

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ МОРСКОГО И ОКЕАНИЧЕСКОГО ОБРАСТАНИЯ

Е.М. Лебедев, И.Н. Ильин

Развитие оброста тем сильнее, чем лучше биологические и гидрологические условия дыхания, питания, размножения и роста обрастателей. Заключение о возможном ущербе от обрастания и рациональных мерах борьбы для конкретных условий может дать лишь опытный биолог, изучающий по единым методикам обрастание в водоемах и эксперименте [1-25].

При недостатке времени можно взять образцы лишь с наиболее обросших мест подводных предметов. Но чем больше проб с различных по обросту участков и чем подробнее их описание, сведения об условиях и сроках обрастания, тем легче выбрать наилучшие меры защиты.

До взятия проб осматривают и описывают облик (величину) и пространственное распределение оброста.

Взятые в разных местах произвольные качественные пробы дают неполное представление о процессе обрастания и угрозе ущерба. Точные результаты дает количественный метод пробных площадок - сбор оброста (организмов, их построек, отбросов и осажденных ими посторонних частиц) с однородно заселенных наиболее характерных участков.

Подводное взятие проб позволяет в лучшей сохранности собрать мягкие организмы и водоросли и больше подвижных обитателей оброста. Но бродячие и слабо прикрепленные формы обычно не попадают в пробы или попадают в уменьшенном количестве. Это досадно, так как некоторые из них, пожирая обрастателей, влияют на видовой и количественный состав живых обрастателей и сохранность останков погибших. Таковы хищники: плоские черви стилохусы, улитки нассы и рапаны, крабы и креветки, а в тропических водах и рыбы-обростоеды (баланофаги, рыбы-попугаи) и т.п. Сбору подвижных форм мешают волны и толчки воды, возникающие от движений рук водолаза. Они выбивают-вымывают из образца существенную часть организмов, притом по-разному, в зависимости от удельного веса и удельной поверхности данного компонента оброста. Этим нарушаются масса и количественный состав организмов и их останков и построек в пробе. Даже при осторожном взятии проб в тихую погоду часто удается сохранить лишь примерные соотношения и состав оброста.

Пробы под водой может брать водолаз, имеющий упор или держащийся за туго натянутые концы (лучше два - треугольником), или со шлюпки. Используют один из следующих инструментов: 1) мерный сачок-скребок с лезвием 10 (или 20) см, мешком

глубиной 20 (или 40) см и размеченной через 5-10 см ручкой; 2) скребок "почтовый ящик" [25]; 3) приемник-пробоотборник со скрябкой и банкой или мешочком - набор Е.М. Лебедева [14, 15]; 4) призматический приемник Е.М. Лебедева с мешочком [14]; 5) скрябку, используемую сквозь ткань мешочка мерного сачка, выполняющего роль рамки пробной площадки; 6) водолазный набор для взятия проб по А.Ю. Звягинцеву и С.Р. Михайлову [3]. Скребок удобен для подводных сборов с борта и со шлюпки на глубине не более $\frac{2}{3}$ длины его ручки; остальные - для сборов со шлюпки вблизи ватерлинии, для водолазов - на любой глубине и на воздухе - с поднятого из воды предмета или с его обнажившегося участка. Лезвие плотно прижимают к поверхности предмета и ведут очень медленным движением, чтобы не повредить и не растерять оброст, соскребая его с пробной площадки, очерченной до субстрата инструментами 2-5, а мерным скребком - двигая его вверх от одной метки на ручке до другой.

Наилучшие характеристики оброста и точные количественные сборы, а, следовательно, и объективную оценку обрастания и возможных мер борьбы с ним получают, если обросший предмет или его часть ненадолго извлекают из воды и осматривают на воздухе. Образцы в сосудах с водой можно отвезти в лабораторию или фиксировать, а затем изучить [4, 5, 7-22, 25].

Тара для проб - соответственно разнообразию видов обрастателей и разной прочности их скелетов и домиков.

Организмы можно собирать и в мягкую тару - полотняные или пластиковые мешочки, плотно укладываемые в небольшие цинковые ящики или бидоны с фиксатором. Хрупкие организмы и оброст, разрушающиеся при перевозке, собирают в банки из стекла, прочной пластмассы, металла, заполняя пустые пространства пыжами (вата в кусочке полотна). Образцы обрабатывают, пока фиксатор не сделал их ломкими. Каждую форму (а если нельзя разделить, то всю пробу) бережно хранят отдельно.

