики используется редко. Хотя в последнее время отечественными исследователями в этой области предложен ряд оригинальных расчетных методик [9]. К сожалению, они разработаны применительно к топкам паровых котлов и металлургическим печам, и применение их для расчетов процессов теплообмена в камере сгорания дизелей из-за резкого отличия в условиях горения топлива вызывает большие трудности.

Следует также обратить внимание еще на одно обстоятельство, связанное с численной реализацией на ЭВМ математических моделей, в которых учитываются течения рабочего тела и излучение пламени. Оно, по мнению Д.Б. Сполдинга [6], состоит в следующем.

В то время как конечно-разностные уравнения для температуры, концентрации и скорости находятся в полном соответствии (при достаточно малом шаге разбиения) с исходными дифференциальными уравнениями, для излучения же этого нельзя добиться никаким выбором шага. Дело в том, что во всех имеющихся вариантах метода потоков идеализируется угловое распределение излучения. Считается, что излучение имеет характер пучков лучей, перпендикулярных поверхностям ячеек. Такое представление, существенное для возможности численного решения, игнорирует важное свойство реального излучения, а именно: излучение распространяется под различными углами к поверхности ячеек. До сих пор еще не найдено надежного способа разрешения этой трудности, достаточно простого для практического использования. С этой точки зрения задачу о переносе излучения можно решить лишь приближенно.

Следует, однако, отметить, что указанное математическое затруднение является не единственным препятствием для точного расчета излучения пламени (особенно в камере сгорания дизеля), поскольку требует знания его локальных радиационных характеристик. Надо указать также, что часто основную роль в теплообмене играет излучение присутствующих в пламени частиц сажи, а кинетика сажеобразования является одной из наименее изученных областей химической кинетики [7].

В общем случае, как указывает Труелав [6], потоки, которые входят в уравнение теплового баланса, вычисляются по расходу через границы зоны и по удельной энтальпии ра-

бочего тела при температуре в зоне. Расход рабочего тела и модель горения должны быть определены заранее. Этого можно добиться одним из трех способов: с помощью физических представлений, простых математических моделей для описания турбулентного пламени или подробных математических моделей на основе уравнений сохранения энергии, массы, импульса и баланса частиц. Дальнейшее развитие зонального метода как весьма полезного инструмента для расчета потока во многом зависит от прогресса в определении структуры потока и пламени в топках и камерах сгорания по их производительности и расчетным параметрам.

Помимо этого при расчете теплообмена в камере сгорания дизеля с помощью зонального метода следует учитывать и ряд других важных особенностей. В частности, высокотемпературные зоны пламени (или очагов сгорания топлива) имеют относительно малый объем и, следовательно, представляют собой не очень эффективный излучатель, а также окружены продуктами сгорания со значительно более низкой температурой. Поэтому, чтобы правильно учесть в зональном методе локальное излучение от сажи в пламени, ее локальная концентрация и радиационные свойства должны быть известны.

В научно-технической литературе опубликован ряд экспериментальных и расчетных данных по температуре пламени и концентрации частиц сажи в камере сгорания дизельного двигателя, анализ этих работ приведен в [3]. В то же время на стадии проектирования новых дизельных двигателей с повышенными параметрами рабочего процесса определение упомянутых выше величин, относящихся к энергетическим характеристикам процесса излучения, вызывает значительные трудности.

Поэтому возникла необходимость иметь зависимость, с помощью которой можно было бы определить интегральную степень черноты пламени, исходя лишь из параметров рабочего процесса. Последние могут быть найдены по расчетной индикаторной диаграмме.

Для интегральной степени черноты

$$\varepsilon = 1 - \exp(-\tau). \tag{1}$$

В выражении (1) величина τ имеет смысл интегральной оптической толщины пламени. Так как ε определена по [3], то из (1) имеем

$$\tau = -\ln(1-\varepsilon). \tag{2}$$

График функции $\tau = f(\varphi)$ для режима $P_{me} = 0{,}61$ МПа и $n = 1700$ мин$^{-1}$ представлен на рис. 1. Проведенный расчетный анализ изменения по углу поворота коленчатого вала давления рабочего тела в камере сгорания, его температуры, найденной из индикаторной диаграммы, эффективной длины пути луча, температуры пламени и концентрации частиц сажи во всем диапазоне изменения нагрузок позволил установить, что функция $\tau = f(\varphi)$ с достаточной точностью (8÷10 %) аппроксимируется выражением

$$\tau = \psi P_\infty T_\infty L \ , \tag{3}$$

где ψ – эмпирический коэффициент.

В результате обработки экспериментальных данных по испытаниям дизеля 8ЧН 13/14 установлено, что значение ψ составляет $1{,}24 \cdot 10^{-4}$. Функция $\tau = \psi P_\infty T_\infty L$ показана в срав-

нении с $\tau = -\ln(1-\varepsilon)$ на рис. 1, а соответствующее ей значение ε – на рис. 2. Таким образом, для оценки потерь теплоты рабочего цикла интегральная степень черноты пламени может быть определена по зависимости

$$\varepsilon = 1 - \exp(-\psi P_\infty T_\infty L). \quad (4)$$

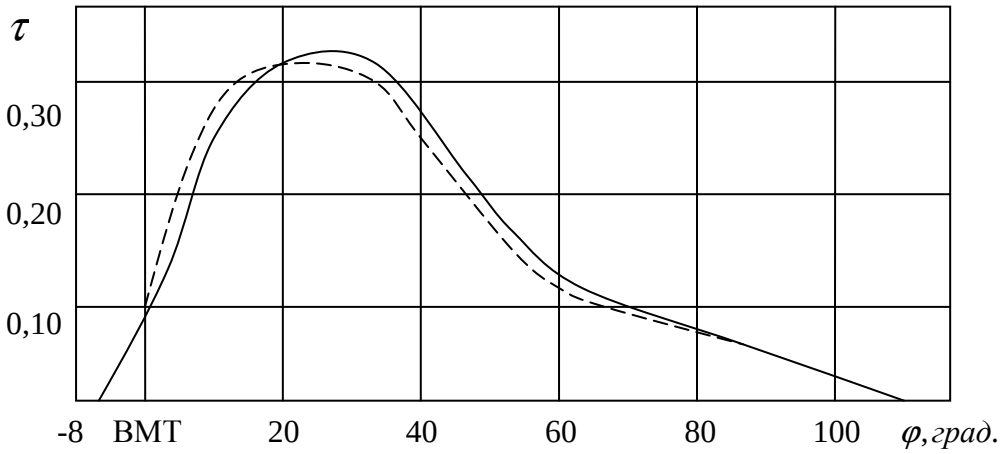


Рис. 1. Изменение оптической толщины пламени, дизель 8 ЧН 13/14:
P_{me} = 0,61 МПа; n = 1700 мин$^{-1}$: 1 – τ = -ln(1 – ε); 2 – τ = $\psi P_\infty T_\infty L$
Fig. 1. Variation opticianal of thick of flame, diesel 8 ChN 13/14:
P_{me} = 0,61 MPa; n = 1700 min^{-1}: 1 – τ = -ln(1 – ε); 2 – τ = $\psi P_\infty T_\infty L$

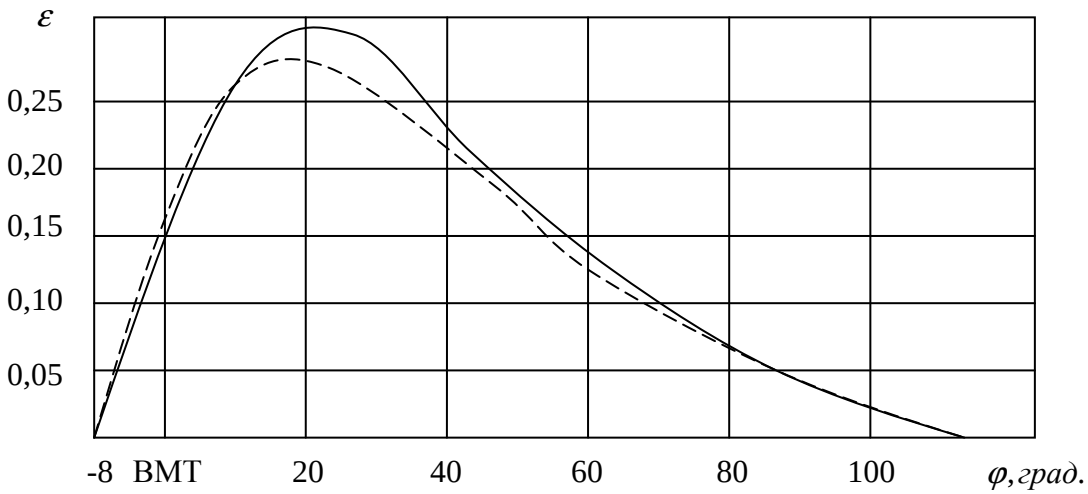


Рис. 2. Сравнение значений интегральной степени черноты пламени для дизеля 8 ЧН 13/14:
- - - – ε = 1 – exp (-$\psi P_\infty T_\infty L$)
Fig. 2. Comparison data integral degree of blackness of flame for diesel 8 ChN 13/14:
- - - – ε = 1 – exp (-$\psi P_\infty T_\infty L$)

Для определения температуры пламени на стадии проектирования двигателей можно воспользоваться зависимостью, предложенной в [10].

$$F = T_n \Big/ T_\infty = B + A\exp\left(-\left[\frac{2{,}4}{\varphi_n}(\varphi_i - \varphi_n)\right]^2\right), \qquad (5)$$

где $A = 2(P_{mi}/P_{mi\text{м}})^{0,5} \cdot (C_m/C_{m\text{н}})^{0,5}$ – коэффициент, зависящий от типа двигателя и режима работы; T_n и T_∞ – температура пламени в камере сгорания и температура рабочего тела, найденная по индикаторной диаграмме; $\varphi_n = 5{,}5\varphi_{2\max}(b_e/b_{e\text{м}})^{0,333}$ – функция, определяющая продолжительность процесса активного сгорания; $\varphi_{2\max}$ – угол поворота коленчатого вала двигателя от начала «видимого» сгорания до момента достижения второго максимума скорости тепловыделения $(dx/d\varphi)_{\max_2}$; φ_i – текущий угол поворота коленчатого вала, отсчитываемый от начала «видимого» сгорания; P_{mi}, b_e, C_m – соответственно среднее индикаторное давление, цикловая подача топлива, средняя скорость поршня; $P_{mi\text{м}}, b_{e\text{м}}$ – то же самое для режима максимального крутящего момента; C_m – средняя скорость поршня для режима номинальной мощности; $B = 1{,}2\alpha^{0,3}$ – коэффициент, учитывающий величину начального превышения температуры пламени над температурой рабочего тела; α – суммарный коэффициент избытка воздуха.

Заметим, что значения коэффициента B можно определить и расчетным путем, воспользовавшись рекомендациями работы [10].

Учитывая значения параметров, входящих в (5), окончательное выражение для температуры пламени можно записать в следующем виде:

$$F = 1{,}2\alpha^{0,3} + 2(P_{mi}/P_{mi\text{м}})^{0,5} \cdot (C_m/C_{m\text{н}})^{0,5} \times$$
$$\times \exp\left(-\left[\frac{2{,}4\left[\varphi_i - 5{,}5\varphi_{2\max}(b_e/b_{e\text{м}})^{0,333}\right]}{5{,}5\varphi_{2\max}(b_e/b_{e\text{м}})^{0,333}}\right]^2\right). \qquad (6)$$

Отметим, что зависимости (4) и (6) могут быть использованы для оценки энергетических характеристик радиационного теплообмена в камере сгорания дизельных двигателей на стадии проектирования.

Проведенный краткий анализ расчетных и экспериментальных исследований локального радиационно-конвективного теплообмена в камере сгорания дизелей позволил сделать следующие основные выводы:

1. Несмотря на многочисленность работ по исследованию различных аспектов процесса теплообмена в дизелях, процесс локального радиационно-конвективного теплообмена между рабочим телом и стенками камеры сгорания по-прежнему остается наименее изученным и разработанным в теории двигателей внутреннего сгорания. Это объясняется прежде всего исключительной сложностью самого процесса, обусловленной рядом специфических особенностей, которые имеют место в камере сгорания дизельных двигателей, и большими трудностями его экспериментального и расчетного исследования.

2. Современные экспериментальные и расчетные исследования показывают значительную роль радиационного теплообмена в дизелях. В то же время достаточно хорошо развитый в теплофизике зональный метод расчета локальных потоков излучения еще не нашел должного распространения в практике исследований этого вида переноса теплоты в дизельных двигателях. Требуется провести ряд уточнений в зональном методе расчета локальных потоков излучения, учитывающих специфику процессов сгорания и теплообмена в дизелях.

3. Предложенный авторами метод расчета интегральной степени черноты дизельного пламени позволяет уже на стадии проектирования новых двигателей оценить энергетические характеристики излучения при использовании зонального метода.

Список литературы

1. Зарубин В.С. Математические модели механики и электродинамики сплошной среды / В.С. Зарубин, Г.Н. Кувыркин. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 512 с.

2. Modest, M.F. Radiative Heat Transfer / M.F. Modest. – New York: Academic Press, 2003. – 822 p.

3. Руднев Б.И. Процессы локального теплообмена в камере сгорания дизелей / Б.И. Руднев. – Владивосток: Дальнаука, 2000. – 221с.

4. Kawamura K. Measurement of flame temperature distribution in engines by using a two-color high speed shutter: TV camera system / K. Kawamura, A. Saito, T. Vaegashi [et al] // SAE Preprints. – 1989. – № 890320. – 8 p.

5. Митяков В.Ю. Градиентные датчики теплового потока в теплотехническом эксперименте / В.Ю. Митяков, А.В. Митяков, С.З. Сапожников. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2007. – 203 с.

6. Справочник по теплообменникам: в 2 т. / пер. с англ.; под ред. Б.С. Петухова, В.К. Шикова. – М.: Энергоиздат, 1987. – Т. 1. – 560 с.

7. Химия горения / пер. с англ.; под ред. У. Гардинера (мл.). – М.: Мир, 1988. – 464с.

8. Ши Д. Численные методы в задачах теплообмена / Д. Ши. – М.: Мир, 1988. – 544с.

9. Блох А.Г. Теплообмен излучением: справ. / А.Г. Блох, Ю.А. Журавлев, Л.Н. Рыжков. – М.: Энергоатомиздат, 191. – 432 с.

10. Дьяченко Н.Х. Исследование температуры и излучательной способности турбулентного сажистого пламени в циклических процессов сгорания / Н.Х. Дьяченко, С.А. Батурин, В.Н. Ложкин. – Тр. ЛПИ. – 1977. – № 358. – С. 96-100.

Сведения об авторах: Руднев Борис Иванович, доктор технических наук, профессор;
Повалихина Ольга Владимировна, доцент, e-mail: povalichina@mail.ru.

ТЕХНОЛОГИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

УДК 664

Ф.Б. Волотка, В.Д. Богданов
Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, Владивосток,ул. Луговая, 52б

ПИЩЕВАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЙ КРАСНОПЕРКИ И КЕФАЛИ-ЛОБАНА В ЗАЛИВЕ ПЕТРА ВЕЛИКОГО

Проведена оценка безопасности сырья объектов прибрежного рыболовства: дальневосточной красноперки (Tribolodon brandtii) и кефали-лобана (Mugil cephalus), выловленных в зал. Петра Великого, которые полностью соответствуют значениям, установленным нормативными документами.

***Ключевые слова**: дальневосточная красноперка, угай, Tribolodon brandtii, кефаль-лобан, Mugil cephalus, сырец, безопасность, токсичность, микробиология, промысел.*

F.B. Volotka, V.D. Bogdanov

FOOD SAFETY THE FAR EAST REDEYE AND MULLET IN THE GULF OF PETER THE GREAT

The evaluation of the security facilities of coastal fisheries resources: the Far Eastern rudd (Tribolodon brandtii) and gray mullet (Mugil cephalus) caught in the Gulf of Peter the Great, which fully comply with the values set by regulations.

***Key words**: Far rudd, Ugai, Tribolodon brandtii, mullet, striped mullet, Mugil cephalus, raw, safety, toxicity, microbiology, fishery.*

Обеспечение населения широким ассортиментом высококачественной и безопасной продукцией из водных биоресурсов является стратегической задачей рыбной отрасли России [4].

Пищевая безопасность – это состояние обоснованной уверенности в том, что отсутствует недопустимый риск, связанный с причинением вреда жизни и здоровью граждан при обычных условиях использования пищевых продуктов. Обеспечение безопасности продовольственного сырья и продуктов питания является одним из основных факторов, определяющих здоровье людей и сохранение генофонда [10].

Проблема обеспечения населения Земли качественными и безопасными продуктами стала особенно актуальной в современном мире в связи с последствиями загрязнения окружающей среды и применения химических удобрений [2]. В настоящее время важно исследование рыбы, добытой в Японском море, что связано с событиями, произошедшими в марте 2011 г. в Японском городе Фукусима, когда в море при охлаждении атомного реактора сбросили радиоактивную воду.

В связи с этим целью проведенных исследований являлось исследование показателей безопасности дальневосточной красноперки и кефали-лобана в зал. Петра Великого. Доля поступления в зал. Петра Великого тяжелых металлов, нефтеуглеводородов (НУ) и фенолов относительно невелика, но высокая токсичность и периодическое превышение содержания в воде ПДК, принятых в РФ [11], обусловливают актуальность изучения их воздействия на водно-биологические ресурсы и, в частности, дальневосточную красноперку и кефаль-лобана как перспективных объектов прибрежного рыболовства [3].

Объектами исследования являлись дальневосточная красноперка, или мелкочешуйный угай (*Tribolodon brandtii*), и кефаль-лобан (*Mugil cephalus*), выловленные в зал. Петра Великого в период с июня по декабрь 2011 г.

Дальневосточные красноперки наряду с такими рыбами, как пиленгас, кефаль-лобан являются массовыми видами ихтиофауны прибрежных вод Дальнего Востока [7].

Дальневосточная красноперка – полупроходной вид. В водах Приморья распространен повсеместно как в южных районах, так и на севере. Встречается также в Сахалино-Курильских водах и у берегов Японии, Кореи и Китая. Важная промысловая рыба и объект любительского лова. Улов реализуется преимущественно в свежем виде.

*Кефаль-лобан – м*орской эвригалинный вид, переносящий значительные колебания солености. Широко распространен вдоль берегов Приморья и далее на север до Татарского пролива и лимана Амура. Обычен в прибрежных водах Юго-Восточной Азии, Индийского и Атлантического океанов. Ценная промысловая рыба. Образует значительные скопления, нередко вместе с пиленгасом, во время зимовки и нагула. Лобан является объектом спортивного и любительского рыболовства. Может рассматриваться как перспективный объект лагунного товарного выращивания в Южном Приморье [9].

Для определения микробиологических показателей использовали охлажденную рыбу, соответствующую по качеству требованиям действующих нормативных документов ГОСТ 814-96 «Рыба охлажденная. Технические условия», и свежую рыбу, которую разделывали на филе, измельчали на мясорубке с диаметром отверстий решетки 3 мм. Полученый фарш исследовали соответствующими методами.

Определение микробиологических показателей, отбор проб и обработку результатов микробиологических анализов проводили стандартными методами по ГОСТ Р 52816-2007, ГОСТ Р 52815-2007, ГОСТ 10444.12-94, ГОСТ Р 52814-2007, ГОСТ 10444.15-94 на соответствие требованиям СанПиН 2.3.2. 1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов» [12], СанПиН 2.3.2. 1280-03.

Свежевыловленную рыбу оценивали по шести микробиологическим показателям: количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных бактерий (КМАФАнМ, КОЕ/г), наличие группы бактерий кишечных палочек (БГКП), золотистого стафилококка (Staphylococcus aureus), парагемолитического вибриона (*Vibrio parahaemolyticus*), сальмонеллы *(Salmonella sp.*) и листерии (*Listeria monocytogenes*).

Определение показателей безопасности, отбор проб и обработку результатов анализов проводили стандартными методами по ГОСТ Р 51301-99, ГОСТ Р 51962-02, МУ 5178-90, МУ №4120-86, МУК 4.111023-01, МУК 4.41.011-93.

Обеспечение безопасности продуктов питания должно начинаться с заготовки сырья, использования качественных компонентов и создания технологических процессов, гарантирующих производство готовой продукции с требуемыми показателями. Как правило, контроль качества проводится при приеме сырья, компонентов и готовой продукции лабораториями предприятия и контролирующими данное предприятие санитарно-эпидемиологическими службами.

Основным источником загрязнения пресных и прибрежных водоемов являются сточные воды. Поэтому прибрежные рыбы могут являться носителями патогенной для человека микрофлоры – бактерий кишечной палочки, фекальных стрептококков, протея, сальмонелл, энтеротоксигенных штаммов стафилококков, микромицетов и т.д. Причем *Salmonella* длительное время сохраняется в организмах пресноводных рыб и в водной среде. При хранении и транспортировании рыбы возможно контаминация сальмонеллами от одной рыбы к другим [14].

Немаловажное значение имеет определение *V.parahaemolyticus*, который широко распространен в морских водоемах, а предотвратить контаминацию сырья этим микроорганизмом очень трудно [8]. Так, при отравлении в штате Мериленд (США) пострадало около 320 человек, а возбудитель был выделен из мяса крабов [15].

Объекты прибрежного промысла являются очень неблагополучными в микробиологическом отношении, так как в прибрежные морские экосистемы постоянно поступают загрязнения в результате сброса промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод, результатом чего является накопление различного рода микроорганизмов в воде, грунте и промысловых объектах [5].

Результаты микробиологических исследований образцов по показателям безопасности дальневосточной красноперки и кефали-лобана (рыбы-сырца и охлажденной рыбы) представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Микробиологические показатели безопасности дальневосточной красноперки и кефали-лобана (рыба-сырец)

Table 1

Microbiological safety of the Far East rudd and striped mullet (fish raw)

Наименование показателей	Нормативное значение	Фактическое значение		НД на методы испытаний
		Дальневосточная красноперка	Кефаль-лобан	
Микробиологические показатели:				
КМАФАнМ, КОЕ/г,	Не более $5\cdot10^4$	$3{,}8\cdot10^3$	$2{,}9\cdot10^3$	ГОСТ 10444.15-94
БГКП (колиформы) в 0,001 г	Не допускается	Не обнаружено		ГОСТ Р 52816-07
S. aureus в 0,01 г	Не допускается	Не обнаружено		ГОСТ Р 52815-07
L.monocytogenes в 25 г	Не допускается	Не обнаружено		ГОСТ Р 51921-02
Патогенные, в том числе сальмонеллы в 25 г	Не допускается	Не обнаружено		ГОСТ Р 52814-07
V.parahaemolyticus, КОЕ/г	Не более 100	10		МУК 4.22046-06

Таблица 2

Микробиологические показатели безопасности дальневосточной красноперки и кефали-лобана (рыба охлажденная)

Table 2

Microbiological safety of the Far East rudd and striped mullet (the fish chilled)

Наименование показателей	Нормативное значение	Фактическое значение		НД на методы испытаний
		Дальневосточная красноперка	Кефаль-лобан	
Микробиологические показатели:				
КМАФАнМ, КОЕ/г,	Не более $1\cdot10^5$	$4{,}6\cdot10^4$	$1{,}4\cdot10^4$	ГОСТ 10444.15-94
БГКП (колиформы) в 0,001 г	Не допускается	Не обнаружено		ГОСТ Р 52816-07
S. aureus в 0,01 г	Не допускается	Не обнаружено		ГОСТ Р 52815-07
L.monocytogenes в 25 г	Не допускается	Не обнаружено		ГОСТ Р 51921-02
Патогенные, в том числе сальмонеллы в 25 г	Не допускается	Не обнаружено		ГОСТ Р 52814-07
V.parahaemolyticus, КОЕ/г	Не более 100	10		МУК 4.22046-06

В результате проведенных санитарно-микробиологических исследований дальневосточной красноперки и кефали-лобана регламентируемые группы микроорганизмов, такие как золотистый стафилококк, бактерий группы кишечных палочек, сальмонеллы и листе-

рии обнаружены не были. Количество групп мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных бактерий и парагемолитического вибриона были обнаружены в значениях, не превышающих нормативные показатели. Стоит отметить, что по показателю КМАФАнМ дальневосточная красноперка содержит несколько большее количество бактерий (как в охлажденной рыбе, так и в сырце), чем кефаль-лобан.

Значительная контаминация микрофлорой обнаружена на наружных покровах жаберных крышек, в желудочно-кишечном тракте и в покровной слизистой оболочке. Но поскольку в технологии переработки данные части не используются, то особой опасности они не представляют.

Почти все тяжелые металлы в ограниченных количествах полезны для человека. Исключение составляют ртуть и кадмий, которые по современным представлениям не имеют биологических функций в организме человека. Употребление рыбы и морепродуктов, загрязненных ртутьсодержащими соединениями, вызывают отравление людей [13].

К токсическим веществам относятся хлорорганические углеводороды, объединяющие две большие группы соединений: пестициды и полихлорбифенилы (ПХБ). Пестициды представляют собой очень большую и постоянно растущую группу химических веществ, поступающих в окружающую среду. Пестициды и полихлорбифенилы хорошо растворимы в жирах, обладают высокой стойкостью к внешним воздействиям, благодаря чему легко переносятся по пищевым цепям и накапливаются в организме рыб.

Поступление пестицидов в Мировой океан, и особенно в прибрежные моря, будет происходить еще в течение нескольких десятилетий за счет ранее накопленных количеств путем вымывания их из почвы и выпадения осадков из атмосферы [13].

В организм рыб металлы поступают через систему дыхания (жабры) и пищеварения, в меньшей степени через кожные покровы. Прямой путь поступления металлов с водой и взвесью через желудочно-кишечный тракт изучен слабо, но, по мнению Н.П. Морозова и С.А. Петухова, он играет главную роль.

Накопление микроэлементов начинается с первичного (адсорбционного) концентрирования металлов (особенно из гидролизных форм) на поверхности раздела *гидробионт-среда* с последующим образованием органокомплексов в субстрате пограничных органов и тканей и включением их в физиолого-биохимические циклы [6].

Данные по исследованию дальневосточной красноперки и кефали-лобана, выловленных в зал. Петра Великого, на соответствие нормативным показателям безопасности приведены в табл. 3.

Таблица 3

Показатели безопасности дальневосточной красноперки и кефали-лобана

Table 3

The safety performance of the Far East rudd and striped mullet

Наименование показателей	Допустимые уровни, мг/кг (для радионуклеидов – Бк/кг), не более		Фактическое значение	
	Продукция общего назначения	Продукция для детского питания	Дальневосточная красноперка	Кефаль-лобан
1	2	3	4	5
Токсичные элементы				
Свинец	1,0	0,5	0,034	0,048
Мышьяк	5,0	0,5	0,026	0,031
Кадмий	0,2	0,1	Не обнаружено	
Ртуть	0,5	0,15	Не обнаружено	

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5
Нитрозамины				
Нитрозамины: Сумма НДМА и НДЭА	0,003	Не допускается 0,001	Не обнаружено	
Полихлорированные бифенилы	2,0	2,0	Не обнаружено	
Пестициды				
Гексахлорциклогексан	0,2	0,02	Не обнаружено	
ДДТ и его метоболиды	0,2	0,01	Не обнаружено	
2,4-D кислота, ее соли и эфиры	Не допускается		Не обнаружено	
Гистамин	100,0	100,0	Не обнаружено	
Радионуклиды				
Цезий-137	130	130	18,700	15,800
Стронций-90	100	100	3,727	2,622

Проведенный нами анализ исследуемых образцов мышечной ткани дальневосточной красноперки и кефали-лобана на соответствие нормативным показателям безопасности, представленный в табл. 3, показывает, что сырье отвечает требованиям безопасности по всем показателям и может направляться без ограничения для изготовления пищевых продуктов, в том числе и детского питания. В исследуемых образцах не обнаружены пестициды, нитрозамины, а также кадмий и ртуть. Из токсичных элементов в мышечной ткани определены свинец и мышьяк, но их концентрации минимальны, не превышают допустимого уровня и между исследованными видами рыб значительно не отличаются.

Выводы

Антропогенные преобразования экосистемы в зал. Петра Великого не оказывают существенного влияния на показатели безопасности дальневосточной красноперки и кефали-лобана, которые полностью соответствуют значениям, установленным нормативными документами. Данные промысловые объекты могут направляться без ограничения для производства пищевых продуктов, в том числе продуктов для детского питания.

Список литературы

1. Абрамова Л.С. Поликомпонентные продукты питания на основе рыбного сырья. – М.: Изд-во ВНИРО, 2005. – 175 с.

2. Биоорганические продукты для детского питания // Пищ. пром-сть. – 2011. – № 8. – С. 40-41.

3. Волотка Ф.Б. Дальневосточная красноперка (*Tribolodon brandtii*) и кефаль-лобан (*Mugil cephalus*) – объекты прибрежного рыболовства Приморского края // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: материалы Междунар. науч.-техн. конф.: в 2 ч. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2012. – Ч. I. – С. 311-315.

4. Ким Э.Н., Тимчук Е.Г. Оценка качества и безопасности копченой продукции из кальмара тихоокеанского // Инновационные технологии переработки продовольственного сырья: материалы Междунар. науч.-техн. конф. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2011. – С. 116-119.

5. Лаженцева Л.Ю. Микробиологическая безопасность продуктов из морских гидробионтов // Инновационные технологии переработки продовольственного сырья: материалы Междунар. науч.-техн. конф. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2011. – С. 10-12.

6. Марченко А.Л. Тяжелые металлы в массовых видах рыб из водоемов Южного Приморья: дис. … канд. техн. наук. – Владивосток, 2007. – 138с.

7. Марченко А.Л., Христофорова Н.К., Чернова Е.Н. Содержание тяжелых металлов в мышцах красноперок Южного Приморья // Изв. ТИНРО. – 2006. – Т. 146.

8. Нитяга И. М. Эмерджентные пищевые зоонозы – V.parahaemolyticus // Инновационные технологии переработки продовольственного сырья: материалы Междунар. науч.-техн. конф. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2011. – С. 439-441.

9. Новиков Н.П., Соколовский А.С., Соколовский Т.Г., Яковлев Ю.М. Рыбы Приморья: моногр. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2002. – 552 с.

10. Прокопец Ж.Г., Подволоцкая А.Б., Шардакова Ю.В. Определение безопасности и сроков хранения эмульсионных пищевых продуктов типа майонез // Новые технологии переработки сельскохозяйственного сырья в производстве продуктов общественного питания (Владивосток, 21-22 октября 2010 г.): сб. материалов Междунар. конф. с элементами научной школы для молодежи. – Владивосток: Изд-во ТГЭУ, 2010. – С. 130-137.

11. Пряжевская Т.С., Черкашин С.А. Экспериментальная оценка влияния загрязнения залива Петра Великого на ракообразных // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: материалы Междунар. науч.-техн. конф.: в 2 ч. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2012. – Ч. I. – С. 262-266.

12. СанПиН 2.3.2 1078-01. Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов: Санитарные правила и нормы. – М.: Информационно-издательский центр, 2001. – 269 с.

13. Сафронова Т.М., Дацун В.М. Сырье и материалы рыбной промышленности. – М.: Мир, 2004. – 272 с.

14. Сахарова Т. Г. Зависимость контаминации живой рыбы от санитарного состояния аквасреды // Инновационные технологии переработки продовольственного сырья: материалы Междунар. науч.-техн. конф. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2011. – С. 455-457.

15. Martinez-Urtuza J., Simental L., Velasco D. et al. Pandemic Vibrio *parahaemolyticus* O3:H2, Europe // Emerging Infect. Dis. – 2005. – Vol. 11, № 8. – P. 12-17.

Сведения об авторах: Волотка Федор Борисович, аспирант,
e-mail: volotka@bk.ru;
Богданов Валерий Дмитриевич, доктор технических наук, профессор.

УДК 664.951

Ю.В. Карпенко, В.В. Кращенко
Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЫБНЫХ СТУДНЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИНАРНОГО СТРУКТУРООБРАЗОВАТЕЛЯ

Определены основные реологические показатели рыбных кулинарных изделий типа студней: показатели эластичности и вязкости, динамическая вязкость, разрушающее усилие, напряжение при деформации и при резании, а также адгезионная способность. В качестве бинарного структурообразователя использовались желатин и хитозан в различных соотношениях.

Ключевые слова: *макрурус малоглазый, желатин, хитозан, реологические показатели, адгезия.*

Yu.V. Karpenko, V.V. Krachshenko

THE RHEOLOGICAL CHARACTERISTICS RESEARCH FISH GELLYFOOD WITH USING BINARY GELLING AGENT

The basic reological characteristics of fish cooking products type gells are identified: elasticity, viscosity, dynamic viscosity, breaking force, deformation and cutting stress, also adhesive ability. The binary gelling agent is combination of gelatine and chitosan in various rations.

Key words: *Albatrossia Pectoralis, gelatine, chitosan, reological characteristics, adhesive ability.*

Кулинарные продукты из гидробионтов занимают достаточно большую долю в общем объеме производства пищевых продуктов. Они характеризуются широким ассортиментом, хорошими органолептическими свойствами и высокой степенью готовности, за счет чего пользуются заслуженным спросом у потребителей [1].

Для проектирования состава продуктов с заданной пищевой и биологической ценностью, в том числе и кулинарных, одним из важных показателей качества является консистенция, которую объективно характеризуют структурно-механические характеристики, имеющие хорошую корреляцию с органолептической оценкой.

Практика сенсорного контроля консистенции полуфабрикатов или продуктов, полученных из гидробионтов, принятая в настоящее время, не обеспечивает объективности проводимых оценок. Субъективность и недостаточная точность сенсорных методов контроля консистенции рыбных продуктов послужили причиной создания многообразных инструментальных методов для ее оценки.

В настоящее время накоплен достаточно большой материал, свидетельствующий о том, что реологические методы являются объективными и чувствительными для оценки качества продуктов, в том числе желированных.

Характерными структурно-механическими характеристиками для желированных продуктов, описывающих формирование объемной структуры геля, являются вязкость прочность, упругость и эластичность [6].

В связи с этим целью данной работы является определение реологических характеристик кулинарных изделий типа студней из измельченной мышечной ткани макруруса.

Объектами исследования являлись модельные образцы, состоящие из измельченной мышечной ткани макруруса малоглазого (*Albatrossia Pectoralis)* и бинарного структурообразователя, представленного желатином пищевой марки П-11 (в количестве 2 % от массы сырья) и хитозаном молекулярной массой 588 кДа (в виде 2%-го раствора в 1%-й уксусной

кислоте) в различных соотношениях. В качестве контроля использовали измельченную ткань макруруса с добавлением желатина в той же концентрации.

Для проведения исследований экспериментальные образцы готовили следующим образом: макрурус размораживали до температуры минус 5 °С, разделывали на филе, предварительно грубо измельчали, куттеровали 15±2 мин при скорости вращения ножей 3000 об/мин. В процессе куттерования вносили соль поваренную пищевую, подготовленный 2%-й раствор хитозана и желатин в сухом виде. Затем образцы термически обрабатывали 25-30 мин до температуры теплопередающей среды 75 °С (до температуры в центре батона 72 °С), охлаждали барботированием и направляли на желирование в холодильную камеру при температуре 4±2 °С.

Реологические показатели определяли следующим образом: модуль сохранения (модуль эластичности) G' и модуль потерь (модуль вязкости) G'' – с использованием прибора Rheolograph Sol – 535 (Toyo Seki Ltd) [2]; динамическую вязкость (η, Па·с) рассчитывали по формуле

$$\eta = G'' / 2 \cdot \pi \cdot 3, \quad (1)$$

где π = 3,14; 3 – частота колебания ножа, Гц.

Исследуемые образцы помещали в половинки кюветы таким образом, чтобы они были полностью заполнены (без верха), кюветы аккуратно соединяли, закрепляли и помещали в прободержатель. Опускали плунжер в пробу до 5-7 мин с целью релаксации напряжения, возникающего в образце. Затем фиксировали показания прибора.

При исследовании образцов применяют деформирование (или нагружение) исследуемого образца колебательному, гармоничному режиму, когда деформация и напряжение изменяются синусоидально. При этом амплитуда, т.е. величина деформации, должна быть так мала, чтобы не изменялась структура образца. При этом определяют энергию, запасаемую в образце и обратно отдаваемую им в каждом полуцикле. Мерой этой энергии служит модуль накопления упругой деформации (или модуль сохранения G'). Одновременно определяют сопротивление образца деформированию, что характеризуется модулем потерь (модуль вязкости G'') [3].

Разрушающее усилие, напряжение при деформации (прочность) определяли на приборе Fudon Rheo Meter (Rheotech Co., Ltd, Япония). В качестве индентора использовали плунжер в форме круга для определения прочности, а также плунжер-нож для определения разрушающего усилия на резание и напряжение при деформации при резании. Для испытания на прочность образца диаметр плунжера определяли опытным путем, чтобы был стабильный сигнал и индентор не проникал сквозь продукт. Скорость движения прободержателя выбирали при помощи переключателя скорости. Глубину погружения индентора задали 10 мм.

Прочность (Па) рассчитывали по формуле

$$\Theta = P / S, \quad (2)$$

где P – нагрузка, Н; S – площадь, м^2 [4].

Кроме того, определяли поверхностное свойство полученных рыбных студней – липкость – усилие, приходящееся на единицу площади поверхности, при котором происходит смешанный адгезионно-когезионный отрыв. Индентором в данном случае служила пластина-круг.

Ранее установлено, что с увеличением концентрации хитозана в системе в ряде $1{,}3 \cdot 10^{-2}$ % мас., $2{,}6 \cdot 10^{-2}$ % мас., $4 \cdot 10^{-2}$ % мас., $8 \cdot 10^{-2}$ % мас., $3{,}2 \cdot 10^{-1}$ % мас. прямо пропорционально увеличивается температура плавления полученных гелей, а также их «время

таяния» при комнатной температуре. Органолептическая оценка показала, что использование раствора хитозана в данных концентрациях в составе бинарного структурообразователя способствует образованию плотного упругого геля [5].

В результате исследования определена зависимость динамической вязкости η опытных образцов, содержащих бинарный структурообразователь и измельченную мышечную ткань рыбы, от содержания хитозана (рис. 1). Следует отметить, что при концентрации полисахарида $4 \cdot 10^{-2}$ % мас. (образец № 2) значения реологических показателей минимальны, что, вероятно, связано с недостаточным количеством хитозана в системе. При последующем увеличении содержания хитозана в образцах происходит резкое увеличение значений исследуемых показателей.

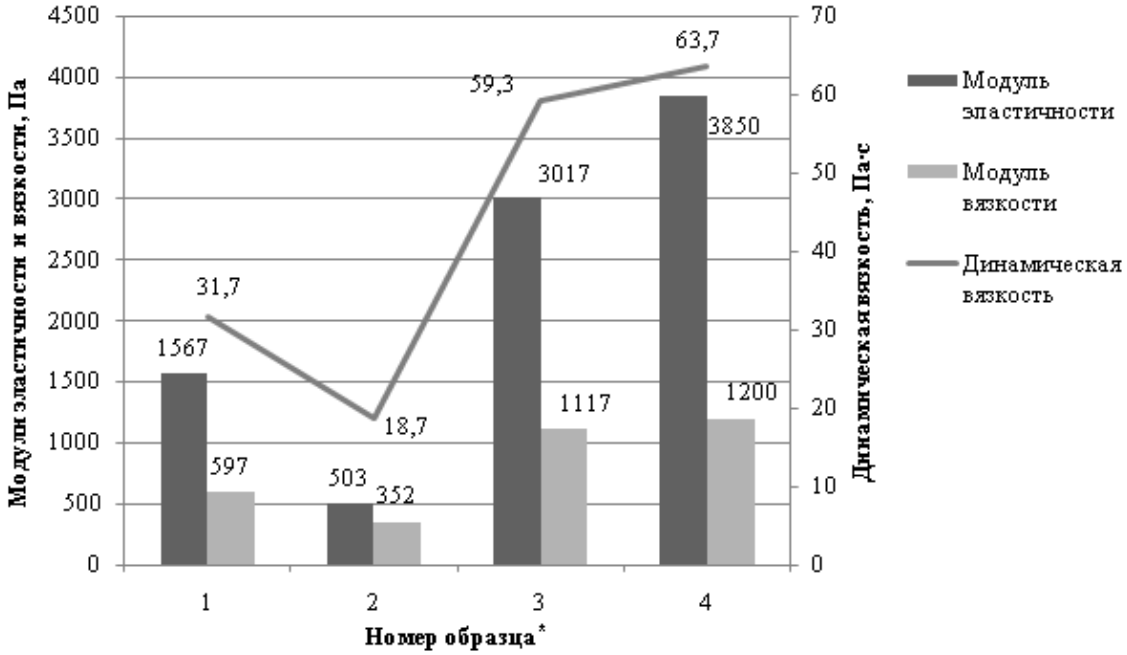


Рис. 1. Влияние концентрации хитозана в образцах на показатели вязкости и эластичности:
№ 1 – контрольный; № 2 – соотношение хитозан : желатин – 1 : 2; № 3 – 1 : 1; № 4 – 2 : 1
Fig. 1. Effect of chitosan concentration in samples on the performance of viscosity and elasticity:
№ 1 – control; № 2 – chitosan : gelatin ratio 1 : 2; № 3 – 1 : 1; № 4 – 2 : 1

Немаловажным реологическим показателем является напряжение при деформации, определяющее прочность изделия и сопутствующее ему разрушающее усилие. Результаты исследования приведены в таблице.

Разрушающее усилие и напряжение при деформации
The breaking force, deformation and cutting stress

Номер образца	Разрушающее усилие P, $Н \cdot 10^{-3}$	Напряжение при деформации Θ, г/см^2 (Па)	Разрушающее усилие на резание P, $Н \cdot 10^{-3}$	Напряжение при деформации при резании Θ, г/см^2 (Па)
1	773	100 (9822)	160	16 (1602)
2	487	63 (6207)	353	36 (3532)
3	785	102 (9997)	614	63 (6138)
4	353	46 (4499)	226	23 (2256)

Как видно из таблицы, образец с наибольшим содержанием хитозана $3{,}2 \cdot 10^{-1}$ % мас. (№ 4) имеет наименьшие показатели разрушающего усилия и напряжения при деформации, что объясняется увеличением доли раствора хитозана и связано с изменением pH в кислую сторону и сворачиванием белка с образованием свободной воды в каркасе геля.

Явление адгезии учитывают при конструировании рабочих органов аппаратов пищевых производств и, как правило, относятся к нему как к нежелательному. Адгезия проявляется в виде усилия, действующего на границе двух соприкасающихся фаз, и зависит от величины притяжения, действующего между частицами обеих фаз. Применительно к процессам производства студней явление адгезии проявляется в момент формования, а также при снятии оболочки у готового пищевого продукта. Исследование адгезионной способности (липкости) рыбных студней представлено на рис. 2.

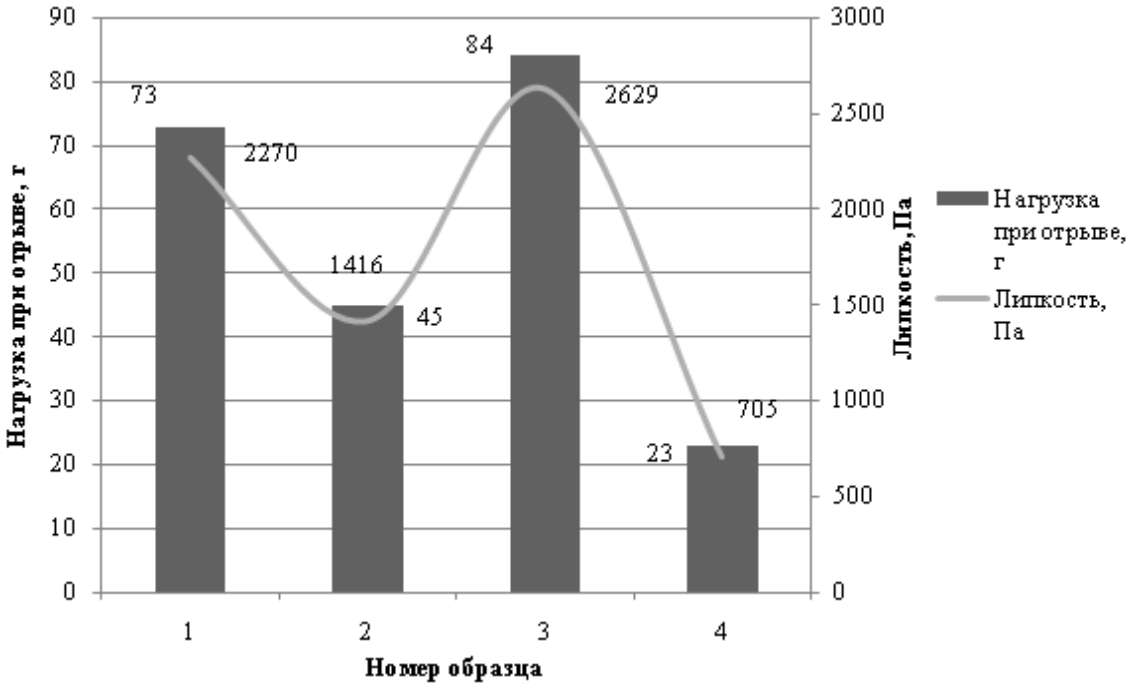


Рис. 2. Зависимость поверхностных свойств студней от концентрации хитозана
Fig. 2. The dependence of the surface properties of the concentration of chitosan gels

При исследовании адгезионных способностей студней контрольный образец (№ 1) показал адгезионный отрыв (по границе контакта) и наибольшую адгезионную способность, по сравнению с образцом с наименьшим содержанием хитозана (образец № 2). С увеличением массовой доли хитозана (образец № 3) сила адгезии студня увеличивается незначительно по сравнению с контрольным образцом. Содержание хитозана в количестве $4 \cdot 10^{-2}$ % мас. снизило липкость по сравнению с контрольным образцом в 1,6 раза.

Сравнительно низкие показатели адгезионной способности студня с хитозаном (№ 4) связаны с образованием свободной воды. Увеличение адгезионной способности при содержании хитозана $4 \cdot 10^{-2}$ % мас. указывает на упрочнение структуры системы за счет взаимодействия хитозана и желатина.

Таким образом, результаты исследований показывают разнонаправленное воздействие хитозана на формирование реологических характеристик рыбных студней. Была определена зависимость динамической вязкости студней от массового соотношения хитозана в системе. При использовании хитозана совместно с желатином наблюдается заметный рост по-

казателей вязкости и эластичности. При соотношении желатина и хитозана 1:1 увеличивается прочность готового изделия, а также снижается липкость. Таким образом, синергетическое действие хитозана и желатина на реологические показатели рыбных студней предопределяет использование такого бинарного структурообразователя в технологии желированных продуктов.

Список литературы

1. Кращенко В.В., Карпенко Ю.В. Перспективы использования малоценного сырья в производстве рыбных кулинарных изделий // Инновационные технологии переработки продовольственного сырья: материалы Междунар. науч.-техн. конф. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2011. – С. 133-136.

2. Instruction manual, № 653. Rheolograph «Sol», Mfg. № 111501302 Toyo Seiki Seisakusho, Ltd, Tokyo, Japan.

3. Тагер А.А. Физико-химия полимеров. – М.: Госхимиздат, 1978. – 528 с.

4. Горбатов Д.М., Маслов Д.М., Мачихин Ю.А. Структурно-механические характеристики пищевых продуктов. – М.: Легк. и пищ. пром-сть, 1990. – 420 с.

5. Карпенко Ю.В., Кращенко В.В. Использование бинарного структурообразователя в технологии рыбных студней // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: материалы II Междунар. науч.-техн. конф. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2012. – Ч. II. – С. 51-53.

6. Богданов В.Д. Рыбные продукты с регулируемой структурой. – М.: Мир, 2005. – 310 с.

Сведения об авторах: Кращенко Виктория Владимировна, кандидат технических наук, доцент, e-mail: victoriy_vl@mail.ru;

Карпенко Юлия Валериевна, аспирант, e-mail: bozhuk@mail.ru.

УДК 389

Э.Н. Ким, Е.И. Кожан, Н.Е. Лобода, А.С. Фейгин
Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

РЕГУЛИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА РЫБНОЙ ПРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ ВСТУПЛЕНИЯ В ВТО

Приведен анализ условий и новые требования к предприятиям рыбной отрасли в условиях вступления России в ВТО. Предложены мероприятия по выполнению международных требований к управлению качеством рыбной продукции.

Ключевые слова: *рыбная продукция, качество, ВТО, регулирование, таможенный союз, технический регламент.*

E.N. Kim, E.I. Kojan, N.E. Loboda, A.S. Feigin

REGULATION THE QUALITY OF FISH PRODUCTION IN THE CONDITIONS OF ACCESSION TO WTO

In article the analysis of conditions and new requirements is provided to the enterprises of fish branch in the conditions of Russia's accession to the World Trade Organization. Actions for implementation of the international requirements to quality management of fish production are offered.

Key words: *fish production, quality, WTO, regulation, customs union, technical regulations.*

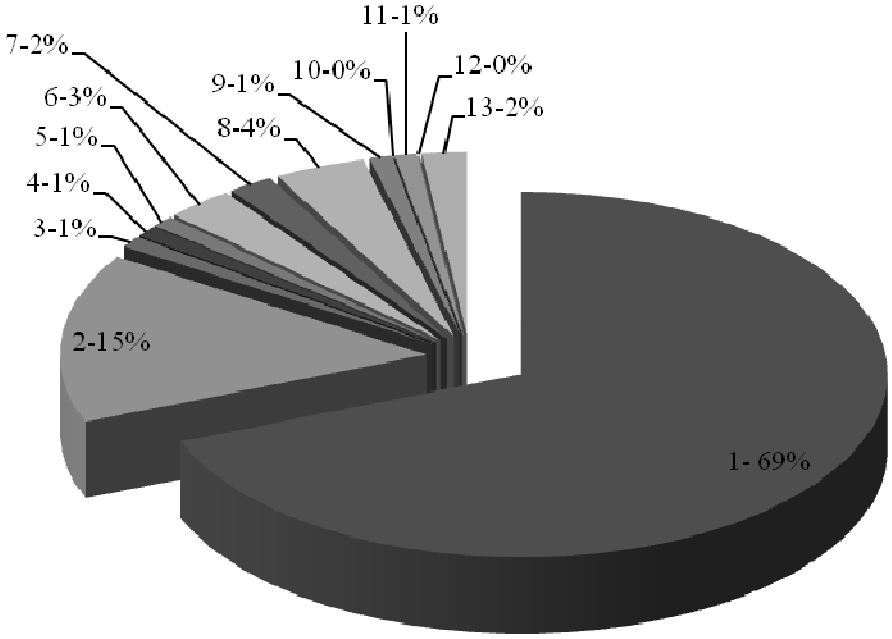
Вступление России в Всемирную торговую организацию (ВТО) и присоединение к Таможенному союзу (ТС), несомненно, привело к большому включению России в глобализационные процессы. Однако в сфере широкого, паритетного доступа на рынки Европейского союза (ЕС) российских рыбных товаров наблюдается дисбаланс.

Общий объем российского рыбного рынка составляет 4,5 млн т, из которых примерно 25 % продукция импортного производства. Экспорт российской рыбопродукции составляет 1,6 млн т, из них порядка 77 % поступает в страны Азиатско-Тихоокеанского региона и лишь 13 % приходится на страны ЕС и США. Импорт рыбопродукции в ЕС составляет 11 млн т. Это значит, что только 2 % от европейского импорта рыбопродукции приходится на российскую. Более 5 тыс. европейских компаний аккредитованы для поставок различного рода рыбной продукции в Российскую Федерацию. В то же время едва ли наберется с десяток российских фирм, которым дано такое право в ЕС.

Причинами, ограничивающими экспорт рыбных товаров из России в ЕС, являются отсутствие широко используемых эффективных методов управления качеством в рыбной отрасли, соблюдение экологических норм. Поэтому не вся продукция, предназначенная на экспорт, проходит жесткий контроль соответствия требованиям и нормам европейского рынка.

Наибольший удельный вес по вылову и выпуску рыбопродукции России приходится на рыбопромышленный комплекс Дальнего Востока, который является самым мощным в России. Среди различных видов рыб, вылавливаемых предприятиями рыбохозяйственного комплекса Приморского края в прилегающих к Дальневосточному району морях Тихого океана, наиболее распространенными являются тресковые виды рыб (треска, минтай, навага, хек), в частности минтай (рисунок).

В товарной структуре экспорта ведущее место занимали следующие виды продукции: рыба свежая и мороженая – 283,1 млн дол. (62 % стоимостного объема экспорта), икра, печень, молоки – 85,5 (19 %), ракообразные – 38,6 (9 %), филе рыбное – 26,5 (6 %), мука рыбная – 17 млн дол. (4 %).



1 – минтай, 2 – сельдь, 3 – треска, 4 – палтус, 5 – камбала, 6 – сайра, 7 – макрурус, 8 – кальмар, 9 – терпуг, 10 – бычки, 11 – краб, 12 – креветка, 13 – прочее

Вылов водных биологических ресурсов предприятиями рыбохозяйственного комплекса Приморского края за 2011 г.
Catch of water biological resources the enterprises of a fishery complex of Primorye Territory for 2011

Анализ действующих международных, национальных стандартов и технических спецификаций иностранных производителей показывает различия в номенклатуре показателей качества и безопасности рыбопродукции, условиях хранения, таре, маркировке по сравнению с требованиями российских стандартов на рыбную продукцию. К таким требованиям относятся гигиенические требования к рыбопродуктам, требования во время и после выгрузки рыбопродуктов, требования к свежим, мороженым и обработанным продуктам рыболовства, нормы здравоохранения для продуктов рыболовства, обертывание и упаковывание продуктов рыболовства, транспортирование продуктов рыболовства, официальный контроль рыбной продукции, требования для сертификатов, сопровождающих продукцию.

Целесообразным шагом для выхода российских фирм, заинтересованных в международном сотрудничестве, является использование современной нормативно-правовой базы на основе выполнения сбалансированных требований европейского рынка. Тем самым это повысит качество и обеспечит безопасность продукции из гидробионтов. Важным этапом в этой области стало создание 1 июля 2010 г. Таможенного союза России, Белоруссии и Казахстана.

В рамках Таможенного союза, несмотря на все скептические высказывания, активно выстраивается единое экономическое пространство. А любое экономическое пространство невозможно без единой политики в области технического регулирования и без выработки единых документов, устанавливающих обязательные требования.

В связи с этим было разработано, подписано и ратифицировано 18 ноября 2010 г. «Соглашение о единых принципах и правилах технического регулирования в Республике Беларусь, Республике Казахстан и Российской Федерации» [5]. В соответствии с данным Со-

глашением обязательные требования на территории стран Таможенного союза будут установлены в технических регламентах. И уже 9 декабря 2011 г. принят целый ряд технических регламентов, устанавливающих единые правила для всех предприятий, производящих пищевую продукцию, а также осуществляющих ее хранение, перевозку и утилизацию:

- «О безопасности пищевых продуктов» № ТР ТС 021/2011;
- «Пищевая продукция в части ее маркировки» № ТР ТС 022/2011;
- «Технический регламент на соковую продукцию из фруктов и овощей» № ТР ТС 023/2011;
- «Технический регламент на масложировую продукцию» № ТР ТС 024/2011;
- «О безопасности зерна» № ТР ТС 015/2011 [6].

Также на 5-м заседании Евразийской экономической комиссии принят технический регламент Таможенного союза «О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического лечебного и диетического профилактического питания» (ТР ТС 027/2012) [7].

Данные документы вступают в силу с 1 июля 2013 г. Несмотря на это, ни со стороны производителей, ни со стороны контролирующих органов не наблюдается активных действий по подготовке предприятий пищевой промышленности к функционированию по новым регламентирующим документам. Это напоминает ситуацию 2008 г., когда в России был принят и вступил в действие «Технический регламент на молоко и молочную продукцию» № 88-ФЗ. Отсутствие должной подготовки привело к острой ситуации необходимости выполнения подготовительных работ в очень сжатые сроки. Следствием этого были значительные экономические потери предприятий. Достаточно напряженная ситуация в молочной отрасли сохранилась и в настоящее время. Тогда это коснулось только одной отрасли, то, что нам предстоит в самое ближайшее время, касается всей пищевой промышленности, так как первые два регламента распространяют свое действие на всю пищевую продукцию без исключения.

Технический регламент Таможенного союза – это документ, утвержденный комиссией Таможенного союза, устанавливающий обязательные для применения и исполнения на территории Таможенного союза требования к продукции, либо к продукции и связанным с требованиями к продукции процессам производства, монтажа, наладки, эксплуатации (использования), хранения, перевозки (транспортирования), реализации и утилизации, т.е. к жизненному циклу продукции [5].

После вступления в силу технического регламента Таможенного союза прекратят свое обязательное действие все требования и нормативно-правовые акты, установленные к продукции на территории Российской Федерации, в том числе и технические регламенты Российской Федерации.

Решением комиссии Таможенного союза утвержден «График разработки первоочередных технических регламентов Таможенного союза» [8]. Первоначально планируется разработать и утвердить 46 технических регламентов, охватывающих значительные сферы деятельности и виды продукции. В настоящее время принято более 30 технических регламентов Таможенного союза.

Также планируется в самое ближайшее время принять еще целый ряд технических регламентов, устанавливающих требования к пищевым продуктам:

- «О безопасности мяса и мясной продукции»;
- «О безопасности рыбы и рыбной продукции»;
- «Технический регламент на молоко и молочную продукцию»;
- «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств»;
- «О безопасности алкогольной продукции».

Данные регламенты также вступят в силу с 1 июля 2013 г.

Основные термины и требования Технического регламента Таможенного союза № ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» [9], на которые необходимо обратить особое внимание:

1. Непереработанная пищевая продукция животного происхождения – не прошедшие переработку (обработку) туши (тушки) продуктивных животных всех видов, их части (включая кровь и субпродукты), молоко сырое, сырое обезжиренное молоко, сливки сырые, продукция пчеловодства, яйца и яйцепродукция, улов водных биологических ресурсов, продукция аквакультуры.

2. Переработка (обработка) – термическая обработка, кроме заморозки и охлаждения, копчение, консервирование, созревание, сквашивание, посол, сушка, экстракция, экструзия или сочетание этих процессов.

На первые два термина необходимо обратить особое внимание, так как они гармонизированы с Регламентом ЕС № 852/2004 Европейского Парламента и Совета от 29 апреля 2004 г. по гигиене пищевых продуктов, являются принципиально новыми для России, так как раньше к переработке относились операции замораживания и охлаждения. Исходя из того, относится ли продукция к переработанной или непереработанной, зависит, требуется ли предприятию прохождение процедуры государственной регистрации производственных объектов и подлежит ли его продукция ветеринарному надзору.

3. Пищевая продукция – продукты животного, растительного, микробиологического, минерального, искусственного или биотехнологического происхождения в натуральном, обработанном или переработанном виде, которые предназначены для употребления человеком в пищу, в том числе специализированная пищевая продукция, питьевая вода, расфасованная в емкости, питьевая минеральная вода, алкогольная продукция (в том числе пиво и напитки на основе пива), безалкогольные напитки, биологически активные добавки к пище (БАД), жевательная резинка, закваски и стартовые культуры микроорганизмов, дрожжи, пищевые добавки и ароматизаторы, а также продовольственное (пищевое) сырье.

То есть, как мы видим, к пищевой продукции кроме привычных для нас пищевых продуктов относятся и биологически активные добавки к пище, закваски и стартовые культуры микроорганизмов, дрожжи, пищевые добавки и ароматизаторы, а также пищевое сырье.

4. Государственная регистрация производственных объектов, осуществляющих деятельность по получению, переработке (обработке) непереработанного продовольственного (пищевого) сырья животного происхождения (далее – государственная регистрация производственных объектов) – осуществление допуска юридического лица или индивидуального предпринимателя к деятельности по получению, переработке (обработке) непереработанного продовольственного (пищевого) сырья животного происхождения.

Теперь предприятия, осуществляющие производство и переработку непереработанного продовольственного сырье животного происхождения, должны пройти процедуру государственной регистрации с их включением в реестр производственных объектов по производству пищевой продукции с присвоением ему номера.

5. Пищевая продукция нового вида – пищевая продукция (в том числе пищевые добавки и ароматизаторы), ранее не использовавшаяся человеком в пищу на таможенной территории Таможенного союза, а именно: с новой или преднамеренно измененной первичной молекулярной структурой; состоящая или выделенная из микроорганизмов, микроскопических грибов и водорослей, растений, выделенная из животных, полученная из генно-модифицированных организмов или с их использованием, наноматериалы и продукты нанотехнологий, за исключением пищевой продукции, полученной традиционными способами, находящейся в обращении и в силу опыта считающейся безопасной.

Данный термин четко оговаривает, что же все-таки является новой продукцией и разрешает вечный спор между производителями и Роспотребнадзором, которые ранее трактовали его совсем по-другому, заставляя получать санэпидзаключения, а в последнее время и свидетельства о государственной регистрации даже на ту продукцию, которая десятилетия производится предприятием.

6. Прослеживаемость пищевой продукции – возможность документально (на бумажных и (или) электронных носителях) установить изготовителя и последующих собственников находящейся в обращении пищевой продукции, кроме конечного потребителя, а также место происхождения (производства, изготовления) пищевой продукции и (или) продовольственного (пищевого) сырья.

Термин очень важен, так как в документах Комиссии Codex Alimentarius и Регламентах ЕС важная роль отводится именно прослеживаемости, которая необходима, чтобы выявить возможные риски как при выпуске продукции, так и при ее реализации и хранении.

7. Наиболее важным моментом данного регламента является глава 3 статья 10 пункт 2.

При осуществлении процессов производства (изготовления) пищевой продукции, связанных с требованиями безопасности такой продукции, изготовитель должен разработать, внедрить и поддерживать процедуры, основанные на принципах ХАССП.

То есть теперь вся наша пищевая промышленность должна идти в ногу с мировым сообществом, где во многих странах наличие системы, основанной на принципах ХАССП, является обязательным уже более 15 лет.

К сожалению, если рассматривать пищевую отрасль России, то она, как правило, не отвечает основным требованиям ХАССП и GMP. В Европейской России уже много предприятий, разработавших и внедривших и эффективно использующих данную систему. На Дальнем Востоке таких предприятий менее 1 %.

В рыбной отрасли ситуация также неоднозначна. В данный период на 450 рыбообрабатывающих предприятиях Дальневосточного региона внедрена система ХАССП. Из них 423 на рыбоперерабатывающих судах и 117 береговых предприятиях. Многие рыбные предприятия отправляют продукцию в ЕС, США, Китай и другие страны, а там наличие системы ХАССП является обязательным. По регионам Дальнего Востока эти предприятия распределены следующим образом:

- по Приморскому краю – на 139 судах и 7 береговых предприятиях;
- по Хабаровскому краю – на 28 судах и 6 береговых предприятиях;
- по Магаданской области – на 21 судне и 5 береговых предприятиях;
- по Камчатскому краю – на 200 судах и 75 береговых предприятиях;
- по Сахалинской области – на 35 судах и 24 береговых предприятиях.

Таким образом, большая часть береговых предприятий всех регионов, продукция которых ориентирована на внутренний рынок, с 1 июля 2013 г. может прекратить свою производственную деятельность из-за несоответствия требованиям ТР ТС 021 2011. Необходимо учитывать, что рыбоперерабатывающие суда выпускают преимущественно мороженую продукцию, а береговые предприятия осуществляют более сложные технологические процессы, требующие более сложные системы внутреннего контроля. Все это увеличивает сроки и удорожает стоимость разработки системы ХАСПП для береговых предприятий и требует незамедлительного начала работ по подготовке к работе по новому техническому регламенту.

Таким образом, приоритетным для предприятий пищевой промышленности является скорейшая подготовка предприятий к внедрению технических регламентов, в том числе и системы ХАССП. С этой целью предприятиям, прежде всего, необходима разработка программы мероприятий:

1. Проверка действующей на предприятии документации (ГОСТ, ОСТ, ТУ, СТП) на предмет соответствия требованиям ТР.

2. Внесение изменений в действующую на предприятии документацию. Заказ измененной документации у разработчика (если предприятие работает по документации, разработанной сторонними организациями).

3. Разработка маркировки продукции в соответствии с требованиями технических регламентов и как рекомендация согласование ее макетов с Управлениями Роспотребнадзора.

4. Подбор специалистов, которые будут заниматься разработкой и внедрением системы ХАССП, и их обучение.

5. Поиск и подбор консалтинговой организации по системам ХАССП.

6. Разработка и внедрение системы ХАССП.

7. Разработка плана мероприятий по приведению на соответствие требованиям ТР производственных, складских и санитарно-бытовых помещений. Выделение ресурсов.

8. Подготовка комплекта документов и проведение работ по декларированию продукции на соответствие требованиям ТР.

В противном случае к предприятиям, не выполняющим требования технического регламента, будут применены санкции в соответствии с Кодексом Российской Федерации «Об административных правонарушениях» № 195-ФЗ, а именно: статья 14.43, в соответствие с которой нарушение требований технических регламентов влечет наложение административного штрафа. Повторное в течение года совершение указанного административного правонарушения влечет наложение административного штрафа, в том числе на юридических лиц – от семисот тысяч до одного миллиона рублей с конфискацией предметов административного правонарушения либо административное приостановление деятельности на срок до девяноста суток с конфискацией предметов административного правонарушения [10]. Все это может привести к ситуации, схожей с ситуацией 2008 г. в молочной отрасли, но, учитывая международный характер регламентирующих документов, в более критичной форме.

Список литературы

1. Зверев Г.В. Модернизационные ловушки: материалы Междунар. конгресса рыбаков, 2011.

2. Агафонова В.А., Баукова Н.Г., Карпов М.И., Кривобород Л.Н., Попова Т.Т., Филонова Е.А. Производство и потребление основных продуктов питания в Приморском крае: сб. с аналитической запиской. – Владивосток: Приморскстат, 2011. – 51 с.