Решающее значение имеет правильная **документация сборов**: 1) этикетки, 2) описания в дневнике, 3) зарисовки на бланке-схеме судна, буя, стенда, водовода или другого предмета или в дневнике: распределение оброста, расположение фото- и пробных площадок и отдельных обрастателей, 4) фотоснимки объекта, оброста и обрастателей с масштабом и указанием мест пробных площадок, 5) сведения об условиях обрастания. Для судов, буюв, океанологических приборов и стендов нужны выписки из судовых, доковых, заводских журналов, актов, паспортных данных защитных красок, гидрометеорологических дневников; опросные сведения от команд, персонала заводов и доков и т.п. Следует обратить внимание на часы, сроки, погодные и технологические условия окраски подводной части и на марки каждого слоя схемы противокоррозионной и

необрастающей защит, часы их сушки и спуска объекта на воду, районы, сроки и условия стоянок и дрейфа. Для судна очень важны и эксплуатационные сведения о потере скорости, зарастании кингстонов, перегреве машин и других помех от обрастания. Важны данные об очистке участков подводной части судов на плаву или о задевании их о грунт, а также об условиях обрастания в местах стоянок судов на заводе и рядом стоявших у доков и причалов других плавучестей перед подъемом судна для ремонта подводной части. Для водоводных систем - данные о постройке, пуске, режиме эксплуатации, обсушке, изменениях пропускной способности, скоростях тока и температуре воды, загрязнении, коррозии и защите от нее, засорах и других помехах от оброста, о мерах борьбы с обрастанием. Для свай важны аналогичные сведения.

Необходимы биологические сведения, особенно о донных организмах окружающего района и мест стоянок судна. Хорошо сопоставить оброст сооружения с экспериментальным или природным обростом камней, свай, биев и т.п.

Регистрацию данных ведут по Карте учета обрастания самоходного судна [14, 16, 17]. Аналогично учитывают оброст и других естественных и искусственных подвижных и неподвижных предметов. При постоянной ватерлинии плавучести или "постоянном" урезе воды неподвижного предмета нужны пробы со следующих горизонтов: выше 0 глубины; 0-0,05 м; 0,05-0,1 м; 0,1-0,2 м; 0,2-0,5 м; 1,0-2,0 м; 2,5-5 м; глубже - по желанию и в зависимости от освещенности, прибойности участков, ориентации по вертикали и странам света. Пробы берут вне мест влияния теплых и загрязненных стоков, которые обследуют отдельно. В каждом типичном горизонте достаточны две-три пробные площадки наименьшего, типичного, наибольшего оброста (или три пары площадок при мозаичном обросте). Если поперечник массовых крупных организмов не превышает 25 мм, а колоний - 50 мм, то размер площадок – 1-2 дм². При наличии крупных "пятен" - устриц, колоний мшанок (диаметром около 60 мм) и т.п. - можно увеличить площадку. Но лучше взять вырезки оброста с крупным организмом или колонией и без него, описав число и распределение пятен. Это позволит рассчитывать биомассу, объем, мозаичность разной толщины и другие особенности оброста.

Для изучения обрастания важны: характер поверхности объекта, глубина, освещенность и ориентировка пробных площадок к течению, прибою, поверхности воды, грунту, странам света.

Когда субстрат невелик (пластина, деталь, кусок дерева, камень, раковина, водоросль и т.п.) и может быть взят из воды для описания, фотосъемки и исследования, то и оброст счищают сразу же по извлечении из воды, чтобы быстро просмотреть живыми, а затем законсервировать организмы, или, наоборот, субстрат погружают не менее чем на

сутки в фиксатор, а затем удаляют оброст. Определяют: площадь оброста (по форме снятого лоскута оброста вырезают кусок миллиметровой бумаги и взвешивают его; массу куска бумаги сравнивают с массой квадрата 1 дм^2 из нее же), массу и расположение отдельных видов и размерных групп обрастателей.