3. Состояние промысловых ресурсов. Прогноз общего допустимого вылова гидробионтов по Дальневосточному бассейну на 2011 г. (краткая версия). – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2011. – 322 с.

4. Сурикова С.Ю. ЕС – Россия: диалог продолжается // Стандарты и качество. – 2012. – № 2. – С. 26-27.

5. Соглашение о единых принципах и правилах технического регулирования в Республике Беларусь, Республике Казахстан и Российской Федерации от 18.11.2011 г.: сайт Евразийской экономической комиссии. — 2012 [Электронный ресурс]. Дата обновления: 12.12.2011. – URL: http:// www.tsouz.ru/KTS/KTS33/Pages/default.aspx. (дата обращения: 05.06.2012).

6. Тридцать третье заседание комиссии Таможенного союза: сайт Евразийской экономической комиссии. – 2012 [Электронный ресурс]. Дата обновления: 12.12.2011. – URL: http:// www.tsouz.ru/KTS/KTS33/Pages/default.aspx. (дата обращения: 05.06.2012).

7. Решение Евразийской экономической комиссии от 15 июня 2012 № 34: сайт Евразийской экономической комиссии. – 2012 [Электронный ресурс]. Дата обновления:

15.06.2011. – URL: http://www.tsouz.ru/eek/RSEEK/RSEEK/SEEK5/Pages/R_32.aspx. (дата обращения: 22.06.2012).

8. График разработки первоочередных технических регламентов Таможенного союза, утв. Решением комиссии Таможенного союза от 8 декабря 2010 года № 492: сайт ZAKI.RU Законы и право. – 2012 [Электронный ресурс]. Дата обновления: 08.12.2010. – URL: http:// zaki.ru/pagesnew.php?id=58077&page=4/Pages/default.aspx. (дата обращения: 05.06.2012).

9. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» № ТР ТС 021/2011: сайт Евразийской экономической комиссии. – 2012 [Электронный ресурс]. Дата обновления: 12.12.2011. – URL: http:// www.tsouz.ru/KTS/KTS33/Pages/default.aspx. (дата обращения: 05.06.2012).

10. Кодекс Российской Федерации «Об административных правонарушениях» № 195-ФЗ от 30.12.2001 // Российская газета. – 2001. – 31 декабря, № 2868 [Электронный ресурс] URL: http://www.tsouz.ru/eek/RSEEK/RSEEK/SEEK5/Pages/R_32.aspx. (дата обращения: 22.06.2012).

Сведения об авторах: Ким Эдуард Николаевич, доктор технических наук, профессор, e-mail: kiman@mail.ru;

Кожан Евгений Иванович, e-mail: sanruba@mail.ru;

Лобода Наталья Евгеньевна, e-mail: glway@bk.ru;

Фейгин Александр Семенович, e-mail: feigin@vladcertificate.ru.

УДК 664.871

Е.М. Панчишина, В.В. Кращенко
Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

ОБОСНОВАНИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ МАКРУРУСА МАЛОГЛАЗОГО В ТЕХНОЛОГИИ КОНСЕРВИРОВАННЫХ СУПОВ-ПЮРЕ

Представлены результаты по исследованию влияния предварительной термической обработки (бланширование острым паром) мышечной ткани макруруса на консистенцию получаемых консервированных супов-пюре и их биологическую ценность.

Ключевые слова: *консервированные супы-пюре, макрурус малоглазый, предварительная термическая обработка, консистенция, биологическая ценность.*

E.M. Panchishina, V.V. Kraschenko

SUBSTANTIATION OF THE PRELIMINARY THERMAL TREATMENT OF ALBATROSSIA PECTORALIS MUSCLE TISSUE IN THE TECHNOLOGY OF TINNED SOUPS-PUREE

The research results of influence preliminaty thermal treatment (scalding with the sharp steam) of albatrossia pectoralis muscle tissue on the consistence tinned soups-puree and their biological value.

Key words: *tinned soups-puree, albatrossia pectoralis, preliminaty thermal theatment, consistence, biological value.*

Введение

Мониторинг состояния водных биоресурсов Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна свидетельствует о значительных запасах глубоководных рыб, в частности макруруса малоглазого (*Albatrossia pectoralis).* Традиционные технологии переработки этого сырья не позволяют выпускать продукцию высокого качества ввиду значительного содержания воды в мышечной ткани (92,2 %) [1].

Своеобразный химический состав макруруса позволяет отнести его к низкобелковым (7 %) и маложирным (0,75 %) рыбам, что способствует к производству из него низкокалорийных пищевых продуктов, а белое с розоватым оттенком мясо макруруса, имеющее сладковатый креветочный привкус, и отсутствие специфического рыбного запаха позволят получить продукт с высокими органолептическими свойствами [2].

С учетом вышесказанного существует необходимость в поиске рациональных технологий переработки макруруса. Одним из перспективных путей переработки представляется возможное его использование в измельченном или гомогенном виде.

В настоящее время вырастают объемы производства готовых к употреблению пищевых продуктов или продуктов высокой степени готовности, к которым можно отнести консервы. Анализ рынка свидетельствует о том, что рыбные консервы по типу первых блюд, супов-пюре в частности, не выпускаются предприятиями рыбной отрасли.

Таким образом, макрурус малоглазый является перспективным сырьем для создания пюреобразных супов, а разработка технологии готовых к употреблению пищевых продуктов на его основе в виде консервированных рыбных супов-пюре является актуальной.

Известно, что правильно приготовленный суп–пюре должен представлять собой однородную массу, напоминающую густые сливки, для достижения такой консистенции продукты рекомендуется перетирать в теплом или горячем виде с добавлением бульона [3].

Принимая во внимание вышесказанное, целью наших исследований явилось обоснование предварительной термической обработки мышечной ткани макруруса в технологии консервированных супов-пюре.

Для реализации поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- исследовать влияние предварительной термической обработки (бланширование острым паром) мышечной ткани макруруса на консистенцию получаемых консервированных супов-пюре;
- исследовать влияние предварительной термической обработки мышечной ткани макруруса на биологическую ценность получаемых консервированных супов-пюре.

Объекты и методы исследований

Объектами исследования служили образцы консервированных супов-пюре на определенном этапе технологии.

В качестве основного сырья для подготовки образцов супов-пюре использовали макрурус мороженый, который соответствует ГОСТ 1168-86.

Органолептическую оценку качества исследуемых объектов проводили в специализированной дегустационной лаборатории. Образцы консервов оценивали по единичным показателям, характеризующим комплексный показатель «консистенция», по разработанной в ходе научных исследований пятибалльной шкале в соответствии с рекомендациями Сафроновой [4].

Биотестирование проводили по методическим указаниям, предложенным Ю.П. Шульгиным и соавторами [5]. В качестве тест-объекта использовали стандартную синхронизированную культуру инфузории вида *Tetrahymena pyriformis*.

Биологическую ценность пищевого объекта характеризует скорость протекания процессов жизнедеятельности индикаторного организма, что может быть оценено по приросту числа клеток инфузорий по дням опыта. Чем выше биологическое качество или биологическая активность продукта, тем лучше он усваивается и отмечается более интенсивный рост инфузорий на средах. Коэффициент биологической активности (КБА) определяется отношением числа инфузорий при переходе в стационарную фазу роста к продолжительности (ч) инкубации до перехода роста инфузорий в стационарную фазу. Для этого ежедневно проводили подсчет числа выросших инфузорий. Точный количественный учет выросших особей проводили в счетных камерах Горяева.

Результаты и их обсуждение

Оценивая особенности химического состава обводненной мышечной ткани макруруса, можно предположить исключение внесения воды (и/или бульона) при создании супов-пюре.

Также, на наш взгляд, для упрощения технологии консервированных супов-пюре представлялось возможным исключение предварительной термической обработки мышечной ткани макруруса. Таким образом, с учетом изложенных предположений, получили образец супа-пюре, основными этапами технологического процесса изготовления которого явилась подготовка сырья, куттерование, фасование, стерилизация.

В данной экспериментальной работе также изготавливали образец супа-пюре, основными этапами технологического процесса являлась подготовка сырья, термическая обработка мышечной ткани макруруса (продолжительность бланширования острым паром установлена опытным путем и составила 10 мин), куттерование, фасование, стерилизация. Куттерование термически обработанной мышечной ткани макруруса производили с выделившимся при этом бланшировочным бульоном.

Профилограммы органолептической оценки образцов супов-пюре, изготовленных двумя способами, представлены на рис. 1.

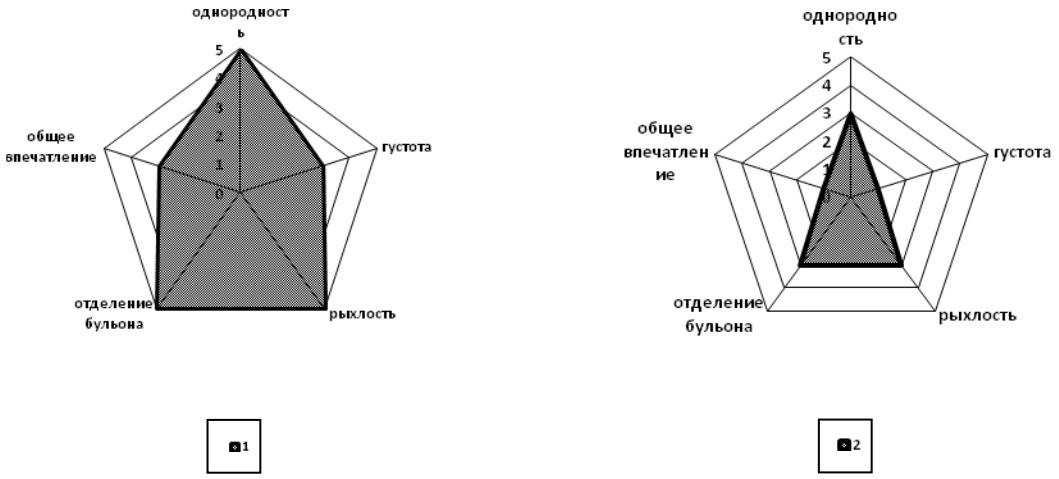


Рис. 1. Профилограммы органолептической оценки консервированных супов-пюре с предварительной термической обработкой мышечной ткани макруруса (1) и без нее (2)
Fig. 1. Profillogrammas of organoleptic grade tinned soups-puree preliminaty thermal treatment of albatrossia pectoralis muscle tissue (1) and without it (2)

Для исследуемого образца консервов второго типа недостатком оцениваемого показателя «консистенция» явилось отделение водной части (бульона) и не характерной для супов-пюре консистенции, характеризующейся неоднородностью, рыхлостью и чрезмерной густотой. Отсюда следует, что отсутствие предварительной термической обработки мышечной ткани макруруса не позволяет получать консистенцию, свойственную супам-пюре.

Для исследуемого образца консервов первого типа недостатком оцениваемого единичного показателя «густота» явилась густая трудно стекающая консистенция, очевидно, связанная с недостаточным количеством жидкой части, что сказалось и на оцениваемом показателе «общее впечатление». Отсюда следует, что дополнительное введение в систему бульона, возможно, позволит достичь необходимой консистенции супа-пюре.

С этой целью из отходов, остающихся при филетировании макруруса малоглазого (кожа, хребтовая кость), варили бульон в течение 40 мин при температуре 90±2 °С при соотношении вода : отходы 1:2. Образующийся при этом бульон представлял собой прозрачную жидкость светло-желтого цвета.

Для установления оптимального внесения количества рыбного бульона в состав супа-пюре с предварительной термической обработкой мышечной ткани макруруса провели серию постановочных экспериментов (таблица).

Характеристика образцов в зависимости от количества внесенного рыбного бульона
The samples characteristics depending on the quantity of fish broth

Количество рыбного бульона к массе исследуемого образца, %	Показатель «густота»
10	Густой, трудно стекающий
20	Густой, легко стекающий
30	Жидковатый

Исходя из полученных результатов, внесение рыбного бульона в состав рецептур в количестве 20 % целесообразно, поскольку позволяет достичь необходимой консистенции супов-пюре из макруруса малоглазого.

Следует отметить, что использование бланшировочного бульона, выделившегося при термической обработке мышечной ткани макруруса и бульона, приготовленного из пищевых отходов от его разделки (кожа, хребтовая кость), позволило комплексно использовать сырье и увеличить выход готового продукта.

Результаты биотестирования исследуемых объектов выражены графически и представлены на рис. 2.

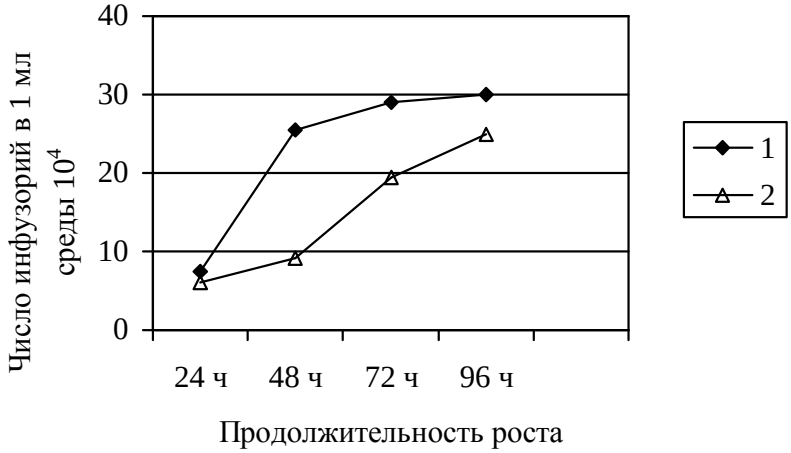


Рис. 2. Динамика роста инфузорий *Tetrahymena pyriformis* на средах с полуфабрикатами консервированных супов-пюре с предварительной термической обработкой макруруса (1) и без термической обработки (2)

Fig. 2. The growing dynamics of infusoria Tetrahymena pyriformis on the mediums with the tinned soups-puree preliminaty thermal treatment of albatrossia pectoralis (1) and without thermal treatment (2)

Как следует из рис. 2, в среде с супами-пюре первого типа (1) наблюдалась интенсивная динамика роста числа клеток инфузорий, КБА при этом составил 0,4 клеток/ч, а в среде с супами-пюре второго типа (2) рост инфузорий был в замедленном темпе и КБА составил 0,3 клеток/ч. Такой прирост можно объяснить тем, что кратковременная обработка сырья при температуре до 100 °С, как правило, приводит к повышению гидролизуемости мышечных белков пищеварительными ферментами и их усвоению [5].

Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод о том, что предварительная термическая обработка макруруса в технологии консервированных супов-пюре способствует увеличению биологической активности продукта.

При исследовании развития инфузории на средах с исследуемыми объектами не было замечено изменений в морфологии и снижения подвижности инфузорий. Это позволило заключить, что исследуемые полуфабрикаты консервов являются безвредными для тетрахимены и пригодны для ее активного роста и размножения.

Выводы

Обосновано применение предварительной термической обработки мышечной ткани макруруса в технологии консервированных супов-пюре для получения свойственной им консистенции. Установлено, что для получения необходимой консистенции, свойственной супам-пюре, в состав супов необходимо дополнительно вводить рыбный бульон в количестве 20 %.

Кроме того, использование бланшировочного бульона, выделившегося при термической обработке мышечной ткани макруруса, и бульона, приготовленного из пищевых отходов от его разделки (кожа, хребтовая кость), позволило комплексно использовать сырье, увеличить выход готового продукта и повысить биологическую ценность консервированных супов-пюре.

Список литературы

1. Сполохова В.А. Разработка технологии кулинарных продуктов из макруруса малоглазого на основе белково-липидной эмульсии: дис. …канд. техн. наук. – Владивосток, 2012. – 145 с.

2. Дроздова Л.И. Биохимическая характеристика мышечной ткани глубоководных рыб как источника свободных аминокислот и биогенных пептидов / Л.И. Дроздова, Т.Н. Пивненко, Е.П. Караулова, А.П. Ярочкин // Изв.ТИНРО. – 2007. – Т. 150. – С. 383-390.

3. Сафронова Т.М. Справочник дегустатора рыбы и рыбной продукции / Т.М. Сафронова. – М.: Изд-во ВНИРО, 1998. – 218 с.

4. Шульгин Ю.П. Ускоренная биотис оценка качества и безопасности сырья и продуктов из водных биоресурсов: монография / Ю.П. Шульгин, Л.В. Шульгина, В.А. Петров. – Владивосток: Изд-во ТГЭУ, 2006. – С. 58-66.

Сведения об авторах: Кращенко Виктория Владимировна, кандидат технических наук, доцент, e-mail: victoriy_vl@mail.ru;

Панчишина Екатерина Мироновна, аспирант, e-mail:ekaterina.pan.8@mail.ru.

УДК 664.951(075.8)

А.Н. Порошин, Е.П. Лаптева, Е.В. Глебова
Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВАРЕНО-МОРОЖЕНЫХ КРАБОВ

Приведены результаты исследований, направленных на создание технологии варено-мороженого краба, обеспечивающей высокие качественные характеристики и выход конечностей варено-мороженых крабов. Установлены оптимальные режимы обработки сырья, обеспечивающие максимальный выход готовой продукции: концентрация ПД «Пескаплюс-10» в рассоле 3,5 % и продолжительность выдерживания 27 мин. По органолептическим и микробиологическим показателям готовая продукция, изготовленная с применением ПД «Пескаплюс-10», соответствовала требованиям нормативной документации и СанПиН 2.3.2.1078 (п. 1.3.7.6) в течение 12 месяцев хранения.

Ключевые слова: *краб, конечности, мышечные ткани, пищевые добавки, показатели качества.*

A.N. Poroshin, E.P. Lapteva, E.V. Glebova

APPLICATION OF FOOD ADDITIVES BY PRODUCTION BOILED AND FROZEN CRABS

Data on influence of food additives are provided in work on qualitative characteristics and an exit of extremities of boiled and frozen crabs. Rational parameters of process of processing of a crab by food additives, and also change of indicators of quality and safety are specified at finished product storage.

Key words: *crab, extremities, muscular fabrics, food additives, quality indicators.*

Введение

К объектам промысла, продукция из которых имеет высокий спрос как у населения страны, так и за рубежом, относятся дальневосточные крабы [1].

Технохимический состав и структура мышечной ткани краба обуславливают значительные потери межклеточного сока в процессе варки и размораживания и, в конечном итоге, к снижению выхода готового продукта [2]. Учитывая спрос мяса дальневосточных крабов и ограниченность их запасов, актуальным является разработка и внедрение ресурсосберегающих способов и приемов их переработки.

Эффективным средством решения проблемы является применение веществ химической и биологической природы, имеющих широкий спектр функциональных свойств, обладающих возможностью избирательного воздействия на компоненты сырья, путем модификации свойств полуфабрикатов и придания определенных качественных показателей готовой продукции. Вещества, обладающие вышеперечисленными свойствами, относят к группе пищевых добавок (ПД) [3, 4].

Фосфаты являются природными компонентами большинства пищевых продуктов и используются в пищевой промышленности в качестве функциональных пищевых добавок. Фосфаты имеют уникальную способность удерживать влагу внутри продукта, помогают восстановить влагосвязывающие свойства. Обработанные фосфатами рыба и морепродукты становятся более сочными, более нежными и сохраняют свои натуральные свойства и пищевую ценность [5, 6, 7].

На основании анализа научно-технической литературы в качестве ПД в работе использовали «Пескаплюс-10» и «Пескаплюс-2/8» производства фирмы «БК Джюлини». Указанные добавки «БК Джюлини» имеют многофункциональное применение в производстве продукции из рыбы и морепродуктов, включая реструктурированные продукты из них. Некоторыми из этих функций (но не единственными) являются:

- сохранение натурального вкуса и удержание влаги продукта;
- предотвращение окисления липидов;
- улучшение структуры;
- сокращение потерь от вытекания сока при оттаивании.

Специальные добавки «БК Джюлини» представляют собой смесь фосфатов, гидроколлоидов, изолята сои и других ингредиентов. При их производстве использованы операции гранулирования и инстантизации, что обеспечивает их быстрое растворение в воде даже при низких температурах, в жесткой воде или в присутствии соли.

Таким образом, целью настоящих исследований являлось разработка ресурсосберегающей технологии варено-мороженого краба с использованием полифосфатных ПД.

Объекты и методы исследований

В качестве объектов исследования использовали камчатский, синий и колючий крабы, являющиеся основными объектами крабового промысла [1].

Для определения влияния ПД «Пескаплюс-10» и «Пескаплюс-2/8» на выход готового продукта готовился рассол различной их концентрации, в котором выдерживали вареное мясо краба перед замораживанием. Температуру рассола поддерживали на уровне 4-6 °С, соотношение рассол : сырье – 2:1. После замораживания краб размораживали и сравнивали с контрольным образцом, соответствующим ТУ 9265-101-33620410-07 «Крабы мороженые». Оценку эффективности изменения параметров фиксировали по органолептическим показателям (вкус и консистенция) и выходу готового продукта. Органолептические показатели оценивали по 5-балльной шкале.

Результаты и обсуждение

Результаты проведенных экспериментов показывают (рис. 1), что обработка мяса краба ПД «Пескаплюс-10» перед замораживанием приводит к увеличению выхода готовой продукции по сравнению с действующей технологией (ТИ № 36-2007 к ТУ 9265-101-33620410-07), обеспечивающей выход мяса краба не более 23,5 %.

При этом максимальное значение выхода 30 % наблюдается при замачивании сырья в рассоле с концентрацией ПД «Пескаплюс-10» 3,5 % и продолжительности выдерживания 27 мин. Органолептические характеристики мяса после размораживания и варки соответствовали требованиям ТУ 9265-101-33620410-07 «Крабы мороженые». Более высокая концентрация в рассоле ПД «Пескаплюс-10» (5-6 %) приводит к ухудшению органолептических характеристик без заметных изменений выхода готового продукта, который составлял 30,5-30,8 % соответственно.

Обработка сырья в растворе концентрацией ПД «Пескаплюс-2/8» 3 % по органолептической оценке и выходу готовой продукции (29,5 %) (рис. 2) практически не отличается от обработки ПД «Пескаплюс-10». Однако для достижения наилучшего результата продолжительность обработки полуфабриката ПД «Пескаплюс-2/8» значительно выше и составляет около 48 мин, что делает нецелесообразным использование ПД «Пескаплюс-2/8» по сравнению с ПД «Пескаплюс-10».

Полученные результаты обусловлены тем, что фосфаты обладают уникальным свойством образовывать аналог АТФ (аденозин-трифосфат), контролирующего структуру актомиозина – белка мышечной ткани, удерживающего влагу [8].

Таким образом, обоснована целесообразность обработки мяса краба в рассоле с концентрацией ПД «Пескаплюс-10» 3,5 % и продолжительности выдерживания 27 мин с точки зрения повышения выхода готового продукта на 6,5 % по сравнению с действующей технологией и обеспечивающей сохранение свойственного вкуса продукта.

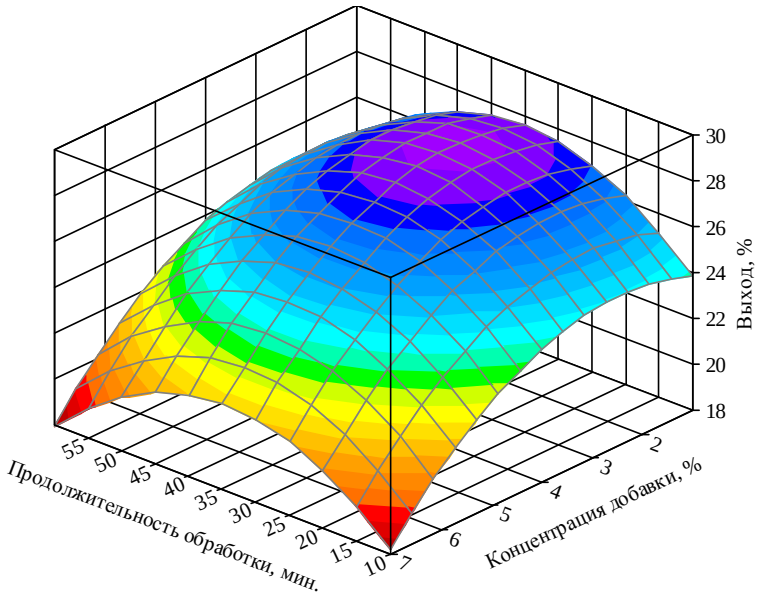


Рис. 1. Выход готовой продукции в зависимости от концентрации и продолжительности обработки раствором ПД «Пескаплюс-10»
Fig. 1. Exit of finished goods depending on concentration and duration of processing by PD solution «Peskaplus-10»

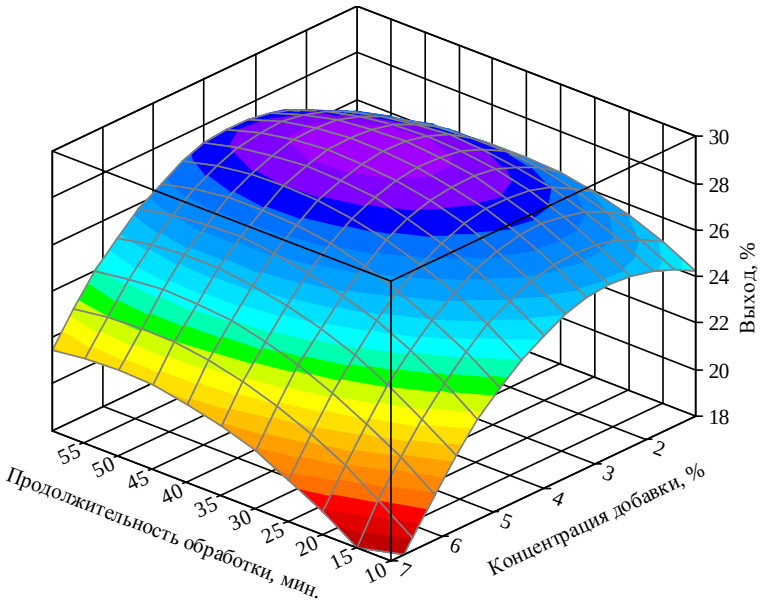


Рис. 2. Выход готовой продукции в зависимости от концентрации и продолжительности обработки ПД «Пескаплюс-2/8»
Fig. 2. Exit of finished goods depending on concentration and duration of processing by PD solution «Peskaplus-2/8»

Исследования изменений органолептических показателей готового продукта, изготовленного по обоснованной технологии, в процессе холодильного хранения при температуре минус 18 °С, с целью установления допустимого срока хранения, приведены на рис. 3 и 4.

Данные, представленные на рис. 3, свидетельствуют, что вкус варено-мороженого мяса краба начинает претерпевать изменения после 8 мес хранения и только после 12 мес оценка вкуса мяса краба снижается на 0,3 балла.

Анализ графического материала, представленного на рис. 4, показал, что консистенция варено-мороженого краба начинает изменяться после 6 мес хранения. По истечении 12 мес хранения оценка консистенции мяса краба снижается на 0,5 балла.

По литературным данным, фосфаты способствуют предотвращению свертывания денатурированного белка, в результате чего замороженный продукт становится возможным хранить в течение долгого времени без ухудшения качества [8], что согласуется с экспериментальными данными.

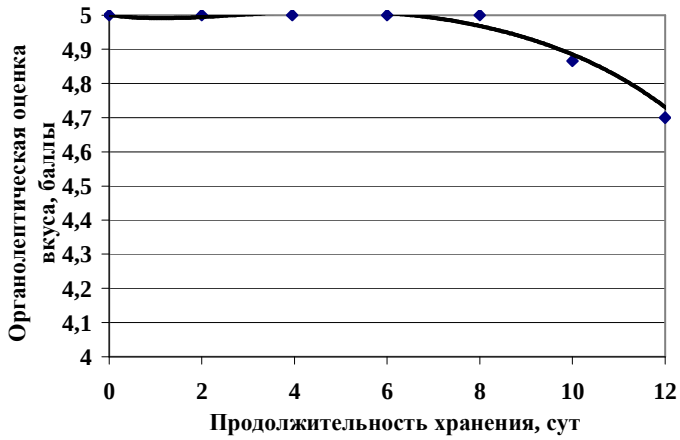


Рис. 3. Вкус мяса краба, обработанного ПД «Пескаплюс-10», после размораживания в зависимости от продолжительности хранения при минус 18 °С
Fig. 3. Taste of meat of the crab processed by PD «Peskaplus-10», after defrosting depending on duration of storage at temperature a minus 18 °C

Рис. 4. Консистенция мяса краба, обработанного ПД «Пескаплюс-10», после размораживания в зависимости от продолжительности хранения при минус 18 °С
Fig. 4. Consistence of meat of the crab processed by PD «Peskaplus-10», after defrosting de-pending on duration of storage at temperature a minus 18 °C

По микробиологическим показателям готовая продукция, изготовленная с применением ПД «Пескаплюс-10», соответствовала требованиям СанПиН 2.3.2.1078 (п. 1.3.7.6) в течение 14 мес хранения. Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов в течение этого срока хранения не превышало $2x10^4$ КОЕ/г (рис. 5).

В целом результаты исследований показали, что использование ПД «Пескаплюс-10» позволяет не только обеспечить снижение потерь при тепловой обработке мяса краба, но и высокие, органолептические характеристики готовой продукции.

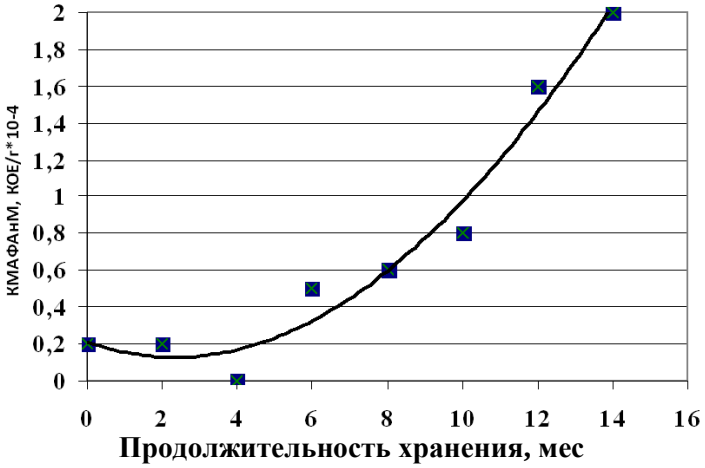


Рис. 5. Изменение микробиологических показателей КМАФАнМ мяса краба, обработанного ПД «Пескаплюс-10», в процессе хранения
Fig. 5. Changing of microbiological indicators KMAFAnM of meat of the crab processed by PD «Peskaplus-10», in the course of storage

Выводы

Таким образом, обработка замачиванием сырья в рассоле с концентрацией ПД «Пескаплюс-10» 3,5 % в течение 27 мин обеспечивает увеличение выхода готовой продукции до 30 %. Органолептические показатели готового продукта остаются неизменными в течение 12 мес хранения при температуре минус 18 °С. По показателям КМАФАнМ готовая продукция также в течение 12 мес хранения соответствует требованиям СанПиН.

Результаты проведенных исследований позволили разработать и внедрить на предприятии ООО «Амуррыбпром» ТУ 9265-002-47167641-2011 и ТИ № 9265-002-47167641-2011, а также индивидуальные нормы отходов, потерь, выхода готовой продукции и расхода сырья при производстве варено-мороженого краба.

Список литературы

1. Состояние промысловых ресурсов. Прогноз общего допустимого вылова гидробионтов по Дальневосточному бассейну на 2011 г. (краткая версия). – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2010. – 322 с.

2. Кизеветтер И.В., Гордиевская В.С. Технология производства крабовых консервов // Изв. ТИНРО. – 1967. – Т. 60. – С. 151.

3. Вагин В.В., Марташов Д.П. Фосфаты «Олбрайт & Вилсон» как средство удешевления мясных продуктов // Мясная индустрия. – 1999. – № 2. – С. 37-38.

4. Кудряшева А.А. Пищевые добавки и продовольственная безопасность // Пищ. промсть. – 2000. – № 7. – С. 36-37.

5. Булдаков А.С. Пищевые добавки: справ. – СПб.: Ut, 1996. – 240 с.

6. Россивал Л., Энгст Р., Соколай А. Посторонние вещества и пищевые добавки в продуктах / пер с нем.; под ред. А.Н. Зайцева и И.М. Скурихина. – М.: Легк. и пищ. пром-сть, 1982. – 264 с.

7. Henson L.S., Kowalewski K.M. Use of phosphates in seafood // Info fish Intern. – 1992. – № 5. – P. 52-54.

8. Phosphates, non! // Seafood Leader. – 1993. – July / Aug. – P. 58.

9. Борисочкина Л.И. Антиокислители, консерванты, стабилизаторы, красители, вкусовые и ароматические вещества в рыбной промышленности. – М.: Пищ. пром-сть, 1976. – 182 с.

10. Ким Э.Н., Холоша О.А., Лаптева Е.П., Глебова Е.В. Классификатор пищевых добавок (для рыбной отрасли). – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2005. – 96 с.

11. Молоткова Т.В., Ким Э.Н. Исследование физико-химического состава и функционально-технологических свойств кожи осьминога: науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз. – Вып. 21, ч. 1. – 2009. – С. 313-316.

12. Трухин Н.В. Рациональное использование рыбного сырья. – М.: Агропромиздат, 1985. – 96 с.

Сведения об авторах: Порошин Александр Николаевич, младший научный сотрудник, e-mail: poroshinan@mail.ru;

Лаптева Евгения Петровна, кандидат технических наук, доцент, e-mail: laptevaep@mail.ru;

Глебова Елена Велориевна, кандидат технических наук, доцент, e-mail: levege@mail.ru.

УДК 664.95

А.Н. Порошин, А.Е. Круглова, Е.В. Глебова, Е.П. Лаптева
Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

УСТАНОВЛЕНИЕ СРОКОВ ХРАНЕНИЯ ПОДМОРОЖЕННОГО КРАБА

Приведены результаты исследований по изучению изменения физико-химических характеристик краба-сырца при холодильной обработке, предложен способ консервирования краба-сырца, показана графическая зависимость органолептической оценки, уровня азота летучих оснований и микробиологических показателей краба-сырца в хранении.

Ключевые слова: *подмораживание, краб, органолептическая оценка, азот летучих оснований, микробиологические показатели, хранение.*

A.N. Poroshin, A.E. Kruglova, E.V. Glebova, E.P. Lapteva

ESTABLISHMENT OF PERIODS OF STORAGE FREEZING A CRAB

In work results of researches on studying of change of physical and chemical characteristics of a crab of a raw are resulted at refrigerating processing, the way of conservation of a crab of a raw is offered, graphic dependence organoleptic estimations, level of nitrogen of the flying bases and microbiological indicators of a crab of a raw in storage is shown.

Key words: *freezing, a crab, organoleptic estimation, nitrogen of the flying bases, microbiological indicators, storage.*

Введение

Добыча крабов осуществляется специально оборудованными судами. Однако возникает необходимость каким-либо образом обеспечить сохранность качества сырья при транспортировке к береговым перерабатывающим предприятиям. Предохранение сырья от порчи осуществляют разными способами консервирования, при которых создаются условия для инактивирования присутствующих в его тканях ферментов или изменения характера их деятельности, а также подавления жизнедеятельности или уничтожения находящихся на сырье микроорганизмов.

Из известных способов консервирования применение низких температур в наименьшей мере оказывает влияние на изменение первоначальных свойств сырья. В связи с этим нами было предложено перед транспортировкой осуществлять глубокое охлаждение (подмораживание) краба-сырца и хранение его в холодильных камерах для сохранения качества, соответствующего свежевыловленной продукции. При подмораживании сырья вследствие льдообразования создаются неблагоприятные условия для жизнедеятельности микроорганизмов. Для подмороженного сырья особое значение имеет стабильность температуры в толще мяса; предпочтительнее, чтобы она в течение всего периода хранения поддерживалась в пределах минус 2 – плюс 0,5 °С.

Качественные показатели подмороженного сырья во многом зависят не только от конечной температуры, но и от скорости ее понижения. При быстром подмораживании структура льда имеет мелкокристаллический характер, поэтому травмирование мышечной ткани незначительно [1].

Подмороженное сырье по качеству несколько уступает охлажденному, так как вследствие кристаллизации воды нарушается микроструктура тканей, снижается ее водоудерживающая способность, поэтому при отеплении теряется больше тканевого сока.

Однако производство подмороженной продукции имеет ряд преимуществ по сравнению с выпуском охлажденной и мороженой продукции. В частности, возрастает производство продукции, близкой по качеству к свежей и имеющей увеличенные сроки хранения. Подмораживание по сравнению с замораживанием менее энергоемко. Хранение и транспортирование подмороженной продукции исключают необходимость применения льда, что улучшает санитарно-гигиенические условия и снижает производственные расходы [1].

Исходя из этого, одной из задач настоящих исследований является установление условий и сроков хранения подмороженного краба.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования был краб-сырец трех видов (камчатский краб, синий краб и краб-стригун опилио) целый и конечности.

Подмораживание осуществляли в морозильном аппарате воздушного типа при температуре минус 30 – минус 35 °С. Целый краб или конечности вынимали из морозильного аппарата, когда температура в толще продукта достигала минус 2 – минус 3 °С. Продолжительность подмораживания зависела от размера и вида краба и составила 1-3 ч.

После обработки целый краб или конечности закладывали на хранение в холодильные камеры, температура в камере поддерживалась на уровне 0, минус 2, минус 4 °С.

Для оценки образцов использовали специально разработанную квалиметрическую пятибалльную шкалу. Изменение качества сырья при хранении оценивали по совокупности показателей мяса краба после варки: вкус, запах, цвет и консистенция.

Обобщенный показатель качества рассчитывали как сумму частных органолептических показателей с учетом коэффициентов их значимости. Суммарную органолептическую оценку рассчитывали по формуле

$$y_c = \sum y_i k_i, \qquad (1)$$

где y_i – оценка частного показателя, баллы; k_i – коэффициент значимости частного показателя.

Каждому показателю качества присвоен соответствующий коэффициент значимости: цвет – 0,15; запах – 0,25; вкус – 0,3; консистенция – 0,3. Все показатели качества оцениваются совершенно одинаково по 5-балльной шкале, в дальнейшем при обработке результатов сенсорного анализа оценки каждого показателя умножаются на соответствующий коэффициент значимости. Затем оценка всех показателей складывается, и вычитается средний балл. Поскольку сумма коэффициентов значимости в нашей системе равняется 1, то максимальная оценка, которую может получить образец, – 5 баллов. По предварительным результатам продукция с оценкой ниже 3 баллов являлась неприемлемой.

Микробиологическую оценку экспериментальных образцов проводили стандартными методами по ГОСТ 10444.15, ГОСТ Р 52814, ГОСТ Р 52815, Инструкции № 531-91 по санитарно-микробиологическому контролю производства пищевой продукции из рыбы и морских беспозвоночных, утвержденной Министерством рыбного хозяйства СССР. Азот летучих оснований – по ГОСТ 7636-85.

Результаты и обсуждение

Результаты оценки органолептических, физико-химических и микробиологических характеристик подмороженного краба приведены на рис. 1-3.

Как видно из приведенного рис. 1, суммарная органолептическая оценка подмороженного краба была стабильна на протяжении 9 сут хранения. Однако следует отметить, что органолептическая оценка образцов, хранившихся при температуре 0 °С, снижалась на 7 сут хранения из-за незначительного уменьшения интенсивности запаха и вкуса вареного мяса краба.

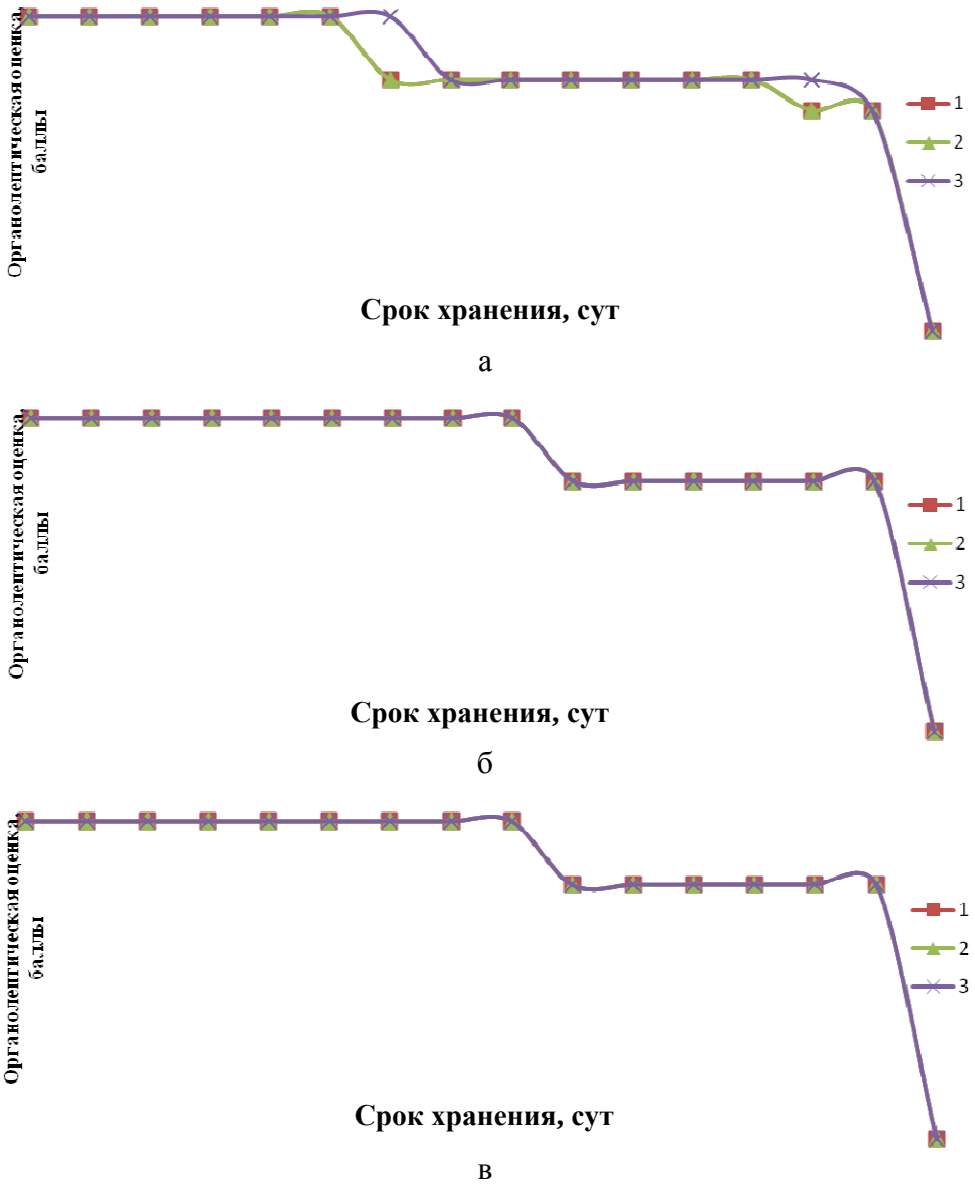


Рис. 1. Органолептическая оценка мороженого краба: камчатский (1), синий (2), колючий (3) при температуре хранения – 0 °С (а), минус 2 °С (б) и минус 4 °С (в)
Fig. 1. Organolepticheskу estimation of a frozen crab: kamchatka (1), dark blue (2), prickly (3) at storage temperature – 0 °С (а), a minus 2 °С (б) and a minus 4 °С (в)

В процессе технологической обработки сырья из ракообразных наиболее существенным моментом являются изменение химического состава при хранении, изменение белков, липидов под действием ферментов и микроорганизмов. В отличие от других присутствующих в клетках соединений белок характеризуется способностью к денатурации, вследствие чего изменяются его свойства. Это проявляется в резком изменении его растворимости, уменьшении способности к набуханию, удержании тканевого сока в мышцах, что приводит в результате к ухудшению качества продукта. Следует отметить, что на степень денатурации белка в определенной мере оказывают влияние факторы, обуславливающие условия и сроки хранения готовой продукции. При удлинении сроков морозильного хранения продукта количество денатурированного белка в нем увеличивается, при этом происходит накопление небелковых азотистых веществ, в том числе летучих [2, 3, 4].

Из данных, представленных на рис. 2, видно, что во всех образцах идет накопление АЛО. Наиболее интенсивно идет накопление при температуре 0 °С. Содержание АЛО в образцах, хранившихся при 0 °С, в два раза выше, чем в образцах, хранившихся при температуре минус 2 – минус 4 °С.

Количественное содержание азота летучих оснований характеризует степень интенсивности протеолиза белков в процессе хранения и является одним из объективных показателей свежести продуктов. Установлено, что при содержании АЛО в гидробионтах более 25 мг/100 г они считаются недоброкачественными. В данном случае во всех образцах подмороженного краба содержание АЛО не превышало 15 мг/100 г. Однако сроки хранения устанавливали по показателю КМАФАнМ.

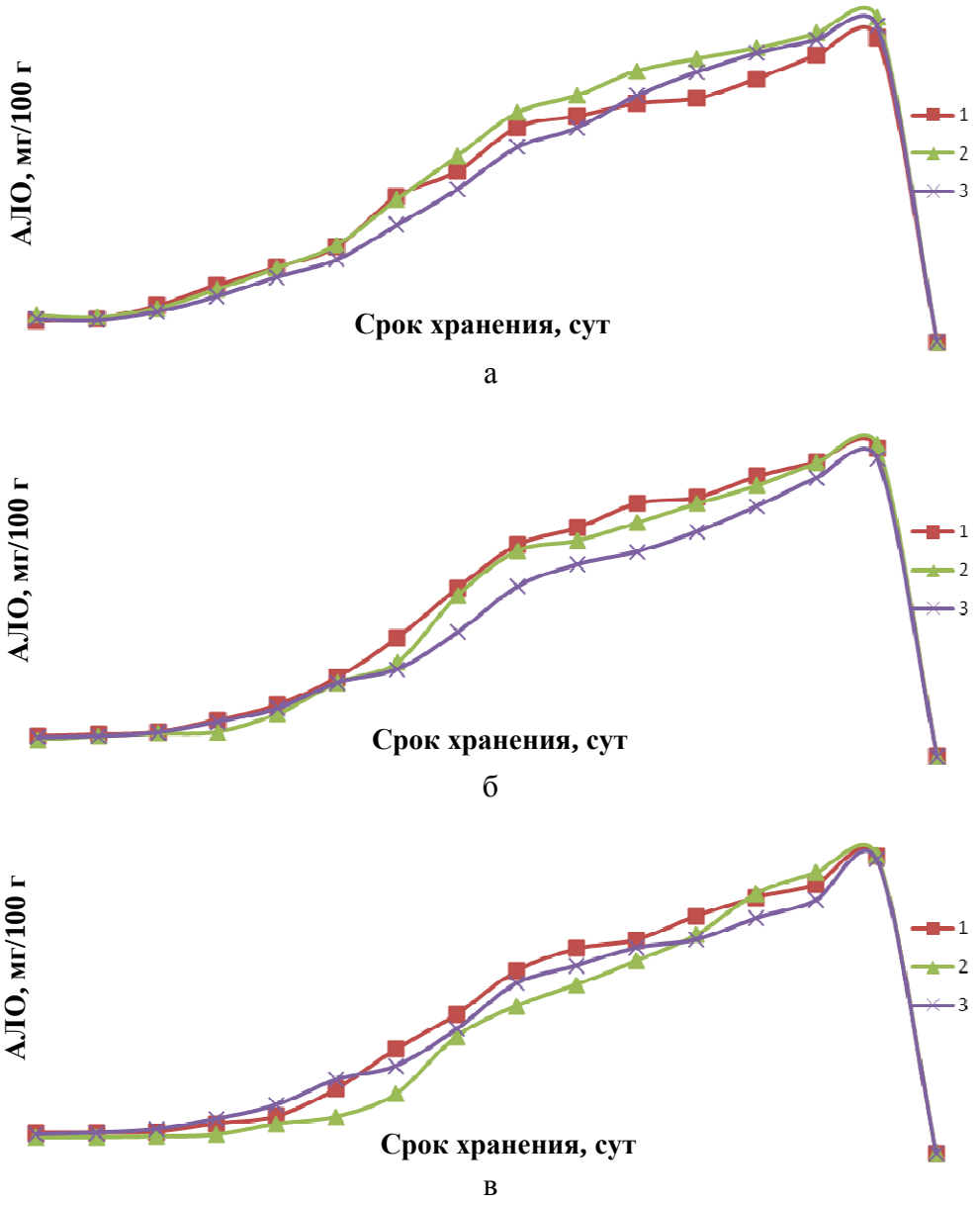


Рис. 2. Изменение АЛО мороженого краба: камчатский (1), синий (2), колючий (3) при температуре хранения – 0 °С (а), минус 2 °С (б) и минус 4 °С (в)
Fig. 2. Change is scarlet a frozen crab: kamchatka (1), dark blue (2), prickly (3) at storage temperature – 0 °С (a), a minus 2 °С (б) and a minus 4 °С (в)

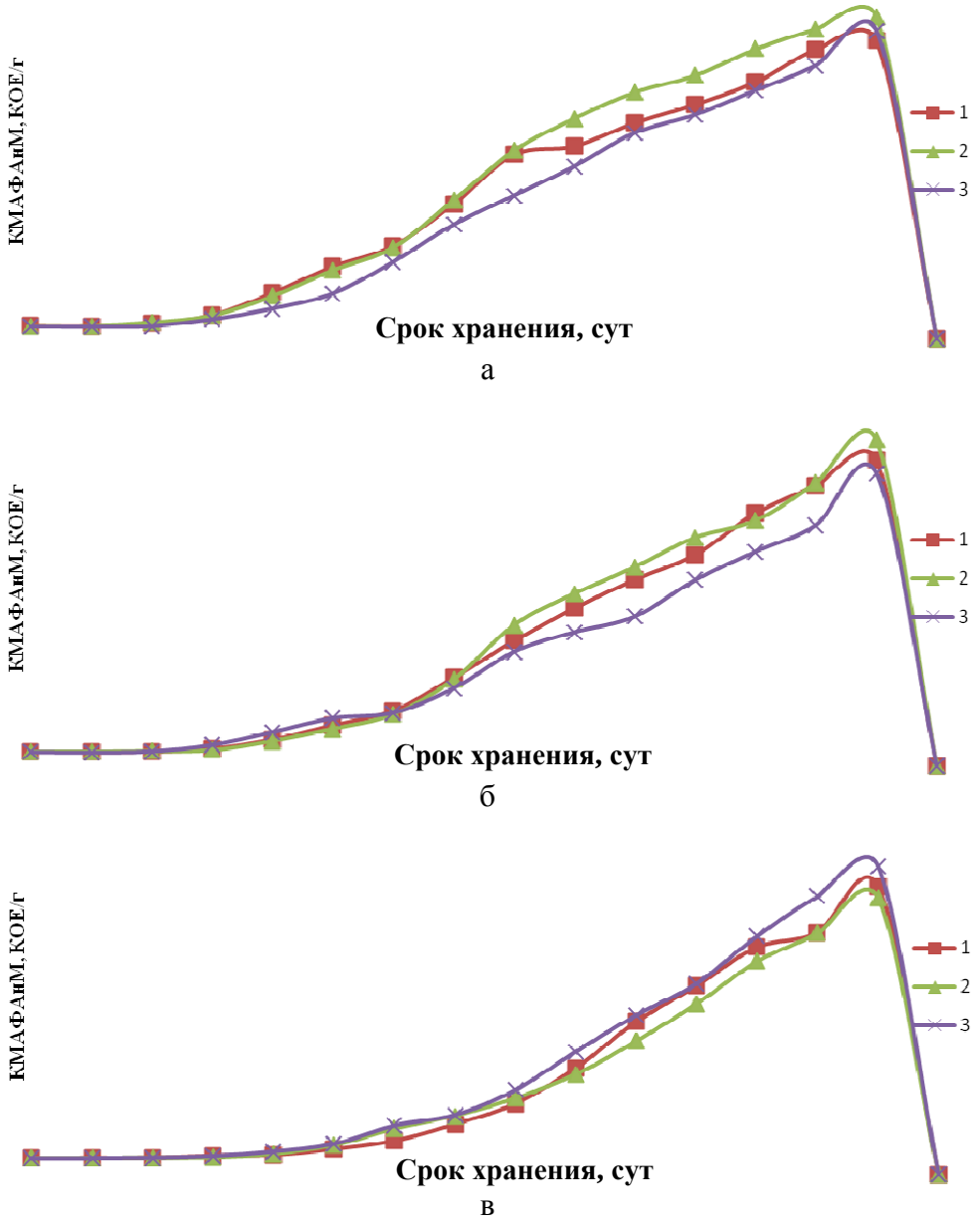


Рис. 3. Изменение обсемененности мороженого краба: камчатский (1), синий (2), колючий (3) при температуре хранения – 0 °С (а), минус 2 °С (б) и минус 4 °С (в)
Fig. 3. Change microbiological indicators a frozen crab: kamchatka (1), dark blue (2), prickly (3) at storage temperature – 0 °C (a), a minus 2 °C (б) and a minus 4 °C (в)

По микробиологическим показателям в течение 9 сут хранения количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов постепенно растет, наибольший рост отмечается при температуре 0 °С. Из данных графиков (рис. 3) видно, что в течение трех суток хранения развития микроорганизмов не наблюдается, это объясняется тем, что при резком понижении температуры жизнедеятельность большинства микроорганизмов замедляется, но при этом гибели их, как правило, не наблюдается. Последующий рост микроорганизмов объясняется тем, что они быстро приспосабливаются к изменяющимся условиям. Однако рост микроорганизмов в течение 9 сут был незначительный и не превышал норму, установленную для данного вида продукции ($1x10^5$ КОЕ/г). Кроме того, существен-

ным преимуществом является факт отсутствия в образцах сульфатредуцирующих клостридий бактерий группы кишечной палочки (БГКП). Ни в одной пробе изначально и в процессе хранения не выделились патогенные микроогранизмы S. aureus и сальмонеллы.

Выводы

Таким образом, проведенные исследования показали, что подмораживание сырья позволяет его хранить в течение 9 сут без изменения качества. Органолептическая оценка образцов остается на высоком уровне, количество АЛО не превышает нормы, КМАФАнМ ниже нормативного предела допустимых значений для данного вида продукции, а предложенный режим хранения создает надежные санитарные условия, исключающие развитие патогенной микрофлоры. Общий срок хранения и транспортирования подмороженных крабов с момента вылова до сдачи на береговое предприятие составляет 9 сут.

Список литературы

1. Артюхова С.А., Богданов В.Д., Дацун В.М., Ким Э.Н. и др. Технология продуктов из гидробионтов. – М.: Колос, 2001. – 496 с.

2. Быков В.П. Изменения мяса рыбы при холодильной обработке. – М.: Агропромиздат, 1987. – 220 с.

3. Кизеветтер И.В. Биохимия сырья водного происхождения. – М.: Пищ. пром-сть, 1973. – 385 с.

4. Пискарев А.И., Каминарская А.К., Лукьяница Л.Г., Борновалова А.П. Хранение замороженной рыбы. – М.: Госторгиздат, 1963. – 56 с.

Сведения об авторах: Порошин Александр Николаевич, младший научный сотрудник, e-mail: poroshinan@mail.ru;

Круглова Анна Евгеньевна, ассистент, e-mail: anuta__08@mail.ru;

Глебова Елена Велориевна, кандидат технических наук, доцент, e-mail: levege@mail.ru;

Лаптева Евгения Петровна, кандидат технических наук, доцент, e-mail: laptevaep@mail.ru.

УДК 664.95

Е.Ю. Кипер
Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, Луговая 52б

ИЗМЕНЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СУШЕНОГО ФИЛЕ МОРСКОГО ГРЕБЕШКА В ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ

Проведены исследования изменений качественных показателей сушеного филе морского гребешка при различных сроках хранения. Представлены результаты исследований органолептических, микробиологических показателей готового продукта в процессе хранения. Установлены оптимальные режимы процесса хранения сушеного филе морского гребешка.

Ключевые слова: *качественные показатели, сушеное филе морского гребешка, процесс хранения, оптимальные режимы.*

E.U. Kiper

CHANGE OF QUALITY PARAMETERS OF DRIED FILLET SEA SCALLOP IN DURING STORAGE

Investigations of changes in quality parameters of dried fillet of sea scallop at different periods of storage. The results of studies of organoleptic, microbiological indicators and safety indicators of the finished product in during storage. Optimal regimes of the process of storing dried fillet of sea scallop.

Key words: *quality indicators, dried fillet of sea scallop, the process of storage, the optimal mode.*

Введение

Сохранение свежести и качества пищевых продуктов длительное время является не простой задачей, так как качественные показатели пищевых продуктов начинают ухудшаться в результате жизнедеятельности микроорганизмов. Практически сразу продукт начинают поражать бактерии. Ухудшение качества и порчу пищевых продуктов предотвратить невозможно, однако замедлить процессы ухудшения можно, для чего в процессе хранения готового продукта необходимо исследовать его показатели качества, а также создать особые условия, в которых развитие микроорганизмов будет исключено или приостановлено [1].

Таким образом, целью работы является исследование изменений качественных показателей сушеного филе морского гребешка в процессе хранения для установления оптимальных режимов хранения.

Объекты и методы исследований

В качестве объекта исследования использовали филе морского гребешка мороженое по ГОСТ 30314-2006 и экспериментальные образцы сушеного филе морского гребешка.

Для оценки образцов использовали специально разработанную квалиметрическую пятибалльную шкалу. Изменение качества готовой продукции при хранении оценивали по совокупности показателей: внешний вид, цвет, вкус, запах, консистенция, общая приемлемость.

Обобщенный показатель качества рассчитывали как сумму частных органолептических показателей с учетом коэффициентов их значимости. Суммарную органолептическую оценку рассчитывали по формуле

$$y_c = \sum y_i k_i \,, \quad (1)$$

где y_i – оценка частного показателя, баллы; k_i – коэффициент значимости частного показателя.

Каждому показателю качества присвоен соответствующий коэффициент значимости: внешний вид – 0,8; цвет – 0,6; запах – 0,6; вкус – 1; консистенция – 0,4, общая приемлемость – 0,6. Все показатели качества оценивались по 5-балльной шкале, в дальнейшем при обработке результатов сенсорного анализа оценки каждого показателя умножались на соответствующий коэффициент значимости. Затем рассчитывался средний балл. Поскольку сумма коэффициентов значимости в нашей системе равна 4, то максимальная оценка, которую может получить образец – 20 баллов. По предварительным результатам продукция с оценкой ниже 16 баллов являлась неприемлемой. Оценку микробиологических показателей проводили в соответствии с требованиями СанПиН 2.3.2.1078-01. Все цифровые величины, использовавшиеся при построении графиков, обрабатывали в программе Microsoft Exel-2003.

Результаты и их обсуждение

Для изучения процессов, происходящих в процессе хранения, были изготовлены экспериментальные образцы сушеного филе морского гребешка, которые содержали влаги 20 %, поваренной соли – 3,0 %.

Сушеное филе упаковывали в пакеты из полимерных материалов и хранили при температуре от 0 до 5 °С и от 10 до 15 °С.

В процессе хранения изменение качества готовой продукции оценивали по совокупности основных показателей, где вкус, аромат, внешний вид и консистенция наиболее значимы и отражают суммарный эффект физических, химических и микробиологических изменений (рис. 1).

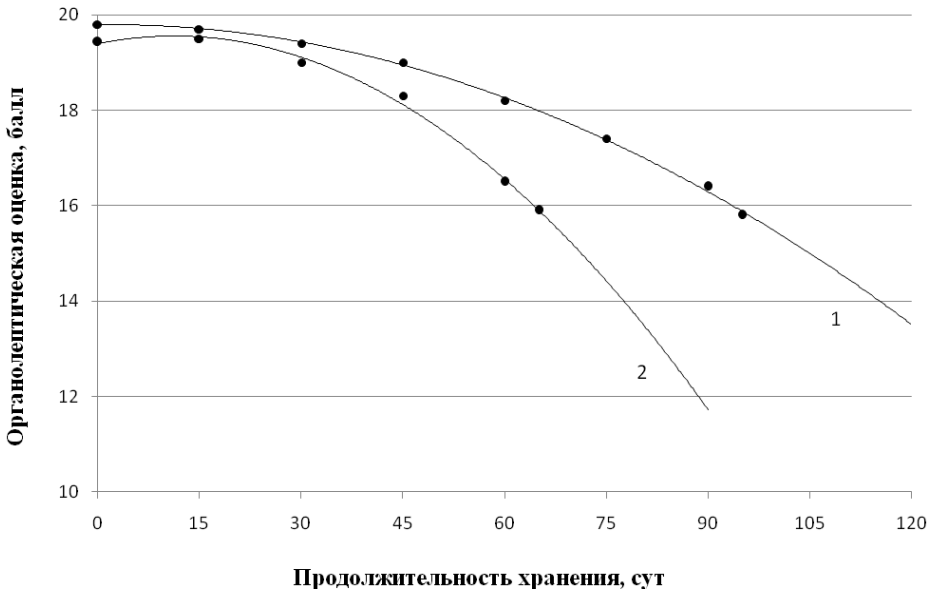


Рис. 1. Изменение органолептической оценки сушеного филе морского гребешка в зависимости от температуры хранения: 1 – температура хранения от 0 до 5 °С; 2 – температура хранения от 10 до 15 °С

Fig. 1. Change of organoleptic evaluation of dried fillet of sea scallops, depending on the storage temperature: 1 – temperature of storage from 0 to 5 °C; 2 – temperature of storage from 10 to 15 °C

Как видно из данных, представленных на рис. 1, суммарная органолептическая оценка сушеного филе стабильна на протяжении первого месяца хранения, и при этом наблюдается тенденция к ее повышению за счет улучшения вкуса и аромата продукта. Следует отметить, что органолептическая оценка образцов, хранившихся при температуре от 0 до 5 °С, была достаточно высокая до 75 сут хранения, а образцов, хранившихся при температуре от 10 до 15 °С – до 50 сут хранения.

Прежде всего, это связано с пониженным значением активности воды (a_w = 0,69 – 0,75), свидетельствующем о способности готовой продукции сохранять стабильность в хранении, при этом сохраняя органолептические показатели на высоком уровне.

Далее в процессе хранения образцов органолептическая оценка стала снижаться, так, при температуре хранения от 0 до 5 °С органолептическая оценка на 95 сут хранения составила 15,8 баллов, а при температуре хранения от 10 до 15 °С на 65 сут хранения – 15,9 баллов. Образцы имели несвойственные для сушеной продукции вкус и запах, жесткую консистенцию, потемневшую поверхность. Жесткость консистенции и потемнение поверхности в процессе хранения можно объяснить действием карбониламинной реакции, способствующей увеличению жесткости ткани и потемнению поверхности готовой продукции. Также следствием снижения органолептической оценки в процессе хранения является «старение» белков, при этом снижаются их способности к гидратации и удержанию тканевого сока в мышцах, что приводит в результате к ухудшению качества продукта [2].

Особый интерес при обосновании продолжительности хранения представляют данные микробиологических исследований (рис. 2).

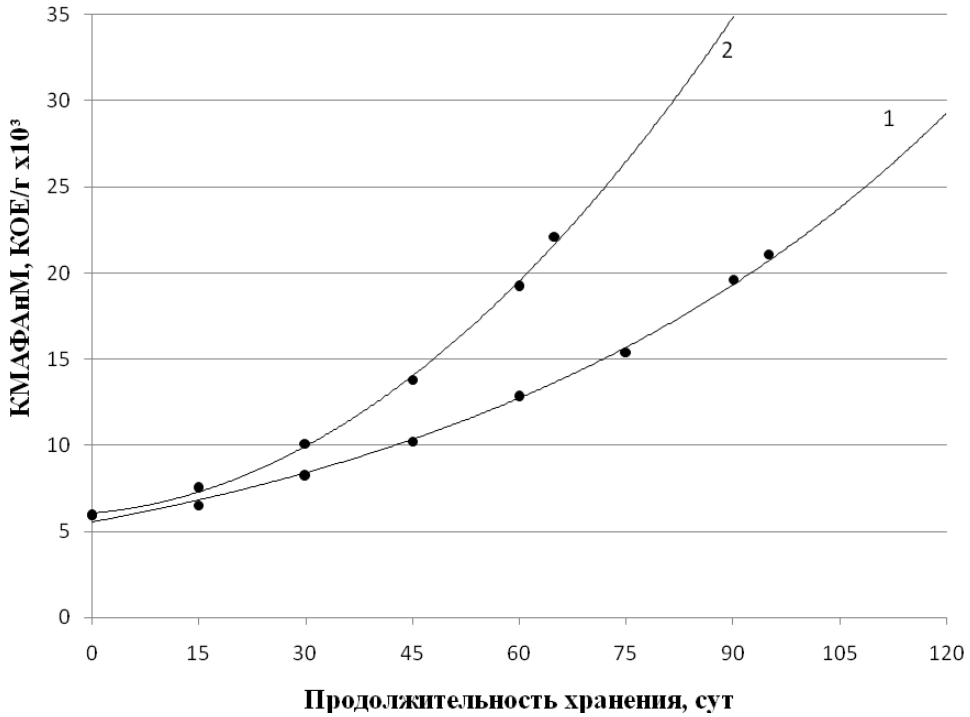


Рис. 2. Изменение микробиологических показателей сушеного филе морского гребешка в зависимости от температуры хранения: 1 – температура хранения от 0 до 5 °С; 2 – температура хранения от 10 до 15 °С

Fig. 2. Changing microbiological indicators of dried fillet of sea scallops, depending on the storage temperature: 1 – temperature of storage from 0 to 5 °C; 2 – temperature of storage from 10 to 15 °C

Из данных, представленных на рис. 2, видно, что на момент изготовления сушеного филе показатель КМАФАнМ составил $5,9x10^2$ КОЕ/г. В процессе хранения образцов сушеного филе наблюдалось постепенное увеличение показателя КМАФАнМ, наибольший рост отмечался при температуре от 10 до 15 °С.

Как видно из результатов, представленных на графике, при температуре хранения от 0 до 5 °С в течение 15 сут, при температуре хранения от 10 до 15 °С в течение 5 сут хранения развития микроорганизмов не наблюдалось. Это можно объяснить пониженным значением активности воды (a_w = 0,69 – 0,75), когда жизнедеятельность большинства микроорганизмов замедляется, но гибели их, как правило, не наблюдается. Другим фактором, влияющим на рост микроорганизмов, является температура хранения. В течение 15 сут хранения при температуре хранения от 0 до 5 °С рост микроорганизмов был в 1,2 раза меньше, чем при температуре хранения от 10 до 15 °С. Рост количества микроорганизмов связан также с тем, что филе морского гребешка перед сушкой подвергали посолу до содержания соли в готовом продукте 3,0 %. А, как известно, концентрация поваренной соли в среде оказывает существенное влияние на протеолитическую активность микроорганизмов. Концентрация соли в среде до 4 % постепенно стимулирует рост и протеолитическую активность микроорганизмов рода *Micrococcus* и является благоприятной средой для их дальнейшего развития [3].

Последующий рост микроорганизмов объясняется тем, что они быстро приспосабливаются к изменяющимся условиям. Однако рост микроорганизмов при температуре хранения от 0 до 5 °С в течение 90 сут, при температуре хранения от 10 до 15 °С в течение 60 сут был незначительный и не превышал норму, установленную для данного вида продукции ($2,0x10^4$ КОЕ/г). При дальнейшем хранении происходит постепенное увеличение роста показателя КМАФАнМ. При температуре хранения от 0 до 5 °С на 95 сут хранения и при температуре хранения от 10 до 15 °С на 65 сут хранения показатель КМАФАнМ превышал норму, установленную СанПиН для данного вида продукции.

Существенным преимуществом является факт отсутствия в готовой продукции сульфитредуцирующих клостридий, бактерий группы кишечной палочки (БГКП). Ни в одной пробе не выделились патогенные микроорганизмы *S. aureus* и сальмонеллы.

Выводы

Таким образом, проведенные исследования изменений качественных показателей сушеного филе в процессе хранения позволяют установить сроки и условия хранения:

- 3 месяца при температуре от 0 до 5 ^{0}С;
- 2 месяца при температуре от 10 до 15 ^{0}С.

Органолептическая оценка образцов остается на высоком уровне, показатель КМАФАнМ ниже нормативного предела допустимых значений для данного вида продукции, а предложенный режим хранения создает надежные санитарные условия, исключающие развитие патогенной микрофлоры.

Список литературы

1. Стеле Р. Срок годности пищевых продуктов. Расчет и испытание / пер. с англ. В. Широкова; под общ. ред. Ю.Г. Базарновой. – СПб.: Профессия, 2006. – 480 с.

2. Воскресенский Н.А. Посол, копчение и сушка рыбы. – М.: Пищ. пром-сть, 1966. – 564 с.

3. Дутова Е.Н., Гофтарш М.М., Призренова И.И., Сазонова А.С. Техническая микробиология рыбных продуктов. – М.: Пищ. пром-сть, 1976.

Сведения об авторе: Кипер Екатерина Юрьевна, аспирант,
e-mail: klimovaeu@rambler.ru.

УДК 664.951(075.8)

Т.В. Молоткова
Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

СПОСОБ ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ ПРОМЫСЛОВЫХ ВИДОВ ОСЬМИНОГА

Описан способ первичной разделки, позволяющий сохранять полезные свойства сырья, установлено влияние предложенного способа на изменение фракционного и химического составов белков, структуру мышечных тканей осьминога.

Ключевые слова: *осьминог, мышечные ткани, кожа, белки, аминокислоты, структура.*

T.V. Molotkova

SUBSTANTIATION OF CONDITIONS OF A PREPROCESSING OF TRADE KINDS OF AN OCTOPUS

In operation the expedient of the primary cutting is featured, allowing to maintain the useful properties of raw materials, influence of the offered expedient on change fractional and a chemical compound of fibers, structure of muscular fabrics of an octopus is erected.

Key words: *an octopus, muscular fabrics, a skin, fibers, amino acids, structure.*

Введение

Одним из перспективных направлений в обеспечении населения высококачественными продуктами питания является создание пищевой продукции из малоиспользуемого сырья – осьминога, мышечная ткань которого содержит не только полноценные хорошо усвояемые белки, но и комплекс биологически активных соединений, обладающих лечебно-профилактическими свойствами [1, 2, 3].

В отечественной практике использование осьминога сильно ограничено отсутствием широкого ассортимента пищевых продуктов из него, достаточно большой долей отходов, значительную часть которых составляет трудно отделяемая кожа осьминога (до 37 % к массе сырья). При этом все известные способы удаления кожи предусматривают предварительную тепловую обработку осьминога, в результате которой структурно-механические характеристики мышечной ткани и ее питательные свойства ухудшаются [4].

Однако пищевая ценность кожи промысловых видов осьминога определяется достаточно высоким содержанием азотистых веществ – до 14 %, в том числе коллагена – до 13 % в пересчете на сырую ткань [4, 5]. Кроме того, тепловая обработка кожи при температуре более 150 °С приводит к образованию приятного вкуса и аромата готового продукта, напоминающий вкус и аромат жареных грибов [4].

Исходя из этого, целью настоящих исследований являлось научное обоснование нового способа первичной обработки осьминога, обеспечивающего эффективность технологического процесса и максимальное сохранение полезных свойств сырья. В ходе работы были уточнены размерно-массовые характеристики промысловых видов осьминога, исследован химический состав мышечных тканей и кожи, разработан способ предварительной обработки, изучено влияние технологических параметров обработки на выход и сохранение полезных свойств сырья.

Объекты и методы исследований

Объектами исследований служили осьминог гигантский (*Octopus dofleini*) и осьминог песчаный (*Octopus conispadiceus*), имеющие промысловое значение.

В работе использовались стандартные и общепринятые физические, органолептические, химические методы исследования. Количество белковых веществ во фракциях – по ГОСТ 26889-86 на приборе «Foss Rjeltec 2300», гистологические исследования – оптическим методом [6].

Результаты и обсуждение

Все существующие способы первичной обработки осьминога предусматривают снятие кожи с сырого осьминога или термообработку, облегчающую снятие кожи. Однако такая обработка в значительной степени ухудшает органолептические характеристики мышечной ткани, которая приобретает жесткую, тяжело разжевываемую консистенцию. Тепловая обработка, осуществляемая варкой при температуре 100 ^{0}С в течение 15-30 мин, приводит к потере части питательных веществ. Использование известного способа удаления кожи осьминога с помощью ферментативной обработки [5] позволяет использовать продукты ферментолиза только для получения соусов.

Для эффективной разделки осьминога предложен способ удаления кожных покровов [7, 8], включающий обработку осьминога льдосолевой смесью, последующую варку при температуре 100 °С до 15 мин, охлаждение и снятие кожи с последующим использованием кожи моллюска.

Обработка льдосолевой смесью способствует сохранению белка в тканях, так как в ходе перемешивания осьминога с солью и льдом часть белка осьминога (поверхность) денатурирует, происходят так называемые «солевые ожоги», в результате чего образуется оболочка, которая предотвращает вымывание белков при последующей варке. Это позволяет максимально сохранить питательные компоненты сырья, повысить пищевую ценность готового продукта.

В таблице представлены результаты экспериментальных исследований по влиянию предложенного способа первичной обработки осьминога на содержание в полуфабрикате общего белка, водо-, соле-, щелочерастворимого белка, азота, минеральных веществ. Соотношение соли и льда экспериментально подобрано и составляет 1:1, расход льдосолевой смеси – 4 % от массы обрабатываемого сырья, продолжительность перемешивания – до 40 мин, продолжительность варки – до 8 мин.

Изменение химического и фракционного составов белков осьминога в процессе предварительной обработки
Change of chemical and fractional structure of fibers of an octopus in the course of preliminary processing

Характеристика	Изменение характеристики белков после обработки, %	
	известным способом	предложенным способом
Белок общий	10,2	16,1
Общий азот	1,6	2,6
Небелковый азот	0,5	0,4
Белок водорастворимый	12,1	20,3
Белок солерастворимый	36,8	48,0
Белок щелочерастворимый	51,1	31,7

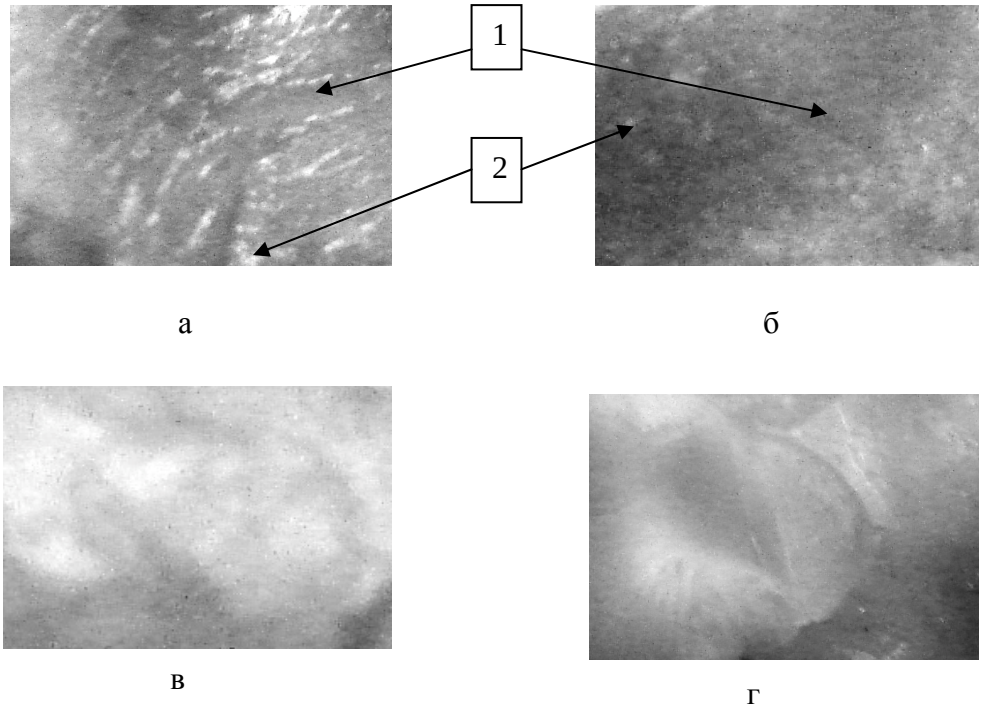
Существующий способ обработки осьминога включает протирание солью, промывание в проточной воде и варку осьминога в 3%-м солевом растворе до 30 мин [9].

Анализ табличных данных свидетельствует, что предложенный способ позволяет в большей мере по сравнению с существующим сохранять белковые фракции. Так, по общему белку это сохранение составляет более чем на 6 % от исходного содержания, по во-

дорастворимому белку – более чем на 8 %, по солерастворимому – более чем на 11 %, по щелочерастворимому (уменьшение) – более чем на 19 %.

Представленные результаты объясняются тем, что при перемешивании осьминога с льдосолевой смесью образуется вязкий раствор солерастворимой части белка. Последующее механическое перемешивание осьминога приводит к образованию губчатой массы, препятствующей переходу ценных питательных веществ из мышечной ткани и кожных покровов в варочные бульоны. За счет чего выход полуфабриката увеличивается более чем на 8 %. Общая биологическая ценность полуфабриката, полученного предложенным способом, более чем на 3 % выше по сравнению с аналогичным показателем полуфабриката, полученного известным способом, и составляет около 85 %.

Предложенный способ позволяет не только сохранить питательные компоненты сырья и увеличить выход полуфабриката, но и значительно улучшить консистенцию продукта. Это свойство продукта в значительной степени зависит от его структуры, от параметров термического воздействия осьминога. Для подтверждения этого была изучена структура мышечной ткани осьминога на всех этапах первичной обработки. Контролем служил сырой необработанный осьминог. Подготовленные образцы нарезали поперечным срезом размером 10 мк и окрашивали пищевым красителем Е 122. Образцы подсушивали, фиксировали на предметных стеклах, просматривали под микроскопом марки «Биолам» (увеличение в 200 раз), фотографирование проводили цифровым фотоаппаратом марки SONI DSC-HX7V. Результаты исследований представлены на рисунке.



Структура среза мышечной ткани образцов: а – осьминог после обработки льдосолевой смесью при механическом перемешивании в течение 40 мин; б – осьминог после обработки льдосолевой смесью при механическом перемешивании в течение 60 мин; в – осьминог после обработки солью; г – контрольный образец (осьминог без обработки); 1 – разрыв мышечной ткани; 2 – пустоты, заполненные мышечным соком

Structure of a cut of a muscular fabric of samples: a – an octopus after processing by a icesalt mix and mechanical hashing within 40 minutes; б – an octopus after processing by a ice-salt mix and mechanical hashing within 60 minutes; в – an octopus after processing by salt; г – the control sample (an octopus without processing); 1 – rupture of a muscular fabric; 2 – emptiness filled with muscular juice

Как видно из рисунка, обработка солью позволила сократить деструктивные изменения мяса осьминога, сгладить разрывы мышечных волокон, создать однородную тонкодисперсную структуру. Применение льдосолевой смеси позволяет получить однородную тонкодисперсную структуру с разрывами мышечной ткани и пустотами, заполненными мышечным соком. При более длительной обработке льдосолевой смесью изменений практически не наблюдается – незначительно уменьшаются пустоты, заполненные мышечным соком.

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод о положительном влиянии применения льдосолевой смеси: происходит размывание границ и равномерное набухание мышечных волокон. Все это способствует образованию монолитной структуры готовых кулинарных продуктов. Полученные данные исследования структуры мышечной ткани осьминога согласуются с ранее рассматриваемыми результатами исследований их физических, реологических и органолептических характеристик.

Выводы

Таким образом, разработан способ первичной обработки осьминога, позволяющий по сравнению с известным сохранить общий белок более чем на 6 %, солерастворимый белок – на 11 %; улучшить структуру тканей за счет сглаживания разрывов и равномерного набухания мышечных волокон, создания однородной тонкодисперсной структуры.

Список литературы

1. Диденко А.П. Технохимическая характеристика и некоторые технологические свойства осьминога // Изв. ТИНРО. – 1972. – Т. 83. – С. 142-151.

2. Козырева О.Б. Исследование физико-химических свойств покровных тканей головоногих моллюсков // Изв. ТИНРО. – 1999. – Т. 125. – С. 80-84.

3. Зюзьгина А.А., Купина Н.М. Технологическая характеристика осьминога песчаного Paroctopus conispadiceus // Биомониторинг и рациональное использование гидробионтов: тез. докл. конф. молод. ученых. – Владивосток: ТИНРО, 1997. – С. 137-138.

4. Ким Э.Н., Молоткова Т.В. Химические и функциональные свойства кожи осьминога, используемой как сырье для производства кулинарных изделий // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: материалы Междунар. науч.-техн. конф.: в 2 ч. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2010. – Ч. II. – С. 102-105.

5. Козырева О.Б., Слуцкая Т.Н. Обоснование условий протеолиза покровных тканей головоногих моллюсков с целью получения пищевых эмульсий // Изв. ТИНРО. – 1999. – Т. 125. – С. 338.

6. Тиняков Т.Т. Гистология мясопромышленных животных. – М.: Пищ. пром-сть, 1976. – 460 с.

7. Пат. Российская Федерация. Способ приготовления сушеного осьминога / Васильев А.И., Костейчук Т.В. (Молоткова), Кучеренко Н.А.; Дальрыбвтуз, № 2287961; дата публ. 27.11.2006.

8. Пат. Российская Федерация. Способ приготовления холодца из осьминога / Молоткова Т.В., Ким Э.Н.; ООО «Регата», № 2434537; дата публ. 27.11.2011.

9. Кизеветтер И.В. Лов и обработка промысловых беспозвоночных дальневосточных морей. – Владивосток: Приморское кн. изд-во, 1962. – 224 с.

Сведения об авторе: Молоткова Татьяна Викторовна, заместитель директора Учебно-производственного технологического центра, e-mail: ladygina2@mail.ru.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ И ТРАНСПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОТРАСЛИ

УДК 664.951

Д.Ю. Проскура, А.А. Дерябин, С.П. Григорьева
Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая 52б

ОПТИМИЗАЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИБРАЦИОННЫХ МАШИН В РЫБНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Рассмотрены условия вибрационного перемещения гидробионтов в зависимости от биологических и реологических характеристик. Анализ предложенных моделей позволил модифицировать «Устройство вибрационного перемещения гидробионтов» и, добавив сменное навесное оборудование, увеличить количество производимых операций базовой моделью.

Ключевые слова: *вибрация, перемещение, навесное оборудование, универсальность.*

D.Yu. Proskura, A.A. Deryabin, S.P. Grigoreva

OPTIMIZING THE USE OF VIBRATING MACHINES IN THE FISHING INDUSTRY

Considered the conditions of vibration displacement of shrimp, depending on the biological and rheological characteristics. Analysis of the proposed models allow to modify the «Device vibration displacement shrimp» and by adding the replacement attachments, increase the number of transactions the base model.

Key words: *vibration, displacement, attachments, universality.*

Характерной особенностью вибрационных машин является то, что благодаря высокочастотным повышенным силовым воздействиям со стороны рабочих органов на обрабатываемый материал удается интенсифицировать существующие и применить принципиально новые способы разделения и транспортировки. Однако имеются некоторые трудности осуществления движения рабочих органов по заданным траекториям вследствие того, что движение этих рабочих органов осуществляется под действием сил инерции вибраторов и сопровождается деформацией упругих элементов подвесок.

Достаточно полно изучено взаимодействие колебательных систем пространственных вибрационных машин с источниками энергии ограниченной мощности при пусковых и остановочных резонансах. В этом случае колебательный режим системы посредством обратной связи оказывает существенное влияние на движение источника энергии. Отражением этой взаимной зависимости является связь дифференциальных уравнений движения системы и источника энергии.

Поскольку воздействие неидеального источника энергии на колебательную систему зависит от режима ее движения, оно не выражается в виде явной функции времени, поэтому такие колебательные системы приходится рассматривать как автономные. Этот специфический раздел теории колебаний получил развитие благодаря фундаментальным работам В.О. Кононенко. Согласно введенному им ограничению частота вращения ротора двигателя и, следовательно, ротора вибратора изменяется медленно. Это позволило в уравнениях движения учитывать статические характеристики источников энергии в виде известных заранее частот вращения.

Существенными элементами новизны является развитие метода В.О. Кононенко для случая нестационарных колебаний пространственных вибрационных машин с несколькими степенями свободы и с учетом взаимного влияния основных резонансов. Взаимное влияние основных резонансов играет значительную роль не только в пространственных вибрационных машинах, но и в машинах с поступательным движением рабочих органов (с двумя степенями свободы) [1].

Машины с вертикальной осью вращения дебалансов вибратора и установкой на решетный стан плоских, горизонтально расположенных решет; плоских, неперфорированных дисков; конических воронок, обращенных меньшим основанием вниз; конических воронок, обращенных меньшим основанием вверх; параболоидов и гиперболоидов вращения; машины с винтовыми колебаниями решет вокруг вертикальной оси; машины с двойным наклоном неперфорированной фрикционной рабочей поверхности к горизонту и поступательным или плоскопараллельным движением в вертикальной плоскости.

Вибрационное транспортирование осуществляется при прямолинейных или эллиптических гармонических колебаниях несущей поверхности в режимах с подбрасыванием (если сырье обладает повышенной адгезией), или в безотрывных режимах. Негармоничные колебания (например, бигармонические) используются обычно только в безотрывных режимах. Явление упругого удара приводит к возникновению хаотических режимов с резким возрастанием высоты подбрасывания и потере ориентации. А на первоначально предложенной установке регулируемый угол наклона рабочей поверхности частично решает эту задачу за счет наклона.

Выпускаемые промышленностью вибромашины, как правило, созданы для выполнения конкретной технологической задачи или функции. Применяемые машины не смогут работать ни в каких других областях промышленности и хозяйстве. Даже на одном предприятии одна вибромашина не сможет заменить другую или даже взять на себя часть функций другой техники. Предлагаемое нами «Устройство вибрационного перемещения гидробионтов» имеет широкий диапазон перемещения гидробионтов разного вида и размеров, а также с разной степенью адгезии. Также в конструкции заложен большой потенциал для модификации и при замене некоторых рабочих органов выполнения других рабочих операций и функций. Это позволяет предприятиям переходить с одного вида деятельности на другой без дополнительного оборудования, а только используя базовое устройство и сменные агрегаты. На основе обобщения ранее проводимых научно-исследовательских работ была выбрана принципиальная схема установки (патент РФ № 91987, кл B654G27116, опубликовано 2010 г.) «Устройство вибрационного перемещения гидробионтов», которая включает колеблющиеся технологические поверхности (горизонтальная профилированная виброплоскость) двух уровней для выполнения различных операций (ориентации, транспортирования или загрузки сырья в разделочную машину), рис. 1 [5].

Выполнение такой важной задачи, как ориентирование на базовой модели рассчитывается по методике, хорошо зарекомендовавшей себя ранее [5, 7].

Направленное перемещение рыб по технологическим поверхностям происходит в результате их неравномерного скольжения головой и хвостом вперед за период колебаний. На горизонтальной поверхности ориентатора направленное перемещение сырья возможно лишь головой вперед, что объясняется для каждой отдельной рыбы неравенством коэффициентов трения:

$$f < f', \tag{1}$$

$$f_1 < f_1', \tag{2}$$

где f, f_1 – коэффициенты трения движения (кинетические) и покоя при скольжении рыбы головой вперед;

f', f_1' – коэффициенты трения движения (кинетические) и покоя при скольжении рыбы хвостом вперед.

Для горизонтальной технологической поверхности при направленном перемещении рыбы по столу соблюдается условие

$$S_+ > S_-, \tag{3}$$

где S_+ – длина (путь) скольжения рыбы головой вперед за период колебания; S_- – длина (путь) скольжения рыбы хвостом вперед за период колебания.

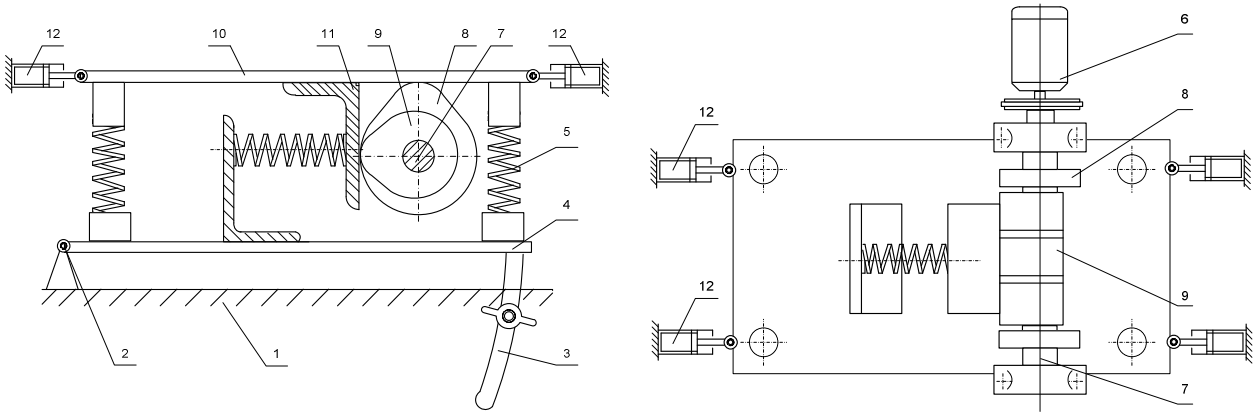


Рис. 1. Устройство вибрационного перемещения гидробионтов: 1 – станина; 2 – шарнир; 3 – устройство для изменения наклона стола; 4 – нижний лист; 5 – пружины; 6 – электродвигатель; 7 – вал; 8, 9 – кулачки; 10 – рабочая поверхность; 11 – упор; 12 – демпфирующее устройство
Fig. 1. The device of vibrating movement the shrimp: 1 – stanin; 2 – hinge; 3 – a device for changing the tilt table, bottom sheet; 4 , 5 , 6 – electric motor, 7 – shaft; 8, 9 – cams; 10 ; 11 – emphasis; 12 – damping device

Разность путей скольжения определяет величину направленного перемещения за период колебания технологической поверхности:

$$\Delta S = S_+ > S_- . \tag{4}$$

Направленное перемещение характеризуется дифференциальным уравнением движения рыбы по колеблющейся горизонтальной поверхности:

$$m\ddot{x}_r = F(F') + c_e, \tag{5}$$

где $\ddot{x}_r$ – относительное ускорение рыбы; m – масса рыбы; $F(F')$ – сила трения движения, соответствующая скольжению рыбы головой (хвостом) вперед; c_e – переносная сила инерции.

Сила трения движения препятствует скольжению рыбы по столу, а переносная сила инерции, противоположная по направлению вектору/переносного ускорения поверхности, в какой-то момент периода колебаний способствует скольжению рыбы, а в какой-то момент – препятствует.

За период колебания технологической поверхности из крайнего левого в крайнее правое положение и обратно переносная сила инерции изменяется по величине и направлению. Поскольку поверхность колеблется по гармоническому закону

$$x_в = A\sin kt\,, \tag{6}$$

после двойного дифференцирования уравнение примет вид

$$\ddot{x}_в = -Ak^2 \sin kt\,, \tag{7}$$

где $x_в$ – смещение поверхности относительно неподвижной системы отсчета *xoy*; A – амплитуда колебаний; k – угловая частота колебаний; t – время; $\ddot{x}_в$ – переносное ускорение поверхности; $x_1o_1y_1$ – подвижная система отсчета.

Отсюда следует, что переносная сила инерции

$$\tilde{C}_в = -m\ddot{x}_в = -mAk^2 \sin kt\,. \tag{8}$$

Поскольку $mAk^2 = const$, график изменения силы инерции в течение периода колебаний характеризуется синусоидой. В промежутке от нуля до 7 г вектор силы инерции направлен вправо (смещение поверхности вправо), а в промежутке от π до 2 π – влево (смещение поверхности влево). При смещении поверхности вправо сила инерции стремится сдвинуть рыбу головой вперед, при смещении влево – хвостом вперед.

Сила трения всегда направлена против относительного скольжения сырья по поверхности. Если рыба за период колебаний скользит головой и хвостом вперед, то вектор силы трения за это время изменяет свое направление на противоположное. Вектор силы трения движения за период колебания может совпадать или не совпадать с вектором переносной силы инерции [8].

Расчет вибрационных сортировочных машин [7].

Производительность вибрационных сортировочных машин зависит от числа калибрующих щелей, шага между рыбами при их перемещении *i* щели и средней скорости перемещения рыбы в щели.

На рис. 2 представлена схема сил, действующих на рыбу, находящуюся в расходящейся калибрующей щели между планками с поперечным сечением в виде равнобедренного треугольника.

Для определения средней скорости перемещения рыбы при гармонических колебаниях сортировочной решетки решается дифференциальное уравнение [6].

$$x = \frac{Ak^2 \cdot \sin kt \cdot \cos(\beta \pm \tilde{\rho}_\pm) \pm x \cdot \sin(\tilde{\rho}_\pm \pm \alpha)}{\cos\tilde{\rho}_\pm \pm \sin\tilde{\rho} \pm tg\alpha_{щ} \pm ctg\lambda_n}, \tag{9}$$

где A – амплитуда колебаний решетки; K – частота колебаний решетки; β – угол вибраций; $\tilde{\rho}_\pm$ – приведенный угол трения;

$$\tilde{\rho}_\pm = \frac{arctg\left(f_{адг.} + f_{деф.}\right)}{\sin\dfrac{Q}{2}}, \tag{10}$$

$f_{адг.}$, $f_{деф.}$ – адгезиционная и деформационная составляющие силы трения; Q – угол при вершине рабочих органов решетки; $\alpha_{щ}$ – угол расхождения щели; λ_n – угол заострения спинки (брюшка) рыбы.

В представленном уравнении верхние знаки и верхние индексы при коэффициенте трения относятся к прямому скольжению рыбы (в направлении транспортирования), нижние – к обратному скольжение.

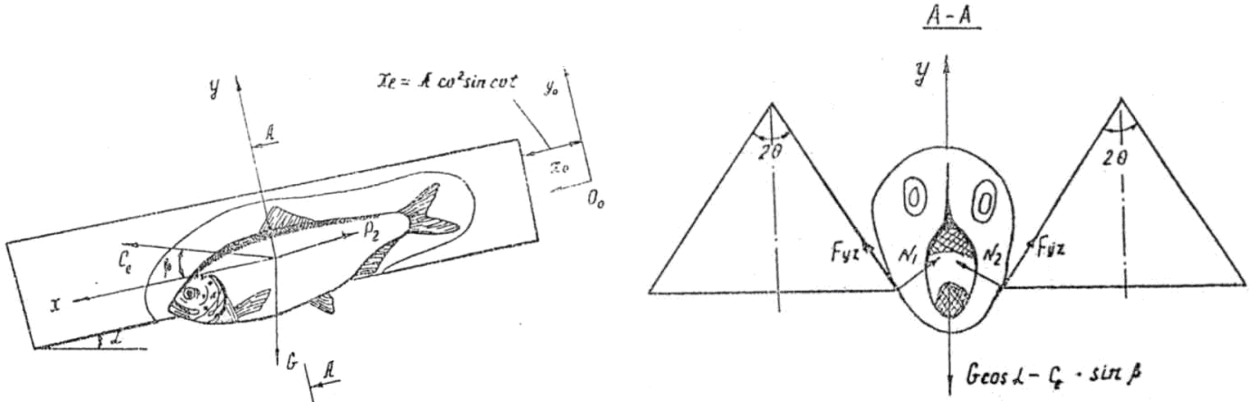


Рис. 2. Схема сил, действующих на рыбу в калибрующей щели
Fig. 2. Scheme of acting forces on the fish in calibrating gap

Перемещение рыбы по щели:

а) при прямом скольжении:

$$S_+ = \frac{r \cdot A \cdot \cos(\beta + \tilde{\rho}_+)}{\cos\tilde{\rho}_+ + \sin\tilde{\rho}_+ \cdot tg\alpha_{щ} \cdot ctg\lambda_n} \cdot F\left(\delta_+,\ \delta_+^*\right); \tag{11}$$

б) при обратном скольжении:

$$S_- = \frac{r \cdot A \cdot \cos(\beta - \tilde{\rho}_-)}{\cos\tilde{\rho}_+ - \sin\tilde{\rho}_- \cdot tg\alpha_{щ} \cdot ctg\lambda_n} \cdot F\left(\delta_-,\ \delta_-^*\right), \tag{12}$$

где $F(\delta_\pm, \delta_\pm^*)$ – безразмерное перемещение рыбы, определяем графически в зависимости от значений безразмерных параметров вибрации при прямом и обратном скольжении рыбы Z_+, Z_-, … [6].

Безразмерные параметры вибрации:

$$z_\pm = \frac{g}{A \cdot k^2} \cdot \frac{\sin(\tilde{\rho}_\pm \pm \alpha)}{\cos(\beta \pm \tilde{\rho}_\pm)}; \tag{13}$$

$$z_{1\pm} = \frac{g}{A \cdot k^2} \cdot \frac{\sin(\tilde{\rho}'_\pm \pm \alpha)}{\cos(\beta \pm \tilde{\rho}'_\pm)}, \tag{14}$$

где $\tilde{\rho}_+$, $\tilde{\rho}_-$ – коэффициенты трения движения рыбы при прямом и обратном скольжении; $\tilde{\rho}'_+$, $\tilde{\rho}'_-$ – коэффициенты трения покоя при относительном покое рыбы в прямом и обратном скольжении.

Средняя скорость перемещения рыбы при движении по щели до места начала выпадения определяется [6]:

$$V = \frac{S_+ \cdot S_-}{2 \cdot \pi} \cdot K \,. \tag{15}$$

При движении по расходящейся щели рыба доходит до места, где размеры щели равны толщине поперечного сечения рыбы, через который проходит ее центр тяжести. Так как у рыбы центр тяжести смещен относительно сечения максимальной толщины в сторону хвостового плавника, то она под действием силы тяжести разворачивается в щели хвостовой частью вниз и одновременно с перемещением вперед начинает колебаться в щели. Колебание рыбы будет происходить до тех пор, пока она не дойдет в продольном направлении по щели до места, соответствующего толщине рыбы в максимальном сечении. Частота собственных колебаний рыбы определится:

$$K = \sqrt{\frac{2 \cdot m \cdot g \cdot l_x}{\tau_p + 2 \cdot m \cdot l_x^2}}\,, \tag{16}$$

где l_x – расстояние от центра тяжести рыбы в продольном направлении до сечения максимальной толщины; τ_p – момент инерции рыбы.

Скорость перемещения рыбы по щели в данном случае можно определить по изложенной выше методике, но с новыми значениями безразмерных параметров вибрации z_+', z_-'. Эти параметры в данном случае равны

$$z_\pm = \frac{g}{A \cdot K^2} \cdot \frac{\sin(\tilde{p} \pm \alpha)}{\cos(A \pm Б_1) + \lambda_0^2 \cdot \cos(\alpha + \beta) \cdot \cos(\tilde{p} \pm \alpha)}\,, \tag{17}$$

где

$$\lambda_0^2 = \frac{2 \cdot m \cdot l_x^2}{\tau_p + 2 \cdot m \cdot l_x}. \tag{18}$$

Экспериментально установлено, что если рыба ориентирована в калибрующей щели головой вперед, то данную ориентацию можно сохранить при выпадении рыбы из щели, если под щелью расстояние меньше, чем длина рыбы от центра тяжести до хвостового плавника, установить приемный желоб, жестко связанный с калибрующей решеткой. В данном случае при выпадении рыба опускается на плоскость желобка хвостовым плавником и на нее накладывается дополнительная связь, вследствие чего в период совместного движения рыбы и сортировочной решетки (относительный покой) она колебаться не будет, а при перемещении по щели вперед будет постепенно разворачиваться и в итоге падать на желоб головой вперед в направлении перемещения.

Устойчивость движения рыб находится с помощью графиков (рис. 3). Теоретическая скорость перемещения сырья после решения дифференциального уравнения движения вычисляется по формуле

$$v_T = \Delta S n = 2A(F_+ - F_-)n\,, \tag{19}$$

где n – частота колебаний, Гц; F_+, F_- – функции скольжения, характеризующие движение рыбы головой и хвостом вперед в течение периода колебаний.

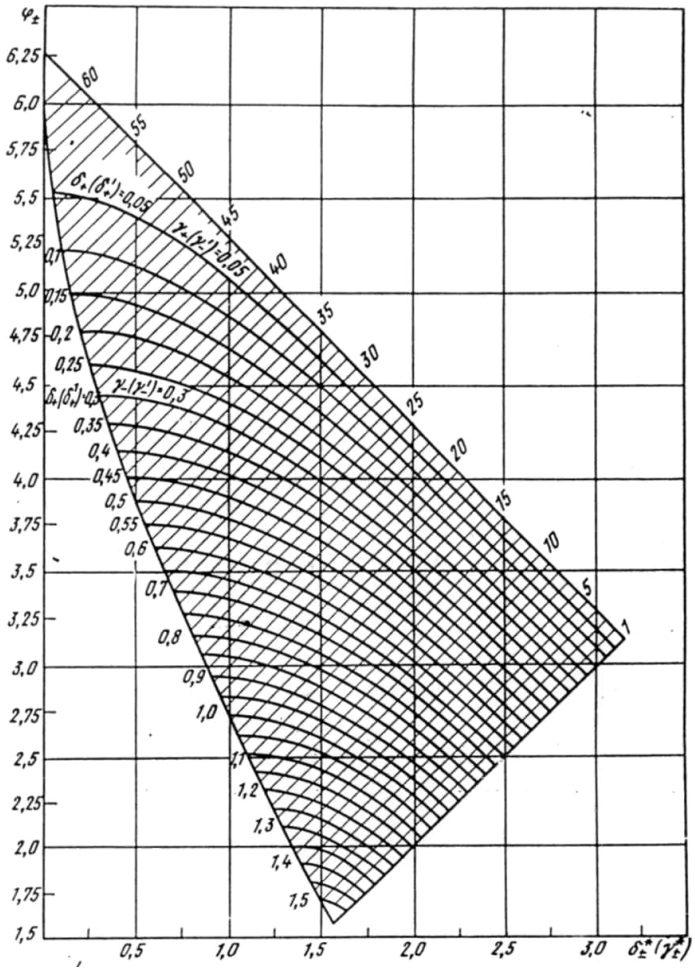


Рис. 3. График для нахождения устойчивости движении рыбы по колеблющейся поверхности
Fig. 3. Schedule to find the persistence of vibrating surface fish movement

В этом случае скорость движения рыбы при выпадении также можно определить по рассмотренной выше, но с другими значениями $z_+^{'}, z_-^{'}$, которые определяют перемещение рыбы:

$$z_{\pm} = \frac{g}{A \cdot K^2} \cdot \frac{\sin(\tilde{p} \pm \alpha) \pm a \cdot \cos \tilde{p}_{\pm}}{\cos(\beta + Б_{\pm})}, \tag{20}$$

где *a* – безразмерный параметр,

$$a = F / mg, \tag{21}$$

F – сила трения хвостового плавника о плоскость желобка, Н.

На основании рассчитанной скорости перемещения рыбы, исходя из необходимой производительности машины и шага между рыбами, можно определить необходимое количество калибрующих щелей.

Обобщая вышеизложенное, можно с уверенностью сказать, что вибротехника может использоваться с максимальной отдачей при недорогом, но эффективном использовании сменного навесного оборудования (рис. 4).

Опираясь на наши теоретические и экспериментальные данные и используя разработанные нами технологические линии с использованием сменного навесного оборудования на базовой модели [4] с максимальным использованием как вибропривода, так и вибротехники в целом, рыбообрабатывающие и другие предприятия без увеличения производст-

венных площадей, увеличения количества персонала, затрат на оборудование разных назначений могут существенно расширить перечень операций, а соответственно ассортимент выпускаемой продукции. При сезонных (путинных) поставках сырья могут оперативно его перерабатывать без дополнительных затрат.

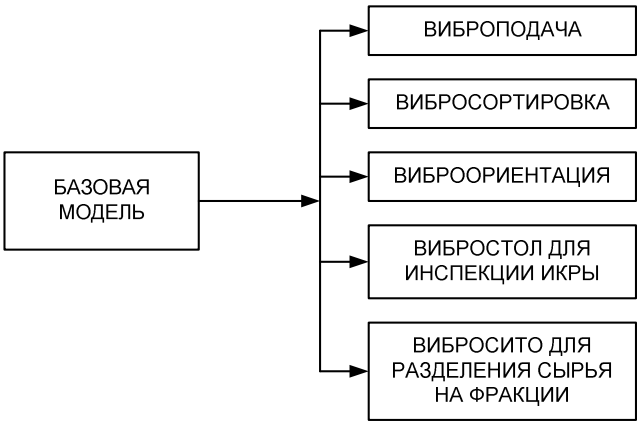


Рис. 4. Варианты широкого использования навесного оборудования на базовой модели
Fig. 4. Options for wider use of replacement equipment on the base model

Список литературы

1. Гончаревич И.Ф., Урьев Н.Б., Телейсник М.А. Вибрационная техника в пищевой промышленности. – М.: Пищ. пром-сть, 1977. – 278 с.

2. Ассенов С.А., Декин К.Д., Медведкин С.И. и др. Вибрационные машины в рыбной промышленности. – М.: Пищ. пром-сть,1974, – 120 с.

3. Потураев В.Н., Франчук В.Н., Червоненко А.Г. Вибрационные транспортирующие машины. – М.: Машиностроение, 1964. – 272 с.

4. Пат. Российская Федерация. Устройство вибрационного перемещения гидробионтов / Дерябин А.А., Проскура Д.Ю., Мельников К.Ю., Угрюмова С.Д.; № 91987; заявл. 10.03.2010.

5. Проскура Д.Ю., Дерябин А.А. Практические решения по совершенствованию вибрационного перемещения материалов. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2011.

6. Поспелов Ю.В., Тушко А.А., Погонец В.И. Основы расчета и проектирования оборудования для первичной обработки рыбы. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 1985.

7. Поспелов Ю.В. Механизированные разделочные линии рыбообрабатывающих производств. – Владивосток, 1987.

8. Поспелов Ю.В., Зонов С.А. Основы расчета и конструирования машин и аппаратов пищевых производств. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 1995.

9. Пат. Российская Федерация. Устройство вибрационного перемещения гидробионтов / Проскура Д.Ю., Дерябин А.А., Максисмова В.И.; № 2012131982/11 (050502); заявл. 25.07. 12.

10. Угрюмова С.Д., Дерябин А.А., Мельников К.Ю. Физические основы вибрационного перемещения гидробионтов // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: сб. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2010.

11. Угрюмова С.Д., Мельников К.Ю., Дерябин А.А. Исследование влияния вибрационных параметров на действительную скорость транспортирования рыбы: науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2008. – № 20.

Сведения об авторах: Проскура Дмитрий Юрьевич, старший преподаватель, e-mail: dim.proskyra@.ru;

Дерябин Андрей Анатольевич, старший преподаватель, e-mail: reolog@mail.ru;

Григорьева Светлана Петровна, главный специалист ИЗО, e-mail: SPU_vl@list.ru.

УДК 637.56.031

А.А. Тушко[1], В.И. Максимова[2]
[1]Институт технологии и бизнеса, 692900, г. Находка, ул. Дальняя, 14
[2]Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, 690087, г. Владивосток, ул. Луговая 52б

АППАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ВЕТЧИНЫ «РОСКОШЬ»

Предложена технологическая линия производства продукции из мясного сырья – ветчины «Роскошь» – применительно к условиям ОАО мясокомбинат «Находкинский».

Приведена технологическая схема производства ветчины, выполнен тепловой расчет термообработки батонов колбасы в универсальной термокамере «Вемад».

Ключевые слова: *мясо, фарш, ветчина, колбаса, термокамера.*

A.A. Tushko, V.I. Maksimova

APPARATUS – TECHNOLOGICAL LINE PRODUCE HAM «LUXURY»

Offer technological line produce production of meat raw material – ham «Luxury» apply of condition OAO meat-plant «Finging». Lead to technological scheme produce ham, carry out thermal calculation thermailtreatmen batton smoked boiled in universal termochamber «Jemag».

Key words: *meat, stuffing, ham, sausages, termochamber.*

Одним из направлений развития пищевой промышленности является расширение ассортимента выпускаемой деликатесной продукции из мясного сырья повышенного вкусового качества на существующих технологических линиях.

Для улучшения вкуса некоторых пищевых продуктов, в том числе и мясных, используют усилители вкуса, которые одновременно могут нивелировать отрицательные составляющие вкуса и запаха [1].

Мичуринским институтом потребительской кооперации разработана технологическая инструкция производства различных видов ветчинных колбас, одной из которых является ветчина «Роскошь» [2]. В таблице приводится рецептура производства ветчины «Роскошь».

Основным сырьем для производства указанных видов колбасных изделий является свинина жилованная нежирная в охлажденном или замороженном состоянии [3]. Для улучшения вкуса колбасы предложено использовать инъецирование мяса рассолом с объемным распределением посольных веществ.

Рецептура ветчины «Роскошь»
Ham compounding the Luxury

Наименование сырья, пряностей и материалов		Норма
Свинина жилованная нежирная		100
Пряности и материалы, кг (100 кг несоленого сырья)		
Соль поваренная пищевая		2,8
КурафосКомбиП 50		3,0
Крахмал картофельный		4,5
ТаромаХэм		0,25
Вода		44,0
Оболочка	Искусственные оболочки диаметром 80-120 мм	

При проведении процесса инъецирования куски нежирной свинины массой до 0,5 кг шприцуют рассолом в объеме 50 % от их массы с использованием усилителей вкуса КурафосКомби П 50 и ароматизатора ТаромаХэм. В дальнейшем пропускают через трехглазку волчка без использования ножей и загружают после волчка в массажер. Экспериментально установлено, что оптимальным режимом массажирования является цикличность вращения рабочего органа: массирование – 20 мин, покой – 10 мин, число оборотов рабочего органа массажера – 8 об/мин. В массажер добавляется рассол, потерянный при измельчении на волчке, и крахмал в количестве 4,5 кг на 100 кг измельченного мяса. Рекомендуемая температура фарша после массирования 8 °С. На рис. 1 представлена технологическая схема производства ветчины «Роскошь».

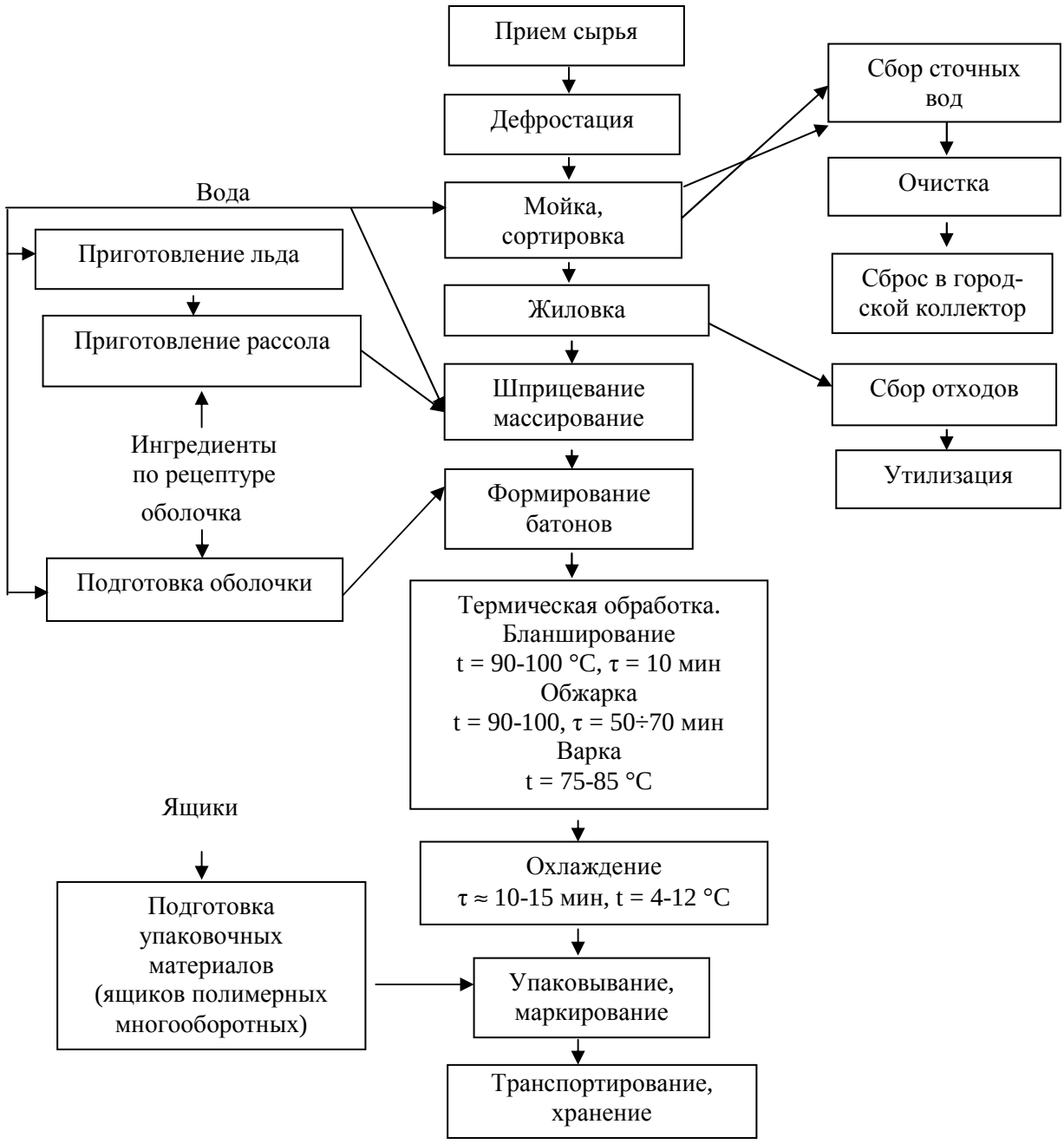


Рис. 1. Технологическая схема производства ветчины
Fig. 1. The technological scheme of production of ham

Основным технологическим процессом является комплексная термообработка батонов колбасы. Она осуществляется в универсальной камере «Вемад» с использованием дымогенератора Н508/С (производство ФРГ).

Используется следующая последовательность операций термообработки батонов колбасы, упакованной в многослойную термоусадочную оболочку «Наломейк».

1. Бланширование паром при температуре 90-100 °С в течение 10 мин.
2. Обжарка дымовоздушной смесью при температуре 90-100 °С в течение 50÷70 мин.
3. Варка паром при температуре 75-85 °С до достижения температуры в толще батона 70-1 °С.
4. Охлаждение водой под душем в течение 10÷15 мин.
5. Охлаждение воздухом температурой 4÷12 °С до достижения температуры в центре батона колбасы 4÷8 °С.

Для определения температуры проведения процессов в один из батонов помещается термопара, электродвижущая сила от которой поступает на автоматическое регулирующее устройство системы автоматического управления технологическими процессами универсальной камеры и камеры охлаждения.

В универсальную термокамеру загружаются 2 тележки, на вешалах которых подвешаны 200 батонов средним весом около 1 кг.

Экспериментально установлено, что после шприцевания мяса посольной смесью влажность мяса составляет 62-64 %.

Одним из основных тепловых процессов является обжарка мяса коптильным дымом. Установлено, что для качественной обжарки требуемое количество фенолов в мясе должно составлять $У_р = 18 \cdot 10^{-3}$ кг фенола / кг мяса [4].

Необходимое содержание фенолов:

$$G_ф = G_м (1 - \frac{\omega_к}{100}) У_р ,$$

где $G_ф$ – количество фенолов; $G_м$ – количество мяса перед процессом обжарки; $\omega_к$ – конечная влажность мяса после обжарки.

Конечная влажность после обжарки была установлена экспериментально, в среднем она составляла 49 %. Следовательно, в нашем случае

$$G_ф = 317 (1 - \frac{49}{100}) \cdot 18 \cdot 10^{-3} = 2{,}91 \text{ кг.}$$

$G_м$ принято равным 317 кг с учетом частичного удаления влаги при бланшировании.

Объем коптильного дыма, который должен пройти через камеру за цикл обжарки:

$$V = \frac{G_Ф}{У_р \cdot \eta_ф} ,$$

где $\eta_ф$ – коэффициент полезного действия камеры.

Экспериментально установлено, что коэффициент полезного действия камеры составляет 12 %.

Через коптильную камеру должно пройти следующее количество коптильного дыма:

$$V = \frac{2,91}{0.018 \cdot 12} \cdot 100 \ \% = 1347 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Для заданной концентрации фенола в коптильном дыме критериальное уравнение массообмена имеет вид [4]

$$N_{им} = 0,077 \cdot \text{Re}^{0,26} \cdot P_r^{0,69},$$

где $N_{им}$ – критерий Нуссельта массообменный; Re – критерий Рейнольдса; P_R – критерий Прандтля.

Аналитически установлено, что при заданных условиях скорость движения дымовоздушной смеси составляет 0,06 м/с, критерий Прандтля равен 0,165, а Рейнольдса – 3680.

Решение приведенного выше критериального уравнения позволило установить, что коэффициент массоотдачи β составляет ориентировочно 6,27 м/с, что ориентировочно соответствует процессу горячего копчения сырья.

При варке батонов колбасы паром происходит передача тепла от поверхности батона к его центру за счет теплопроводности

$$Q = \frac{\lambda \cdot F_б \cdot (t_2 - t_{1)}}{\delta},$$

где λ – коэффициент теплопроводности фарша; $F_б$ – площадь медиального сечения батона колбасы; t_2 – температура на поверхности батона колбасы; t_1 – температура фарша в центре батона колбасы; δ – расстояние от поверхности до середины батона.

На рис. 2 представлена аппаратурно-технологическая схема производства ветчины применительно к условиям ОАО мясокомбината «Находкинский» (торговая марка продукта «Доброе дело»).

Замороженное мясо свинины поступает в помещение для дефростации. Используется воздушный способ дефростации вследствие размораживания при обтекании его воздушным потоком в вентилируемом помещении. Процесс осуществляется при температуре от 18 до 22 °С, при достижении температуры в толще свинины не ниже 1 °С продолжительность процесса составляет от 12 до 24 ч.

После размораживания на технологическом столе производится зачистка от сгустков крови и других загрязнений. В дальнейшем мясо свинины проливают теплой водой 34-40 °С и выдерживают 10 мин для стекания воды.

После мойки сырье сортируют и направляют на жиловку. В процессе его проведения мясо нарезают на куски массой не менее 1 кг. Затем куски мяса направляются на шприцевание. В дальнейшем полуфабрикат тележкой транспортируется к загрузочному устройству волчка.

На волчке происходит измельчение кусков мяса при пропускании его на трехглазку волчка без ножей. Измельченное сырье после массажера поступает на вакуумный шприц. От шприца наполненные фаршем батоны поступают на стол для вязки колбас. Затем батоны навешиваются на рамы и в дальнейшем подаются на термообработку в универсальную камеру. После процесса комбинированной термообработки рамы с батонами колбасы поступают в камеру охлаждения и в дальнейшем подаются на хранение до реализации в холодильную камеру.

Использование описанной аппаратурно-технологической линии в условиях ОАО «Находкинский» позволяет расширить ассортимент выпускаемой продукции, повысить коэффициент использования оборудования и теплового хозяйства мясокомбината.

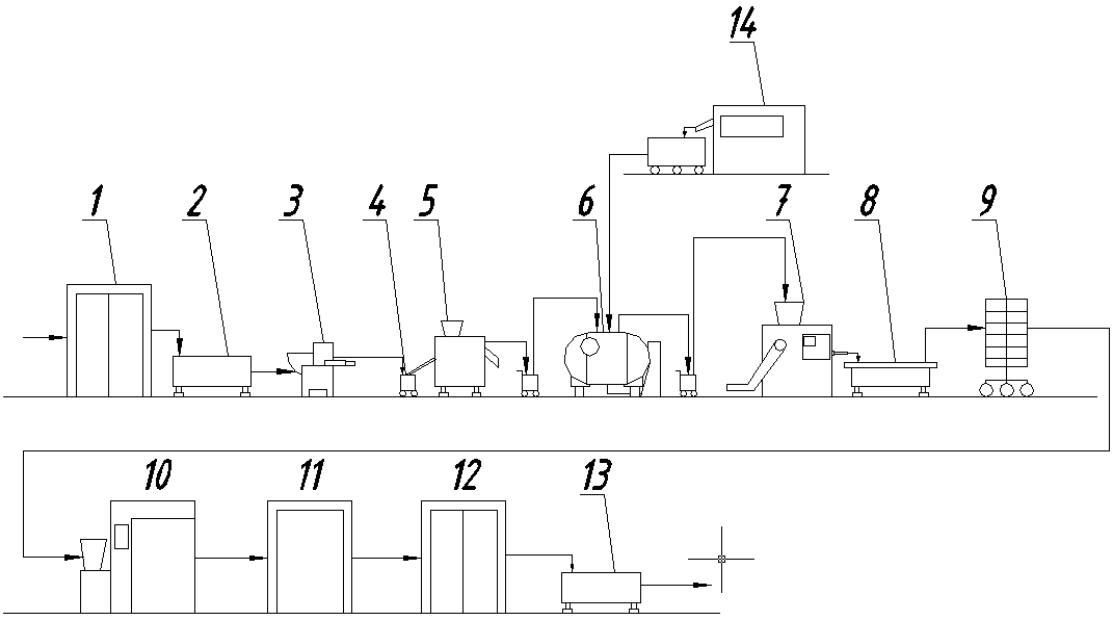


Рис. 2. Аппаратно-технологическая схема производства ветчины «Роскошь»:
1 – дефростер; 2 – технологический стол; 3 – инъектор; 4 – тележка; 5 – волчок;
6 – массажор; 7 – шприц набивочный; 8-9 – стол для вязки колбас; 10 – термокамера;
11 – камера водяного охлаждения; 12 – холодильная камера;
13 – стол маркировочный, 14 – льдогенератор
Fig. 2. Apparatus – technological line produce ham «luxury»: 1 – defroster;
2 – technological table; 3 – injector; 4 – dolly; 5 – spinning top; 6 – massazhor; 7 – syringe stuffing;
8-9 – table for the binding of sausages; 10 – heat chamber; 11 – water-cooling chamber;
12 – cooling chamber; 13 – marking table; 14 – ice maker

Список литературы

1. Сарафанова Л.А. Применение пищевых добавок в переработке мяса и рыбы. – СПб.: Гиорд, 2006. – 256 с.

2. ТУ 9213-357-01597945. Ветчина «Роскошь».

3. ГОСТ 7724-77. Мясо. Свинина в тушах и полутушах. Технические условия.

4. Тушко А.А., Максимова В.И. Технологический расчет установок для холодного копчения рыбы // Современные тенденции развития перерабатывающих комплексов, пищевого оборудования и технологии пищевых производств: материалы Всерос. науч.-техн. конф. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2011. – С. 46-49.

Сведения об авторах: Тушко Александр Андреевич, кандидат технических наук, доцент, e-mail: Andr48@mail.ru;

Максимова Вера Ивановна, аспирант.

УДК 664.95

Е.Г. Тимчук
Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ БЕЗДЫМНОГО КОПЧЕНИЯ КАЛЬМАРА

Приведены результаты исследований, посвященных созданию высокоэффективных способа и устройства для бездымного копчения, установлено влияние параметров процесса обработки кальмара коптильным препаратом на формирование технологических свойств готового продукта.

Ключевые слова: *кальмар, копчение, способ и устройство для бездымного копчения, параметры процесса, технологические свойства.*

E.G. Timchuk

WAY AND THE DEVICE FOR SMOKELESS SMOKING SQUID

Results of the researches devoted to creation of highly effective of a way and the device for smokeless smoking are given in article, influence of parameters of process of processing of a squid by a smoking preparation on formation of technological properties of a finished product is established.

Key words: *a squid, smoking, a way and the device for smokeless smoking, process parameters, technological properties.*

Перспективным направлением совершенствования технологического процесса и получения высококачественного и безопасного копченого продукта является обработка полуфабриката коптильным препаратом в виде мелкодисперсного аэрозоля [1, 2]. В рыбной отрасли технологии, основанные на такой обработке, используются при производстве рыбы горячего и холодного копчения [3]. Кроме того, исчерпывающие данные о влиянии дисперсности коптильной среды на закономерности массообменных процессов и формирования специфических свойств копченых продуктов отсутствуют.

В последнее время все большую популярность у населения приобретает копченая продукция из кальмара, который по структурно-механическим характеристикам и химическому составу сильно отличается от рыбы [4]. Особенностью процесса копчения является обязательное удаление кожи кальмара перед обработкой мелкодисперсной коптильной средой. Это приводит к более быстрому проникновению ингредиентов коптильного препарата в толщу мышечной ткани кальмара по сравнению с процессом проникновения их через кожу рыбы.

Исходя из этого, целью настоящих исследований является создание высокоэффективного способа и устройства для бездымного копчения кальмара.

Задачами исследования являются:

- разработка способа бездымного копчения кальмара;
- обоснование метода регулирования размера дисперсных частиц рабочей коптильной среды;
- создание экспериментальной коптильной установки для бездымного копчения;
- установление закономерностей процесса осаждения дисперсных частиц рабочей коптильной среды на полуфабрикат;
- уточнение роли коптильных компонентов в формировании органолептических характеристик копченого кальмара.

На основании анализа научно-технической литературы, патентной документации и предварительных экспериментов нами был разработан способ обработки кальмара коптильным препаратом.

Способ заключается в предварительном нагреве коптильного препарата в герметичной емкости до температуры 95-102 °С. Нагретый коптильный препарат через гидравлическую форсунку циклично распыляется в коптильную камеру в течение 3-5 мин. После каждого распыления кальмар обрабатывается холодным воздухом с температурой 5-10 °С в течение 8-10 мин. Распыление нагретого коптильного препарата через гидравлическую форсунку позволяет получать мелкодисперсную рабочую коптильную среду с невысокой температурой в пределах 50-65 °С, обеспечивающей щадящий температурный режим обработки кальмара. Циклическое охлаждение полуфабриката холодным воздухом препятствует необративным денатурационным изменениям белка мышечной ткани кальмара, что снижает потери питательных ингредиентов нативного сырья [5, 6].

Такой способ из-за высокой температуры коптильного препарата позволяет получать коптильную среду с регулируемым размером частиц дисперсной фазы и управлять процессом осаждения коптильных компонентов на полуфабрикат [7, 8].

В качестве сырья в опытах использовали кальмар тихоокеанский мороженый (ГОСТ Р 51495-99), копченая продукция из которого пользуется у населения высоким спросом. В качестве коптильного препарата использовали «Жидкий дым “Березовый туман”» (ТУ 2431-001-48289501-02), отвечающий современным требованиям по своим экологическим и технологическим свойствам. Диметр частиц дисперсной фазы определяли с помощью каскадного импактора, массовый состав органических кислот, карбонильных соединений и фенолов – общепринятыми методами в исследованиях процесса копчения и копченых продуктов [9].

В результате реализации эксперимента установлена функциональная зависимость среднего размера дисперсной фазы коптильной среды от давления в емкости с коптильным препаратом и диаметра выходного сечения гидравлической форсунки (рис. 1).

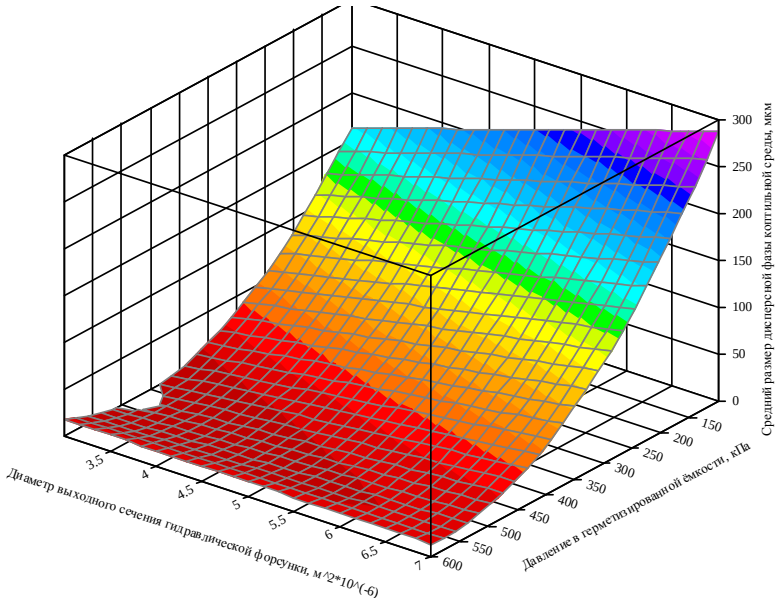


Рис. 1. Зависимость среднего размера дисперсной фазы коптильной среды от давления в емкости с коптильным препаратом и диаметра выходного сечения гидравлической форсунки
Fig. 1. Dependence of the average size of a disperse phase of the smoking environment on pressure in capacity with a smoking preparation and diameter of target section of a hydraulic nozzle

Математическая обработка экспериментальных данных позволила представить установленную зависимость в виде уравнения регрессии:

$$Y = 145{,}78 - 0{,}92X_1 + 38{,}92X_2 + 0{,}001X_1^2 - 0{,}08X_2^2 - 0{,}07X_1X_2, \quad (1)$$

где Y – средний размер дисперсной фазы коптильной среды, мкм; X_1 – давление в емкости с коптильным препаратом, кПа; X_2 – диаметр выходного сечения гидравлической форсунки, $м^2 \cdot 10^{-6}$.

Достоверность аппроксимации составила $R^2 = 0,95$.

Полученные зависимости позволяют изменением давления в емкости с коптильным препаратом и диаметром выходного сечения форсунки регулировать средний диаметр дисперсных частиц рабочей коптильной среды.

Для реализации экспериментальных исследований разработана и изготовлена установка, представленная на рис. 2.

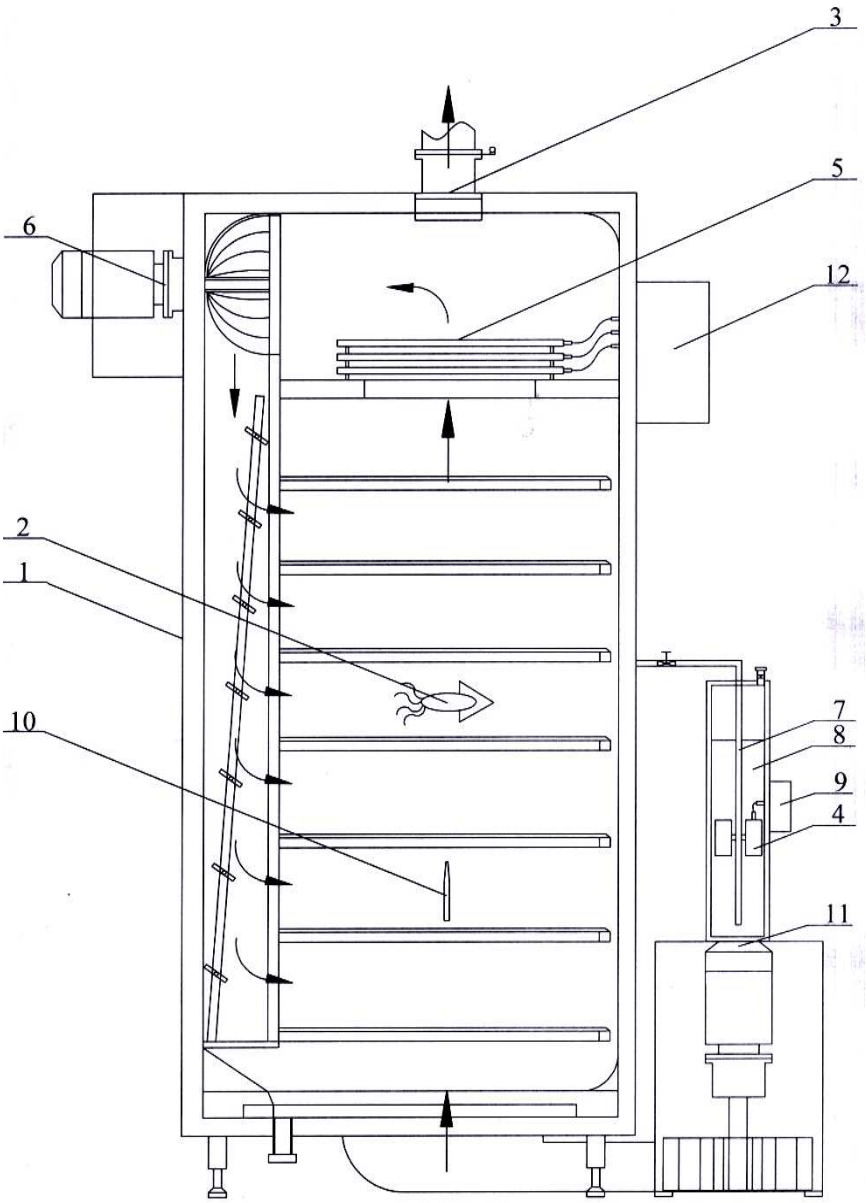
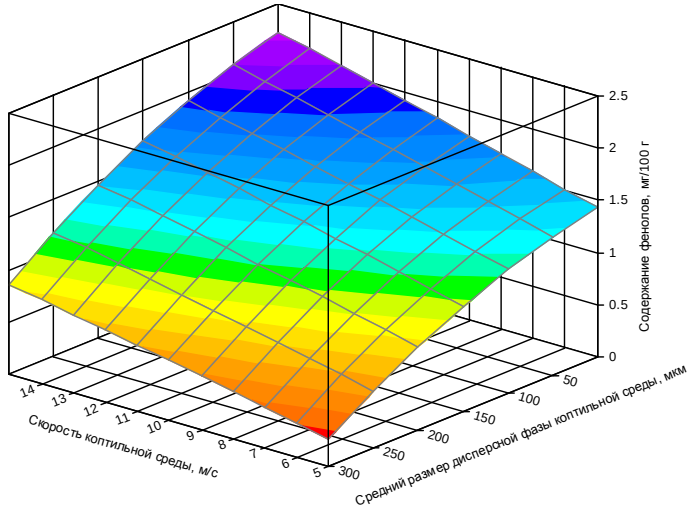


Рис. 2. Схема экспериментальной коптильной установки: 1 – камера; 2 – кальмар; 3 – трубопровод; 4, 5 – нагревательный элемент, 6 – вентилятор; 7 – патрубок; 8 – емкость с коптильным препаратом; 9 – устройство регулирования температуры нагревательных элементов; 10 – гидравлическая форсунка; 11 – кондиционер; 12 – блок питания
Fig. 2. Scheme of experimental smoking installation: 1 – chamber; 2 – squid; 3 – pipeline; 4, 5 – a heating element, 6 – the fan; 7 – branch pipe; 8 – capacity with smoking preparation; 9 – device of regulation of temperature of heating elements; 10 – hydraulic nozzle; 11 – conditioner; 12 – power unit

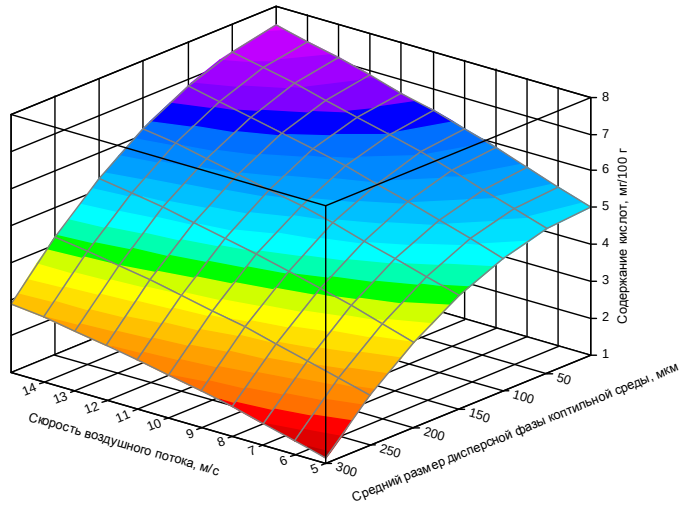
Экспериментальная коптильная установка позволяет варьировать параметры обработки: относительная влажность рабочей коптильной среды 20-100 %, температура 2-150 °С, скорость до 20 м/с.

Результаты исследования массообмена представлены на рис. 3.

а



б



в

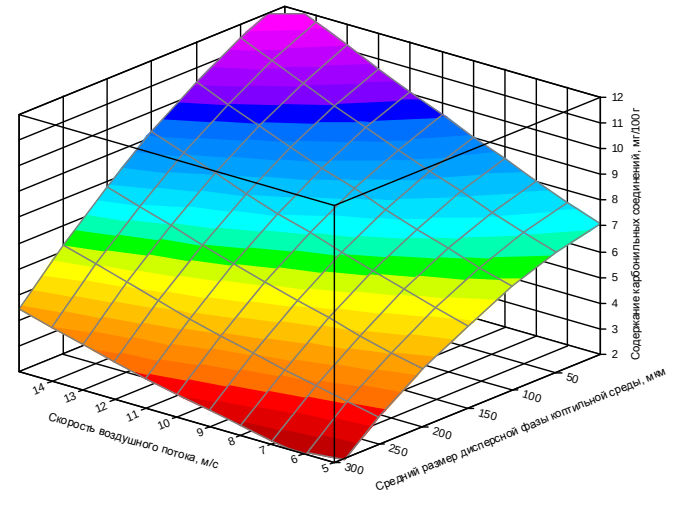


Рис. 3. Влияние скорости воздушного потока и размера частиц коптильной среды на количество осажденных коптильных компонентов: а – фенолов; б – кислот; в – карбонильных соединений
Fig. 3. Influence of speed of an air stream and the size of particles of the smoking environment on quantity of the besieged smoking components: a – phenols; б – acids; в – carbonyl connections

Математический анализ экспериментальных данных позволил представить полученные результаты в виде следующих уравнений:

$$Y_1 = 0{,}98 + 0{,}09X_1 - 0{,}001X_2 - 6\times10^{-4}X_1^2 - 7{,}4\times10^{-6}X_2^2 - 6{,}67\times10^{-5}X_1X_2, \quad (2)$$

$$Y_2 = 3{,}31 + 0{,}37X_1 + 0{,}002X_2 - 0{,}006X_1^2 - 4{,}37\times10^{-5}X_2^2 + 0{,}0003X_1X_2, \quad (3)$$

$$Y_3 = 4{,}97 + 0{,}39X_1 1 - 0{,}003X_2 + 0{,}007X_1^2 - 3{,}7\times10^{-5}X_2^2 + 0{,}0008X_1X_2, \quad (4)$$

где Y_1 – содержание фенолов в копченом кальмаре, мг/100 г; Y_2 – содержание кислот в копченом кальмаре, мг/100 г; Y_3 – содержание карбонильных соединений в копченом кальмаре, мг/100 г; X_1 – средний размер дисперсной фазы коптильной среды, °С; X_2 – скорость коптильной среды, м/с.

Достоверность аппроксимации составила не ниже $R^2 = 0{,}95$.

Полученные математические зависимости позволяют рассчитывать количество и соотношение основных коптильных компонентов коптильного препарата в продукте при различных параметрах процесса копчения, тем самым регулировать как единичные показатели качества копченого продукта (вкус, запах и цвет), так и его общее восприятие.

С этой целью были изготовлены образцы копченого кальмара с различным содержанием коптильных компонентов и установлена органолептическая оценка их частных показателей качества.

Для более объективной оценки участия фенолов, кислот и карбонильных соединений в образовании специфических свойств копчения были рассчитаны коэффициенты парной корреляции между концентрацией отдельных групп коптильных компонентов и органолептической оценкой экспериментальных образцов, обработанных при различных режимах коптильным препаратом «Жидкий дым “Березовый туман”», таблица.

Коэффициенты парной корреляции между концентрацией коптильных компонентов и органолептической оценкой образцов
Factors of pair correlation between concentration of smoking components and an organoleptic assessment of samples

Фактор	Коэффициент корреляции Критерий Стьюдента		
	Вкус копчения	Аромат копчения	Цвет поверхности
Фенолы	0,891 4,94	0,924 6,12	0,505 1,59
Кислоты	0,745 4,13	0,783 5,19	0,164 0,52
Карбонильные соединения	0,569 3,15	0,207 1,37	0,821 2,60

Анализ данных таблицы показывает, что содержание фенолов, кислот и карбонильных соединений тесно взаимосвязаны с ароматом, вкусом и цветом копченого кальмара: с увеличением количества данных коптильных компонентов улучшается запах, вкус и цвет продукта. На это указывает достаточно высокое значение коэффициентов парной корреляции.

Аналогичные исследования были проведены для рыбных объектов, таких как голец, горбуша и сельдь, установлено влияние параметров копчения на формирование технологических свойств готовых продуктов.

Выводы

1. Разработан способ бездымного копчения кальмара, включающий циклическую поочередную обработку полуфабриката мелкодисперсной коптильной средой при температуре 50-65 °С и холодным воздухом с температурой 5-10 °С.

2. Установлен метод регулирования размера дисперсных частиц рабочей коптильной среды путем изменения давления в емкости с коптильным препаратом в пределах 150-600 кПа и диаметра выходного сечения гидравлической форсунки от 3 до 6,5 $м^2 \cdot 10^{-6}$.

3. Разработана экспериментальная коптильная установка емкостью до 5 кг сырья, позволяющая варьировать параметры обработки: относительная влажность рабочей коптильной среды 20-100 %, температура 2-150 °С, скорость до 20 м/с.

4. Получены математические выражения, описывающие зависимость количества осажденных на полуфабрикат фенолов, органических кислот и карбонильных соединений коптильного препарата от скорости потока и размеров дисперсных частиц коптильной среды.

5. Установлена взаимосвязь между количеством осевших на полуфабрикат фенолов, кислот и карбонильных соединений и вкусом, ароматом копчения и цветом поверхности копченого продукта в виде коэффициентов парной корреляции.

Список литературы

1. Курко В.И. Основы бездымного копчения. – М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1984. – 232 с.

2. Воскресенский Н.А. Посол, копчение и сушка рыбы. – М.: Пищ. пром-сть, 1966. – 548 с.

3. Ким Э.Н. Основы бездымного копчения гидробионтов: монография. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 1998. – 180 с.

4. Кизеветтер И.В. Биохимия сырья водного происхождения. – М.: Пищ. пром-сть, 1973. – 340 с.

5. Пат. Российская Федерация. Установка для бездымного копчения / Э.Н. Ким, Е.Г. Тимчук; № 0095466; опубл. в БИ № 19 от 10.07.2010.

6. Пат. Российская Федерация. Установка для бездымного копчения / Э.Н. Ким, Е.Г. Тимчук; № 0095467; опубл. в БИ № 19 от 10.07.2010.

7. Проскура Ю.Д. Расчет процесса холодного копчения рыбы: учеб. пособие. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 1985. – 75 с.

8. Никитин Б.Н. Основы теории копчения рыбы. – М.: Легк. и пищ. пром-сть, 1982. – 248 с.

9. Курко В.И. Методы исследования процесса копчения и копченых продуктов. – М.: Пищ. пром-сть, 1977. – 157 с.

Сведения об авторе: Тимчук Егор Геннадьевич, младший научный сотрудник,
e-mail: gore802@mail.ru.

УДК 669.713.7

С.Д. Угрюмова, А.И. Федорова
Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

ОЦЕНКА НАДЕЖНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ФИЛЬТРУЮЩЕЙ ЗАГРУЗКИ В ЛИНИИ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ТРЕПАНГА

При разработке линии подготовки морской воды нами были полностью заменены фильтры грубой и тонкой очистки морской воды с целью усовершенствования процесса фильтрования и получения на выходе фильтрата более высокого качества.

Ключевые слова: *фильтр, загрузка, водоподготовка, морская вода, модернизированная линия.*

S.D. Ugryumova, A.I. Fedorova

ASSESSING THE RELIABILITY OF OPERATION OF THE FILTER LOAD LINE CULTIVATION FAR TREPANG

In developing the training of sea water line, we were completely replaced filters for coarse and fine cleaning of sea water, in order to improve the filtering process and to obtain a filtrate output quality.

Key words: *filter, download, water, sea water, the upgraded line.*

Одной из важнейших характеристик, учитываемых при проектировании, разработке и эксплуатации технических систем, является показатель надежности [1, 2].

Такие факторы, как возрастание сложности систем, усиление борьбы за рынки сбыта, а также конкурентной борьбы за финансовые средства и ресурсы полностью исключают поставку на современный рынок как изделий с низкой надежностью, так и изделий, спроектированных с чрезмерным запасом надежности.

Надежность разработанной системы водоподготовки морской воды в линии культивирования дальневосточного трепанга напрямую зависит от стабильности и срока службы фильтров, используемых в линии.

Ориентировочный срок эксплуатации одной фильтрующей загрузки (в фильтре грубой очистки морской воды) составляет 3-5 лет эксплуатации до полной замены (в зависимости от агрессивности среды), а в фильтре тонкой очистки загрузки хватает на 1-1,5 лет эксплуатации до полной замены, что значительно лучше, чем при использовании картриджей тонкой очистки, которых хватает на срок от 3 до 6 мес.

Основные понятия и определения теории надежности, сформулированные применительно к фильтрам, имеют специфические особенности; они связаны с необходимостью промывки или замены фильтрующих элементов после накопления определенного количества загрязнений.

С точки зрения теории надежности фильтр является системой, работающей с многократной заменой отказавших элементов. Отказ, связанный с забиванием пор загрузочного материала, по характеру возникновения является постепенным отказом, а по условиям возникновения – отказом, возникшим в нормальных условиях эксплуатации. При эксплуатации фильтров возможны внезапные технологические и эксплуатационные отказы, связанные с производственными и эксплуатационными нарушениями (течь в корпусе, разрыв или разгерметизация фильтрующих элементов, выход из строя контрольно-измерительных приборов и т.п.) [2].

Фильтр работает с многократной заменой или промывкой загрузочного материала, поэтому параметром, определяющим степень загрязнения элемента, является перепад давления. Уменьшение перепада давления на фильтре ниже первоначального свидетельствует о разрыве или разгерметизации фильтрующего элемента; в этом случае отказ фильтра можно

отнести к внезапным. Если разрыв или разгерметизация фильтрующего элемента произойдет в процессе эксплуатации фильтра, когда на нем уже имеется достаточное количество загрязнений, перепад давления в случае разгерметизации может и не снижаться до первоначальной величины, особенно если из строя вышел только один фильтрующий элемент из нескольких, параллельно установленных в фильтре. Поэтому всякое падение перепада давления на фильтре при неизменяющейся пропускной способности свидетельствует о возникновении отказа, а условие безотказной работы будет выполнено, если приращение перепада давления будет положительным в любой момент времени.

Срок службы фильтра, определяемый его надежностью, является важным экономическим показателем, позволяющим проводить сравнительную оценку фильтров разных типов, при которой помимо стоимости фильтра и затрат на его обслуживание учитывают количество очищенного масла, число замен или промывок фильтрующих элементов, число ремонтов фильтра, не связанных с заменой фильтрующих элементов, и т. п.

Разработанная нами линия водоподгровки морской воды (рис. 1) может работать беспрерывно в течение всего цикла выращивания мальков трепанга (июль-сентябрь). Но каждый месяц нужно проводить профилактику фильтров и их элементов – фильтрующую загрузку в фильтре грубой очистки в трехступенчатом фильтре тонкой очистки. И ежедневно проводить проверку производственных и эксплуатационных отказов (течь корпуса, разрыв или разгерметизация корпуса и т.д.).

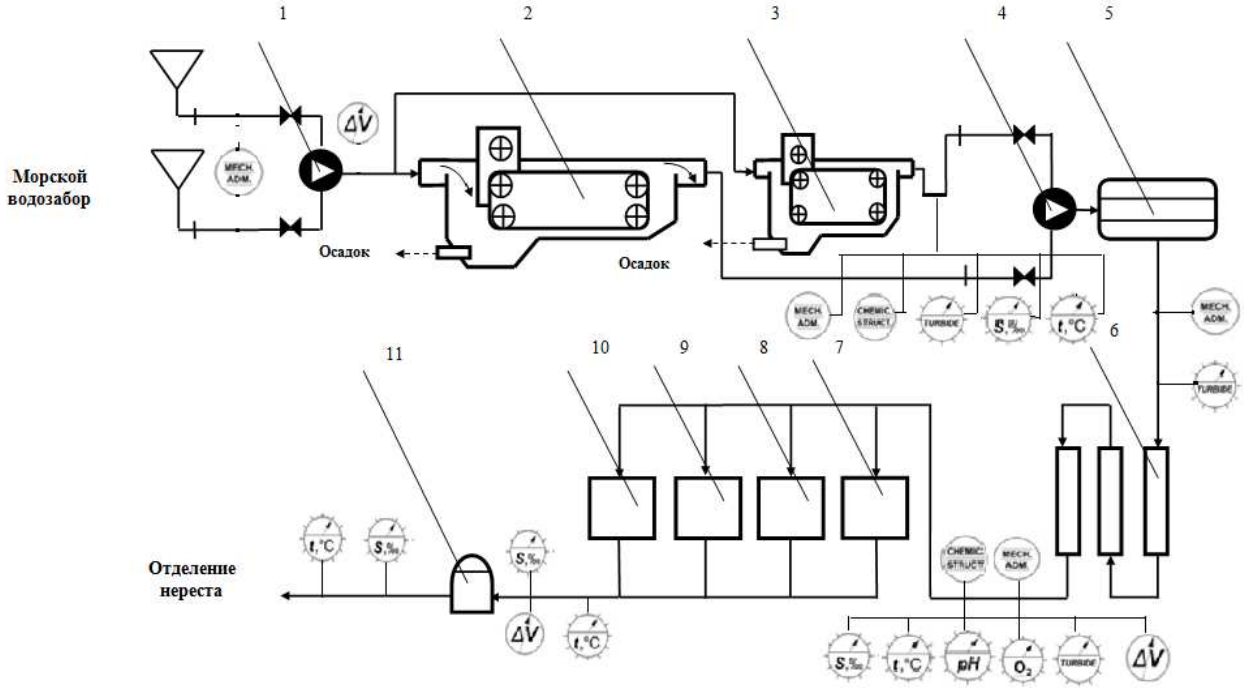


Рис. 1. Модернизированная линия водоподготовки морской воды для культивирования дальневосточного трепанга: 1, 4 – насос двустороннего входа Д320-50; 2 – отстойник скребковый с горизонтальным перемещением жидкости (V = 100 м^3); 3 – отстойник скребковый с горизонтальным перемещением жидкости (V = 40 м^3); 5 – фильтр грубой очистки; 6 – фильтр тонкой очистки прямоточно-противоточный 3-ступенчатый; 7, 8, 9, 10 – расходная емкость (V = 20 м^3); 11 – нагревательный тен (23 ºС)

Fig. 1. The upgraded line of water sea water for cultivation of the Far Eastern Sea Cucumber: 1, 4 – Pump Double-entry D320-50; 2 – sump scraper with horizontal movement of fluid (V = 100 m^3); 3 – sump scrapers-st with horizontal movement of fluid (V = 40 m^3); 5 – pre-filter; 6 – fine filter uniflow-counter 3-stage; 7, 8, 9, 10 – day tank (V = 20 m^3); 11 – heating ten (23 ºC)

Чтобы определить надежность линии водоподготовки морской воды для выращивания дальневосточного трепанга, нами была определена последовательность операций при анализе характера и последовательности отказов (рис. 2).

На рис. 3 изображена блок-схема из 13 аппаратов, соединенных последовательно, поскольку каждая из трех ступеней фильтра тонкой очистки рассматривается как отдельный элемент.

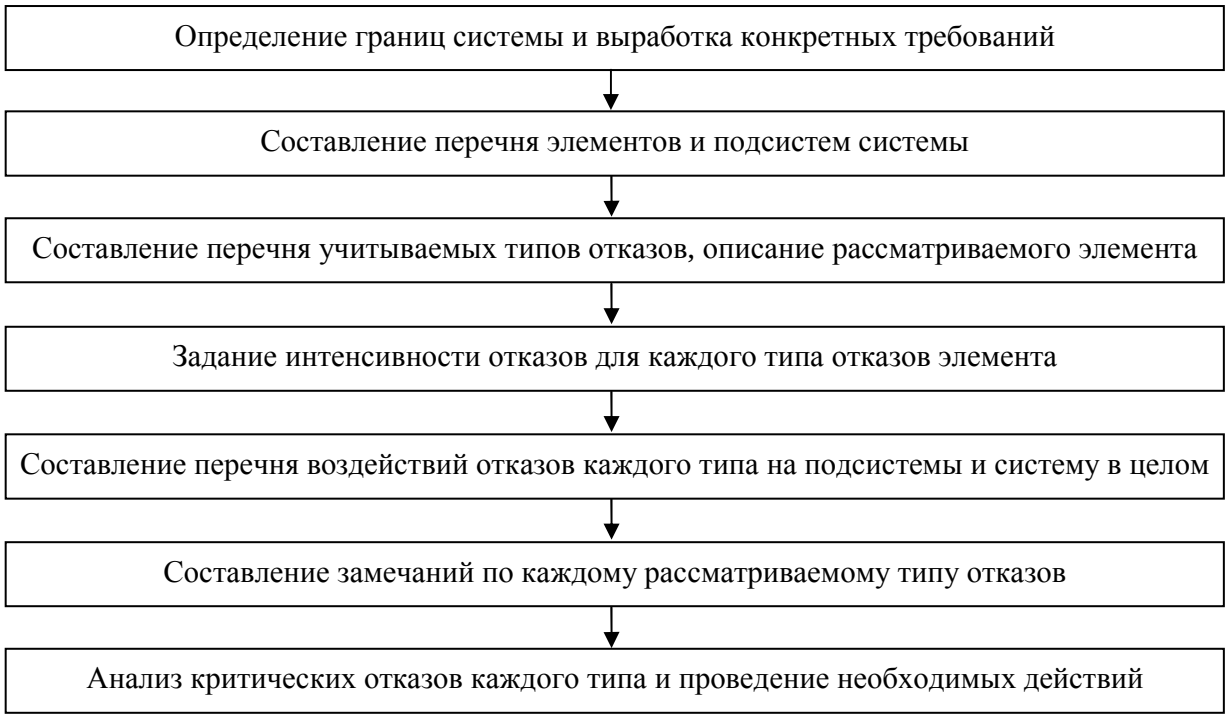


Рис. 2. Последовательность операций при анализе характера и последовательности отказов
Fig. 2. The sequence of operations in the analysis of the nature and sequence of failures

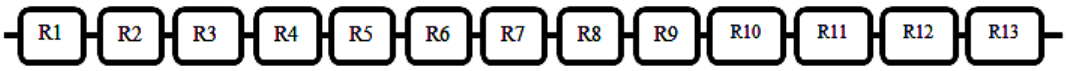


Рис. 3. Блок-схема с последовательным соединением аппаратов
Fig. 3. Block diagram of a series connection of devices

Допустим, что из 13 последовательных элементов в линии, которые подвергаются испытаниям, через 3-4 мес вышел из строя частично 1 элемент, а остальные сохраняют работоспособность. Вероятность безотказной работы определяется по формуле [3]

$$R(t) = 1 - \left(1 - \frac{n_s(t)}{n_0}\right) = 1 - \left(1 - \frac{12{,}5}{13}\right) = 0{,}96 \cdot 100\ \% = 96\ \%,$$

где $n_s(t)$ – аппараты, сохраняющие работоспособность; $n_f(t)$ – аппараты, вышедшие из строя; n_0 – всего аппаратов в линии.

Величина $R(t)$ и вероятность появления отказов $F(t)$ в момент времени t (3-6 мес) связаны соотношением

$$R(t) + F(t) = 1.$$

Вероятность появления отказов в момент времени t (3-4 мес)

$$F(t) = 1 - \left(1 - \left(1 - \frac{n_s(t)}{n_0}\right)\right) = 1 - \left(1 - \left(1 - \frac{12,5}{13}\right)\right) = 1 - 0,96 = 0,04 \cdot 100\ \% = 4\ \%.$$

Кривая интенсивности отказов представлена нами на рис. 4, где область исследования условно подразделена на три участка: первый – период приработки, второй – период нормальной эксплуатации, третий – период старения объекта.

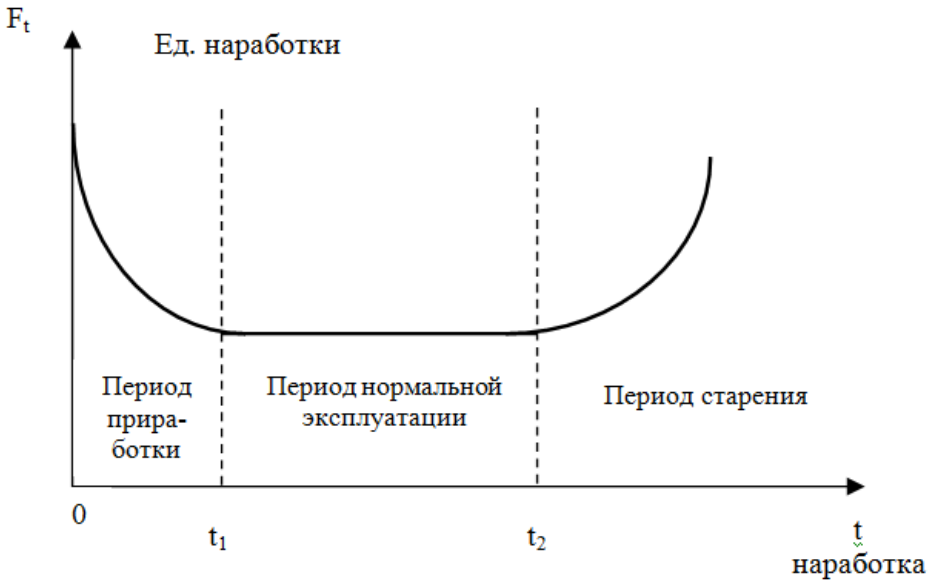


Рис. 4. Интенсивность отказов в течение срока службы изделия
Fig. 4. The failure rate for the life of the product

В соответствии с полученными данными по изучению надежности технологической линии культивирования дальневосточного трепанга за исследуемый период (июнь-сентябрь) можно сделать следующие выводы: безотказность работы технологической линии лежит в допустимых пределах, что составляет 96 %, вероятность появления отказов в работе данной линии ничтожно мала (4 %), соответственно разработанная нами линия подготовки воды для культивирования дальневосточного трепанга удовлетворяет всем техническим показателям надежности и имеет право на существование.

Основной характеристикой совершенства организованного на предприятии технологического потока производства продукции, обеспечивающей устойчивость производства при возникновении внешних и внутренних возмущающих воздействий, является стабильность или целостность его как технологической системы. Это свойство системы, по смыслу идентичное ее надежности (и технической, и технологической), и характеризует реальную эффективность созданного технологического потока по отношению к теоретически возможной.

Работы по повышению эффективности существующего производства условно можно разделить на следующие этапы:

- на основании имеющейся информации формируется цепочка процессов технологического потока производства данного вида продукции;

- цепочка технологических процессов преобразуется в операторную модель, и проводится экспериментальная оценка уровня целостности функционирующего на предприятии технологического потока;

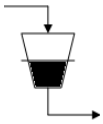
- по результатам оценки осуществляется корректировка технологического потока, производства (операторной модели), включающая уточнение содержания и последовательности выполнения технологических операций, допусков на их технические параметры, на параметры сырья и внешних условий. При необходимости уточняются номенклатура параметров и методы их определения.

Повышение эффективности технологии обеспечивается как за счет использования новых более совершенных технологических процессов воздействия на сырье на отдельных этапах его преобразования в конечный продукт, так и за счет повышения качества выполнения уже действующих процессов, ужесточения контроля за их выполнением.

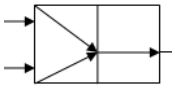
Основной этап на пути создания машинной технологии и формирования оптимального технологического потока – выделение операций и формирование подсистем, т. е. построение операторной модели производства.

Модели процессов графически изображаются следующим образом:

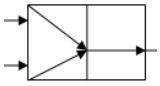
1) временное хранение (емкости, фильтры, отстойники и др.);
temporary storage (tanks, filters, sumps, etc.);



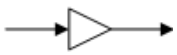
2) соединение без сохранения поверхности раздела (смешивание сред);
without saving the connection interface (mixed media);



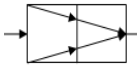
3) разделение на фракции (вода, осадок);
fractionation (water, sediment);



4) водозабор (морской);
intake (sea);



5) соединение с сохранением поверхности раздела (образование осадка);
connection with preservation of the interface (sedimentation);



6) термостатирование (поддержание постоянной температуры – 23 ºС).
thermostatic control (constant temperature – 23 ºС).

Оценка стабильности (уровня целостности) технологического потока, определяемой через фактические стабильности функционирования отдельных входящих в нее подсистем, проводится в течение часа, смены, недели или другого временного периода, который определяется продолжительностью технологического цикла производства продукции и должен гарантировать достоверность оценки стабильности производства на весь период его функционирования между остановками на профилактические ремонты. При этом рассчитывается вероятность выхода из подсистемы годной продукции:

$$P_i = \frac{n_i}{n} \cdot 100\ \%[\pm 10\ \%], \tag{1}$$

где n_i –количество сырья, полученного на выходе; n – общее количество сырья, поступившее на переработку.

Операторная модель линии водоподготовки морской воды приведена на рис. 5.

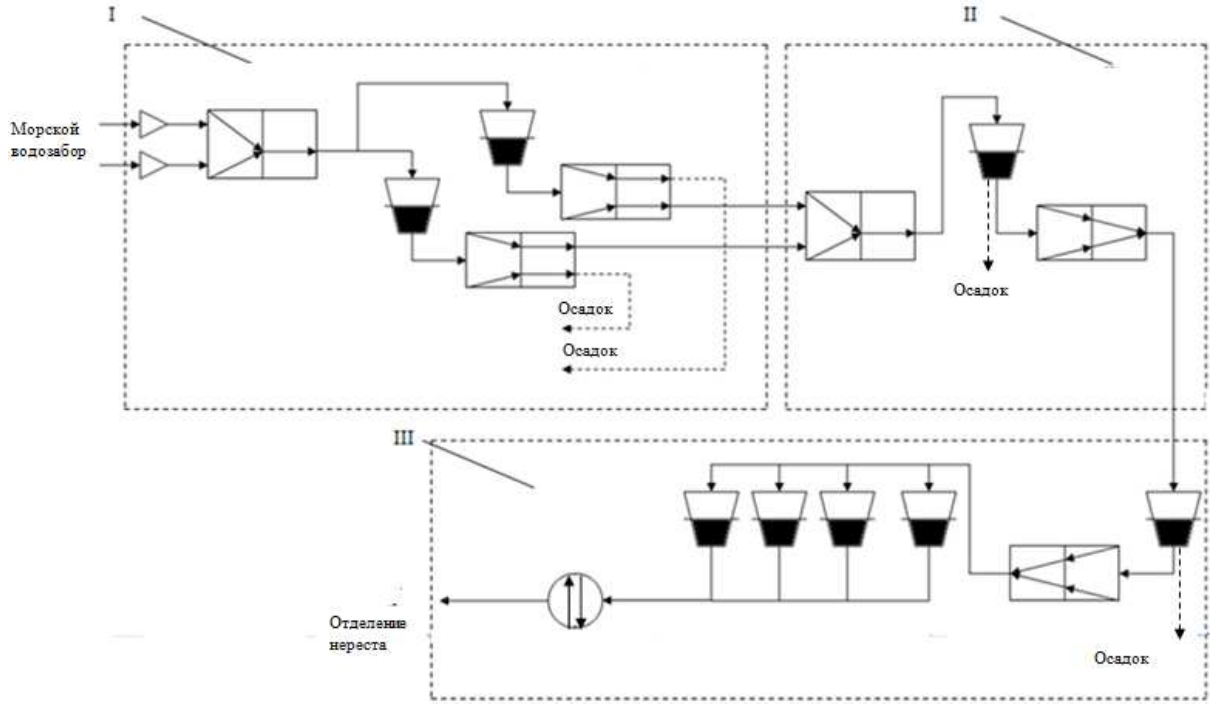


Рис. 5. Операторная модель управления линии водоподготовки морской воды для культивирования трепанга: I – морской водозабор и механическая очистка морской воды; II – грубая очистка морской воды; III – тонкая очистка морской воды и хранение
Fig. 5. The operational model for managing water line of sea water for cultivation of cucumber: I – sea water intake and mechanical cleaning of seawater; II – primary purification of sea water; III – fine purification of sea water and storage

Входные параметры – морская вода из места обитания трепанга и морская вода из отделения водоподготовки, качество которых определяется соответствующими приборами. Управляющие параметры подсистемы – температура, соленость, оксинасыщение, кислотность, – регистрируемые соответствующими приборами. Выходные параметры – величины расхода и загрязнения отработанной воды – оцениваются соответствующими приборами.

Нами рассматривается каждая из подсистем операторной модели управления и рассчитывается вероятность выхода готовой продукции.

На рис. 6 представлена подсистема I для предварительной подготовки морской воды с заданными показателями качества. Морская вода, поступая в данную систему, проходит процесс механической очистки, заключающийся в осаждении или задержании взвешенных частиц грязи и последующем удалении их из системы. После механической очистки морская вода поступает на стадию грубой очистки II, а осадок через приемки удаляется самотекам из отстойника за счет его небольшого уклона.

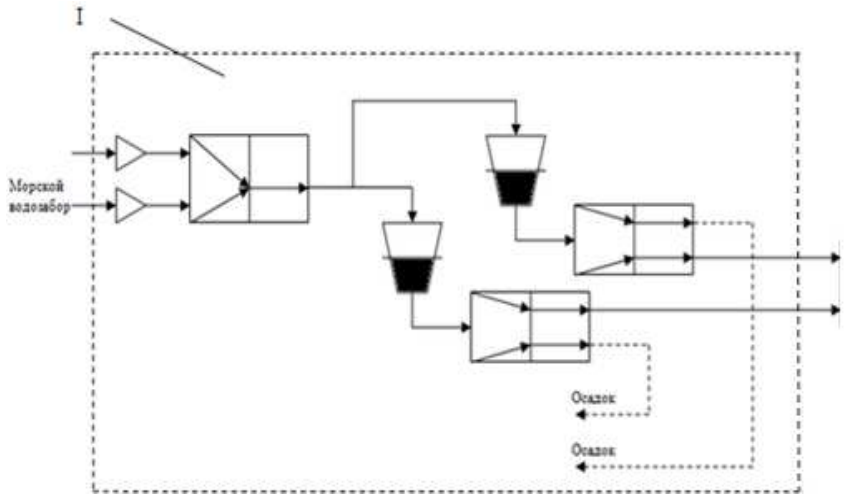


Рис. 6. Стадия I механической очистки морской воды
Fig. 6. Phase I of mechanical treatment of sea water

Возможность выхода из подсистемы I подготовленной воды:

$$P_I = \frac{n_I}{n} \cdot 100\ \%\ [\pm 10\ \%], \qquad (2)$$

где n_I –количество морской воды, полученной на выходе, м^3; n – общее количество морской воды, поступившее на механическую очистку, м^3.

$$P_I = \frac{140}{140} \cdot 100\ \% = 100\ \%\ [\pm 10\ \%],$$

На рис. 7 представлена подсистема II для грубой очистки морской воды с заданными показателями качества. Морская вода, поступая в данную систему, проходит процесс грубой очистки, заключающийся в фильтрации морской воды от механических примесей и микроводорослей после механической фильтрации. После грубой очистки морская вода поступает на стадию тонкой очистки III.

Возможность выхода из подсистемы II подготовленной воды:

$$P_{II} = \frac{n_{II}}{n} \cdot 100\ \%\ [\pm 10\ \%], \quad (3)$$

где n_{II} –количество морской воды, полученной на выходе, м^3; n – общее количество морской воды, поступившее на грубую очистку, м^3.

$$P_{II} = \frac{50}{50} \cdot 100\ \% = 100\ \%\ [\pm 10\ \%].$$

На рис. 8 представлена подсистема III для тонкой очистки морской воды с получением на выходе морской воды с нужными показателями качества.

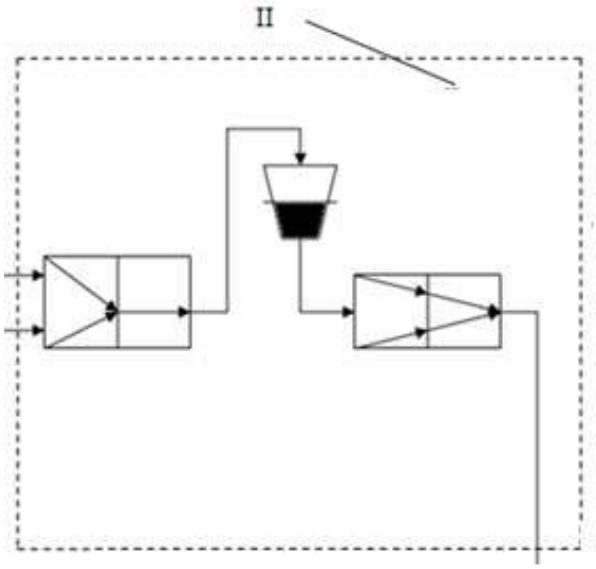


Рис. 7. Стадия II грубой очистки морской воды
Fig. 7. Stage II coarse sea water

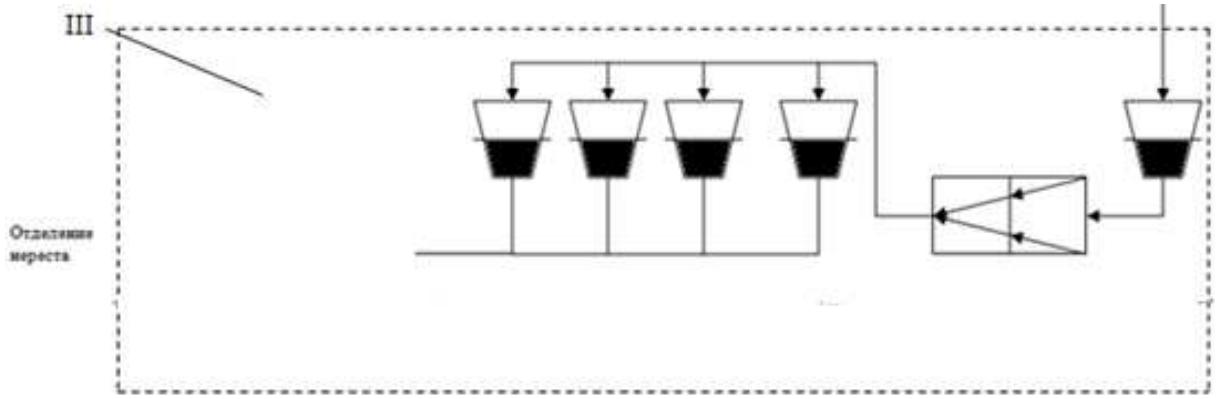


Рис. 8. Стадия III тонкой очистки морской воды и хранение
Fig. 8. Stage III fine cleaning of sea water and storage

Возможность выхода из подсистемы III подготовленной воды:

$$P_{III} = \frac{n_{III}}{n} \cdot 100\ \% = 100\ \%\ [\pm 10\ \%], \quad (4)$$

где n_{III} –количество морской воды, полученной на выходе, м^3; n – общее количество морской воды, поступившее на тонкую очистку, м^3.

$$P_{III} = \frac{50}{50} \cdot 100\ \% = 100\ \%\ [\pm 10\ \%]$$

Общая вероятность выхода из подсистем годной продукции:

$$P_{общ} = \frac{P_I + P_{II} + P_{III}}{3}, \tag{5}$$

$$P_{общ} = \frac{100 + 100 + 100}{3} = 100\ \%\ [\pm 10\ \%].$$

Экспериментальные исследования показали, что операторные модели управления, разработанные для каждой подсистемы, входящей в технологическую линию, позволяют оценивать эффективность выхода отработанной морской воды и оценить стабильность функционирования отдельных подсистем.

Список литературы

1. Ветошкин А.Г. Надежность и безотказность технических систем / А.Г. Ветошкин, В.И. Марунин / под ред. доктора техн. наук, профессора, академика МАНЭБ А.Г. Ветошкина. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2003. – 180 с.

2. ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия, термины и определения. – М., 1989. – 24 с.

3. Малкин В.С. Надежность технических систем и техногенный риск: учеб. пособие. – Ростов н/Д: Феникс, 2010. – 432 с.

Сведения об авторах: Угрюмова Светлана Дмитриевна, доктор технических наук, профессор;

Федорова Александра Игоревна, аспирант.

УДК 664. 95

Д.Ю. Проскура, Е.В. Паевская
Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

СПОСОБ ИЗВЛЕЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ИЗ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ

Рассмотрены способы извлечения и переработки не использующегося сырья для изготовления БАВ из двустворчатых моллюсков (Anadara broughtoni) с дальнейшим использованием в медицине и пищевой промышленности.

Ключевые слова: *анадара, двустворчатые моллюски, биоактивные вещества, сырье, переработка.*

D.Yu. Proskura; E.V. Paevskaya

HOW TO EXTRACT BIOLOGICALLY ACTIVE RAW MATERIALS FOR PROCESSING OF PECTINIDAE

Consider ways of extracting and processing raw materials for the manufacture of not used B.A.V. of pectinidae (Anadara broughtoni) with further use in medicine and food industry.

Key words: *Anadara broughtoni, mussels, bioactive substances, raw materials, processing.*

Развитие промышленной марикультуры для увеличения производства продовольствия из морских биоресурсов сдерживается из-за отсутствия современного механизированного перерабатывающего технологического оборудования. Традиционные морально устаревшие технологии базируются на высокотемпературной обработке моллюсков с большой долей постоянно растущих материальных затрат на топливо, воду, пар, электроэнергию и ручном труде, снижающих выход и ухудшающих качество готовой пищевой продукции, увеличивающих антропогенную нагрузку на окружающую прибрежную экосистему.

Двустворчатые моллюски – анадара (*Anadara broughtoni)* и спизула (*Spisula sachalinensis*) – являются важным объектом морского промысла. Деликатесная продукция, изготовленная из спизулы и анадары, обладает высокой биологической и пищевой ценностью. Технологии изготовления пищевой продукции из двустворчатых моллюсков предусматривают использование из всей массы мягких тканей лишь ноги, а остальные части моллюсков направляют в отходы.

В прибрежных морских акваториях Южного Приморья выявлены большие запасы двустворчатых моллюсков – спизулы и анадары, не использовавшиеся на пищевые цели до конца 90-х гг. XX в. В Приморском крае активный нелегальный промысел анадары и спизулы начался в конце 90-х годов прошлого столетия и в течение нескольких лет весь объем добываемых ценных моллюсков шел на экспорт в Японию. Хищнический промысел подорвал потенциальные запасы ценных биоресурсов прибрежных акваторий Приморья. В настоящее время ситуация исправляется, поскольку двустворчатые моллюски добываются под наблюдением научных подразделений, наметилась тенденция к восстановлению численности их популяции в Амурском и Уссурийском заливах, а также в зал. Посьет, наиболее благоприятном для развития промышленной марикультуры.

Пищевая продукция из мяса моллюсков анадары и спизулы является источником полноценного белка, содержащего все незаменимые аминокислоты, липидов, в том числе эссенциальных $\omega-3$ полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) (эйкозопентаеновой и до-

козогексаеновой), обладающих лечебно-профилактическим диапазоном терапевтических эффектов. В мясе двустворчатых моллюсков по сравнению с морской рыбой содержится в 5-8 раз больше углеводов, в процессе метаболизма из которых образуется число органических соединений, являющихся исходным субстратом для синтеза липидов, аминокислот, нуклеотидов. Белки, липиды и углеводы анадары и спизулы, образующие биологически активные комплексы, обладают модулирующим и стимулирующим иммунную систему человека действием и укрепляют адаптационные механизмы организма.

Морские моллюски содержат комплекс водорастворимых (B1, B2, B6, B12, PP, C и др.) и жирорастворимых (A, E, D, K) витаминов, систематическое потребление которых в продуктах из спизулы и анадары, одновременно с ω – 3 ПНЖК, предупреждает развитие ишемической болезни сердца и инфаркта миокарда, препятствует жировой инфильтрации печени, значительно снижает тромбообразование и способствует увеличению продолжительности времени свертывания крови.

В мясе анадары и спизулы содержится сбалансированный набор макро- и микроэлементов, необходимых для нормального физиологического функционирования жизнедеятельных систем организма человека. Двустворчатые моллюски содержат такие важные для жизнедеятельности организма микроэлементы, как йод, фтор, цинк и селен, количественный уровень содержания которых по сравнению с морской рыбой превосходит более чем вдвое.

Доказано, что постоянное употребление моллюсков позволяет достаточно быстро восполнить дефицит эссенциальных веществ, повысить сопротивляемость организма к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды, обеспечивая тем самым высокий уровень здоровья и продление жизни человека.

Анадара живет до 70 лет, а без воды при температуре от 0 до 2 °С анадара погибает через 10-12 дней.

Анадара – единственный двустворчатый моллюск с кровеносной системой, в крови красного цвета которых содержится гемоглобин.

Серьезной проблемой в процессе изготовления пищевой продукции из двустворчатых моллюсков является необходимость переработки вторичных биоресурсов (непищевых отходов). Однако сегодня переработка «биоотходов» не осуществляется, поскольку нет соответствующего современного технологического перерабатывающего оборудования. На предприятиях, вырабатывающих деликатесную пищевую продукцию из двустворчатых моллюсков, вследствие трудоемкого процесса разделки анадары и спизулы вручную, на изготовление продукта идет только нога, а мантия, мускул-замыкатель, внутренности и жабры отправляют в отходы. Количество отходов у спизулы и анадары составляет в среднем, соответственно, 42-47 и 58-65 % от общей массы мягких тканей моллюсков. Массовая доля раковин, направляемых в отходы, достигает 55-60 % от массы всех моллюсков, что в совокупности составляет 75-82 % вторичных неиспользуемых биоресурсов. В этой связи производство пресервов и консервов из анадары и спизулы нерентабельно и экологически опасно для окружающей среды и развития промышленной марикультуры.

Если при переработке двустворчатых моллюсков отправляемые в отходы раковины можно использовать при несложной обработке (дробление на барабанных дробилках до частиц определенного размера) в птицеводстве, то остальные отходы приходится утилизировать на полигонах и свалках. В отходы переработки двустворчатых моллюсков попадает также очень ценный по составу продукт – кровь моллюска. Из всех вышеперечисленных витаминов, микроэлементов и веществ (таурин) основная их часть находится в крови.

Чтобы избежать потери сырья с таким ценным набором полезных элементов и веществ, надо продумать и осуществить ресурсосберегающие технологии, опираясь на то, что использоваться должно натуральное сырье, а не химически синтезированные вещества.

Нами разрабатывается технология комплексного ресурсосберегающего безотходного производства из анадары и спизулы пищевой деликатесной и кормовой продукции. Разрабатывается комплекс технологического оборудования, предусматривающий технологию переработки с учетом особенностей строения двустворчатых моллюсков, на основе полной механизированной разделки и отделения составных частей мягких тканей анадары и спизулы с последующим использованием их в производстве пищевой продукции.

Предложенная нами схема переработки моллюсков позволяет максимально использовать сырье.

На первом этапе промытые раковины направляются на извлечение свежей крови для дальнейшей переработки как ценное по содержанию витаминов и микроэлементов сырье. Чтобы не проводить операцию вручную, мы предлагаем автоматизировать этот процесс.

Исходя из анатомических особенностей моллюсков, мы предлагаем простейшую автоматизированную схему по переработке моллюсков (рис. 2).

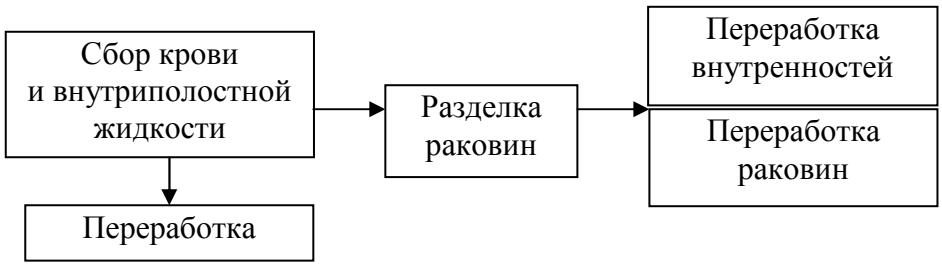


Рис. 1 Схема переработки моллюска
Fig. 1. Clam processing Scheme

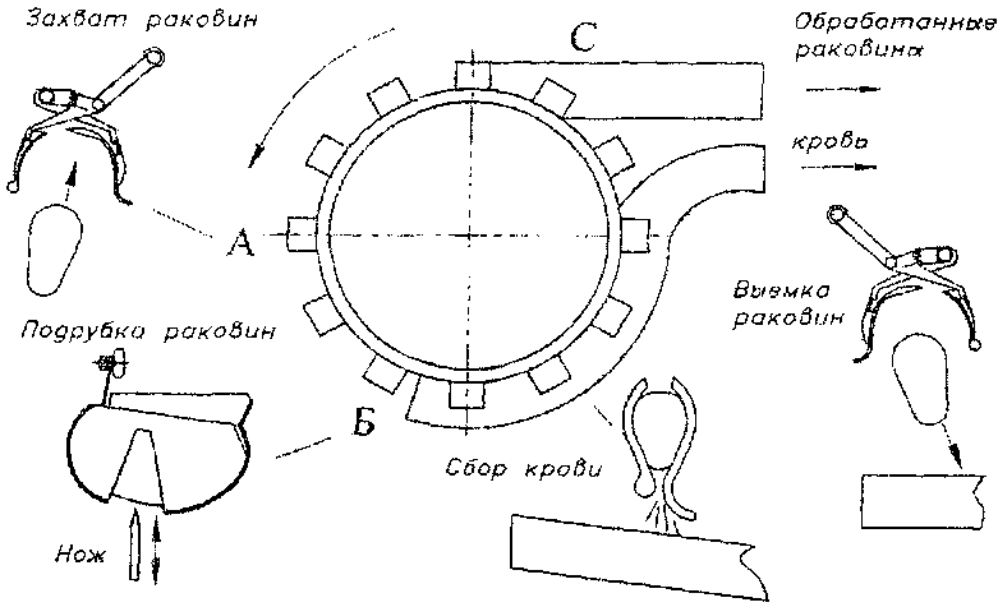


Рис. 2. Схема машины для сбора крови двустворчатых моллюсков
Fig. 2. Scheme machine for collecting blood pectinidae

По замкнутому копиру двигаются лотки специальной конфигурации для захвата в зоне *А* раковин и доставки их в зону *Б* под автоматически срабатываемую ножевую станцию. Нож, приводимый в движение соленоидом, подрубает на глубину 10 мм раковину, зажа-

тую в лотке в месте соединения створок. Далее лоток с раковиной продолжает движение по кругу до точки *С*, происходит слив крови в специальный желоб, расположенный под копиром, и оттуда в емкости, которые и поступают на переработку согласно технологическому процессу.

Инновационная технология комплексной переработки двустворчатых моллюсков предусматривает обеспечение безопасности по санитарно-гигиеническим показателям и значительное повышение качественных характеристик пищевой продукции из анадары и спизулы, которую можно будет широко использовать для лечебно-профилактического питания детям и школьникам, взрослому населению страны.

Список литературы

1. Гришин А.С., Давлетшина Т.А., Леваньков С.В., Шульгина Л.В. Фракционный состав белков мышечной ткани анадары и его изменения при термообработке // Изв. ТИНРО. – 2004. – С. 388-380.

2. Аюшин Н.Б., Петрова И.П., Эпштейн Л.М. Азотистые экстрактивные вещества в тканях дальневосточных моллюсков // Изв. ТИНРО. – 1999. – С. 52-54.

3. Воробьев В.В., Проскура Д.Ю. Инновационные технологии производства пищевой продукции из двустворчатых моллюсков. – М.: ВНИРО, 2008. – С. 322-323.

4. Воробьев В.В., Проскура Д.Ю. Использование двустворчатых моллюсков для производства биологически ценных продуктов питания // Технологии и продукты здорового питания. Функциональные пищевые продукты: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. – МГУПП. – 2008.

Сведения об авторах: Проскура Дмитрий Юрьевич, старший преподаватель,
e-mail: dim.proskyra@mail.ru;
Паевская Евгения Вадимовна, студентка, e-mail: jesik_08@list.ru.

СОДЕРЖАНИЕ

ИХТИОЛОГИЯ. ЭКОЛОГИЯ ... 3

Буторина Т.Е., Резник И.В., Корнеев А.А., Глушак Д.В. Ихтиофауна и паразиты рыб реки Унгра (Саха Якутия) ... 3

Козьменко В.Б., Колмаков П.В. Биология и жизненная стратегия *Gracilaria Verrucosa* в лагунах Хасанского района Приморского края ... 14

Кучеренко Л.В., Мелехова Л.В. Сравнительный анализ моделей внутренних фильтров для очистки воды в аквариумах ... 25

Лапшина А.Е., Игнатьев Ю.И., Кузнецова Л.Д., Латушкина Е.В. Опыт искусственного воспроизводства летней кеты в Сахалинской области и Хабаровском крае ... 32

Мирабдуллаев И.М., Исмоилов Х.Ф., Абдиназаров Х.Х., Кузметов А.Р. К фауне *Calanoida* (*Copepoda, Crustacea*) Узбекистана ... 45

Самотылова Н.Н., Казаченко В.Н., Цой Ю.Ч. Строение конечностей паразитических копепод рыб (*Crustacea*: *Copepoda*) и их адаптивное значение ... 48

ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО. АКУСТИКА ... 59

Балабаев С.М. Расчет импульсных акустических полей в системе упругий слой – жидкое полупространство ... 59

Недоступ А.А. О применении теории динамического подобия физических процессов рыболовства ... 63

Осипов Е.В. Методика расчета кольцового яруса ... 67

Рыжкина Т.А., Старовойтова З.П. Преобразования плоского «белого шума» с определенными свойствами выходных характеристик ... 71

СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ, УСТРОЙСТВА И СИСТЕМЫ, ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА СУДОВОЖДЕНИЯ, ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ СУДОВ ... 83

Симашов Р.Р., Куликов Ю.Л. Анализ существующих методик поверочного расчета тепловых турбин в рамках решения задачи многорежимной оптимизации ... 83

Корнейчук Ю.А. Технологии ремонта судовых дизелей в КНР ... 94

Руднев Б.И., Повалихина О.В. Радиационный теплообмен в камере сгорания дизельного двигателя и определение его энергетических характеристик ... 104

ТЕХНОЛОГИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ ... 110

Волотка Ф.Б., Богданов В.Д. Пищевая безопасность дальневосточной красноперки и кефали-лобана в заливе Петра Великого ... 110

Карпенко Ю.В., Кращенко В.В. Исследование реологических показателей рыбных студней с использованием бинарного структурообразователя ... 116

Ким Э.Н., Кожан Е.И., Лобода Н.Е., Фейгин А.С. Регулирование качества рыбной продукции в условиях вступления в ВТО ... 121

Панчишина Е.М., Кращенко В.В. Обоснование предварительной термической обработки мышечной ткани макруруса малоглазого в технологии консервированных супов-пюре 128
Порошин А.Н., Лаптева Е.П., Глебова Е.В. Ресурсосберегающая технология варено-мороженых крабов 133
Порошин А.Н., Круглова А.Е., Глебова Е.В., Лаптева Е.П. Установление сроков хранения подмороженного краба 138
Кипер Е.Ю. Изменение качественных показателей сушеного филе морского гребешка в процессе хранения 144
Молоткова Т.В. Способ первичной обработки промысловых видов осьминога 148

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ И ТРАНСПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОТРАСЛИ 152

Проскура Д.Ю., Дерябин А.А., Григорьева С.П. Оптимизация использования вибрационных машин в рыбной промышленности 152
Тушко А.А., Максимова В.И. Аппаратурно-технологическая линия производства ветчины «Роскошь» 160
Тимчук Е.Г. Способ и устройство для бездымного копчения кальмара 165
Угрюмова С.Д., Федорова А.И. Оценка надежной эксплуатации фильтрующей загрузки в линии культивирования дальневосточного трепанга 171
Проскура Д.Ю., Паевская Е.В. Способ извлечения биологически активного сырья для переработки из двустворчатых моллюсков 180

CONTENTS

ICHTHYOLOGY. ECOLOGY 3

Boutorina T.E., Reznik I.V., Korneev A.A., Gluschak D.V. Ichtyofauna and fish parasites of Ungra river (Sakha Yakutia) 3

Kozmenko V.B., Kolmakov P.V. Iology and life strategy of *Gracilaria Verrucosa* in lagoons of Hasansky region Primorsky territory 14

Kucherenko L.V., Melehova L.V. Omparative analysis of models internal filters for water treatment in aquariums 25

Lapshina A.E., Ignatiev Yu.I., Kuznetsova L.D., Latushkina E.V. Summer chum salmon artificial reproduction experience in Sakhalin region and Khabarovsk territory 32

Mirabdullayev I.M., Ismoilov H.F., Abdinazarov H.H., Kuzmetov A.R. On fauna of *Calanoida* (*Copepoda, Crustacea*) of Uzbekistan 45

Samotylova N.N., Kazachenko V.N., Choi Yu.Ch. Texture of appendages of parasitic copepods of fish 48

INDUSTRIAL FISHERIES. ACOUSTICS 59

Balabaev S.M. Calculation of the impulsive acoustic fields in the system an elastic layer – liquid half-space 59

Nedostup A.A. Applications of the theory of dynamical similarity physical processes in fisheries 63

Osipov E.V. Calculation the ring longline 67

Ryzhkina T.A., Starovoytova Z.P. Transformations of flat white noise with certain properties of target characteristics 71

SHIP POWER PLANTS, EQUIPMENT AND SYSTEMS, SHIP NAVIGATION FACILITIES, SHIP ELECTRICAL FACILITIES 83

Simashov R.R., Kulikov U.L. Analysis of existing methods checkin calculations of thermal turbines in the solution of multimode optimization 83

Korneychuk Yu.A. Marine diesel engine repair technologies in the peoples republic of China 94

Rudnev B.I., Povalikhina O.V. Radiative heat transfer in diesel engine combustion chamber and definition of the energy parameters 104

TECHNOLOGY AND QUALITY CONTROL OF FOOD PRODUCTS 110

Volotka F.B., Bogdanov V.D. Food safety the far east redeye and mullet in the gulf of Peter the great 110

Karpenko Yu.V., Krachshenko V.V. The rheological characteristics research fish gel-lyfood with using binary gelling agent 116

Kim E.N., Kojan E.I., Loboda N.E., Feigin A.S. Regulation the quality of fish production in the conditions of accession to WTO 121
Panchishina E.M., Kraschenko V.V. Substantiation of the preliminary thermal treatment of albatrossia pectoralis muscle tissue in the technology of tinned soups-puree..... 128
Poroshin N.A., Lapteva E.P., Glebova E.V. Application of food additives by production boiled and frozen crabs 133
Poroshin N.A., Kruglova A.E., Glebova E.V., Lapteva E.P. Establishment of periods of storage freezing a crab 138
Kiper E.U. Change of quality parameters of dried fillet sea scallop in during storage..... 144
Molotkova T.V. Substantiation of conditions of a preprocessing of trade kinds of an octopus 148

TECHNOLOGICAL AND TRANSPORTATION EQUIPMENT OF FISHERIES..... 152

Proskura D.Yu., Deryabin A.A., Grigoreva S.P. Optimizing the use of vibrating machines in the fishing industry 152
Tushko A.A., Maksimova V.I. Apparatus – technological line produce ham «Luxury» 160
Timchuk E.G. Way and the device for smokeless smoking squid..... 165
Ugryumova S.D., Fedorova A.I. Assessing the reliability of operation of the filter load line cultivation far trepang 171
Proskura D.Yu., Paevskaya E.V. How to extract biologically active raw materials for processing of pectinidae 180

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЬИ

Статья должна соответствовать научным требованиям, быть интересной достаточно широкому кругу российской научной общественности.

Материал, предлагаемый для публикации, должен быть оригинальным, не опубликованным ранее в других печатных изданиях, написан в контексте современной научной литературы и содержать очевидный элемент создания нового знания.

За точность воспроизведения имен, цитат, формул, цифр несет ответственность автор.

Объем статьи (включая список литературы, таблицы и надписи к рисункам) должен быть не более 12 страниц; текст – в формате А4; наименование шрифта – Times New Roman; размер (кегель) шрифта – 12 пунктов; все поля должны быть 2 см, отступ (абзац) – 1 см, межстрочный интервал – одинарный.

Текст статьи набирать без принудительных переносов, слова внутри абзаца разделять только одним пробелом, не использовать пробелы для выравнивания. Следует избегать перегрузки статей большим количеством формул, дублирования одних и тех же результатов в таблицах и графиках.

Границы таблиц и рисунков должны соответствовать параметрам полей текста. Математические уравнения и химические формулы должны набираться в редакторе формул Equation (MathType) или в Редакторе MS Word, одним объектом, а не состоять из частей, сами формулы должны быть 12-14 кегля.

Формулы и уравнения печатаются с новой строки и нумеруются в круглых скобках в конце строки.

Рисунки должны быть представлены в формате *.jpg или *.bmp. Подрисуночная подпись должна состоять из номера и названия (Рис. 1. …). В тексте статьи обязательно должны быть ссылки на представленные рисунки. Графики, диаграммы и т.п. рекомендуется выполнять в программах MS Exel или MS Graph. Таблицы должны иметь заголовки и порядковые номера. В тексте статьи должны присутствовать ссылки на каждую таблицу.

Допускаются смысловые выделения – полужирным шрифтом.

Статья должна включать следующие данные:

1. Индекс УДК (на первой странице в левом верхнем углу).
2. Инициалы и фамилии всех авторов, через запятую.
3. Полное название учреждения (место работы), город, почтовый адрес и индекс.

Если авторов несколько и они работают в разных учреждениях, возле названия каждого учреждения и фамилии автора ставится соответствующий надстрочный символ.

4. Над фамилиями авторов справа указывается один из следующих разделов сборника:

- Ихтиология. Экология.

- Промышленное рыболовство. Акустика.

- Судовые энергетические установки, устройства и системы, технические средства судовождения, электрооборудование судов.

- Технология и управление качеством пищевых продуктов.

- Технологическое и транспортное оборудование рыбохозяйственной отрасли.

5. Заголовок. Название статьи должно быть кратким (не более 10 слов). Заголовок набирают полужирными заглавными буквами. В заглавии не допускается употребление сокращений, кроме общепризнанных.

6. Аннотацию (не более 700 печатных знаков) набирают курсивом.

7. Ключевые слова (не более 9).

8. Текст статьи обязательно должен содержать следующие разделы (возможно выделение данных разделов в тексте):

Введение
Объекты и методы исследований
Результаты и их обсуждение
Выводы

9. Список литературы оформляется согласно ГОСТ 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка». Список литературы приводится в порядке цитирования работ в тексте в квадратных скобках [1, 2, 3].

На английском языке необходимо предоставить следующую информацию (после ключевых слов на русском языке):

- инициалы и фамилии авторов;
- заглавие статьи;
- текст аннотации;
- ключевые слова (Key words);
- подписи к рисункам и названия таблиц (приводятся в тексте по смыслу).

Сведения об авторах приводятся в конце статьи (после списка литературы) и включают в себя: Фамилия, имя, отчество (полностью), научная степень, звание, должность, e-mail.

В редакцию предоставляются:

1. Электронная версия статьи в программе MS Word 3 на CD диске, флэш-носителе или отправляется на электронный адрес редакции **(**nauch-tr@dgtru.ru**).** Файл статьи следует назвать по фамилии первого автора – Петров А.А.doc. Не допускается в одном файле помещать несколько файлов.
2. Распечатанный экземпляр статьи, строго соответствующий электронной версии.
3. Сопроводительное письмо на имя главного редактора сборника (ректора ФГБОУ ВПО «Дальрыбвтуз» Кима Г.Н.) на бланке направляющей организации о возможности опубликовать научную статью в сборнике, с подписью руководителя учреждения (заверенной печатью), в котором выполнена работа, или его заместителя (сотрудникам Дальрыбвтуза не требуется сопроводительное письмо).
4. Экспертное заключение о возможности публикации в открытой печати с гербовой печатью организации.
5. Заявка (Ф.И.О., город, учреждение, название статьи, название рубрики, контактные (рабочий, сотовый) телефоны, дата подачи статьи).

Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

Пример оформления статьи

УДК 123

Ихтиология. Экология

А.А. Иванов[1], И.Б. Петров[2]

[1] Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

[2] Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр,
690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4.

НАЗВАНИЕ СТАТЬИ

Аннотация.

Ключевые слова*: *гидробионты.

Данные на английском языке**.**

Текст статьи (по ширине страницы) [1, 2, 3].

Список литературы

Сведения об авторах: Иванов Александр Александрович, кандидат технических наук, доцент, e-mail: ivanovaa@mail.ru;

Петров Игорь Борисович, кандидат биологических наук, профессор, научный сотрудник, e-mail: petrov@mail.ru.

Адрес: 690087, Россия, Владивосток, ул. Луговая, 52б, каб. 412б
Тел./факс: (4232) 44-11-76
e-mail: nauch-tr@dgtru.ru
сайт: http://nauch-tr.dgtru.ru

Научное издание

НАУЧНЫЕ ТРУДЫ ДАЛЬРЫБВТУЗА

Сборник научных статей

Том 27

Свидетельство о регистрации средства массовой информации
ПИ № ФС77-45533 от 16 июня 2011 г.

Редактор Т.В. Ломакина
Технический редактор И.Н. Горланова
Художественный редактор А.А. Устьянцева
Макет, обложка О.В. Нечипорук

Подписано в печать 25.12.2012 Формат 60х84/8.
Усл. печ. л. 22,32. Уч.-изд. л. 18,00. Заказ 0447. Тираж 400 экз.

Отпечатано: издательско-полиграфический комплекс Дальневосточного
государственного технического рыбохозяйственного университета
690091, г. Владивосток, ул. Светланская, 25