На этикетке пишут: дату, название учреждения и экспедиции, водоем, координаты и номер станции, расстояние от берега и от дна, глубину района, грунт, орудие сбора, с какой стороны (верх, низ, бок), с какого подводного предмета сняты эпибионты, площадь соскоба (по возможности - сырой вес). Этикетку пишут простым карандашом или тушью и, складывая надписью внутрь, помещают вверх - внутри банки или мешочка с образцом; если крышка банки с прокладкой - под прокладку. Те же данные записывают в дневник. Если времени мало, то в тару с образцом кладут две этикетки с номером пробы, а все данные пишут под этим номером в дневник. При первой возможности в пробу кладут написанную тушью подробную этикетку [11, 14]. Учитывая трудности сбора в водоеме и в доке, своеобразии субстратов, сезонную и многолетнюю (особенно из-за антропогенных факторов) изменчивость количественного и качественного состава биоценозов, т.е. неповторимость материала, а также научный прогресс и необходимость ревизий старых сборов, обязательно постоянное хранение коллекций.

Образцы фиксируют обычно 4%-ным формальдегидом (10% от продажного 40%-ного крепкого формалина). Через несколько дней раствор заменяют свежим. Если крепкий формалин побелел от параформалина, раствор подогревают до исчезновения белизны. Формалин содержит примесь муравьиной кислоты и, чтобы не растворить известковые скелеты обрастателей, ее заблаговременно нейтрализуют, бросая в крепкий формалин мел или буру. Формалин удобен в перевозке и хранении, так как начальный вес его вдесятеро меньше окончательного фиксатора.

Спирт менее пригоден из-за громоздкости, горючести, испаряемости, необходимости поддержания крепости 70° в пробе. Следует регулярно проверять крепость и доливать спирт, чтобы сохранить его вопреки испарению и ослаблению концентрации выходом воды и жиров из образца в спирт. Выход в спирт веществ также изменяет массу тела организмов. Иногда, если нет формалина, фиксируют спиртом, а позже переносят в формалин (не лучший способ фиксации). Спирт и спецфиксаторы (реактивы Удеманса, Буэна и др.) употребляют, чтобы облегчить определение вида некоторых организмов, о чем консультируются с биологами-систематиками, или собирают параллельные образцы для таксономических работ.

Для учета изменений массы на этикетке необходимо указывать фиксатор.

Тела организмов содержат до 80% и более воды и в объемистых образцах

снижается крепость фиксатора. Можно залить пробу фиксатором обычной (4% формалина и 70% спирта) крепости (наиболее хорошо проникающего в глубь тканей) в сосуде определенного объема, слить фиксатор и по разности объемов узнать объем образца; принять последний за объем чистой воды и залить пробу нужным количеством более крепкого фиксатора (формалин не крепче 12%), с тем, чтобы концентрации фиксатора в растворе и тканях выровнялись. Еще лучше через несколько часов заменить фиксатор свежим, повторив это через неделю и через месяц.

Характерные природные очаги обрастателей: подводные камни, куски дерева, панцири и домики животных, крупные водоросли. Существенны: прибойность, опреснение, осолонение, освещенность и положение относительно стран света, высота максимального и минимального прилива и отлива (для безливных морей - максимум ветрового нагона, минимум – сгона, время стабильного периода перед взятием проб), заплеск или обнажение при волнении,. Интерес представляет и население прибойных ванн, прудков, гротов, каменных набросок, если последние не перемещаются и не перемещались штормами (а если перемещались - записать когда).

Природные очаги и состав обрастателей можно примерно оценить сбором донных организмов драгой или дночерпателем. В экспедиционных условиях для отмывки организмов и твердых предметов от частиц грунта удобен наш портативный промывной станок. При перевозке он служит и тарой для инструментов и набора мягких промывных сит (см. [14, 17, 18]) .

Сбор оброста водозабора, водоводов, молгов, свай ведут так же. Ценны сборы с извлеченных из воды конструкций.

Сбор оброста судов и биев на плаву не всегда точен, а сбору на воздухе мешает ветер, солнце и стремление команды очистить оброст влажным, пока не присох. Удобен сбор в мешочки при помощи приемника со скряжкой или призмы (рисунок) [11, 14].

Испытания средств защиты от обрастания бывают лабораторные, стендовые и натурные. Только последние, выполненные не менее чем в течение 2,5 лет во всех диапазонах естественных и эксплуатационных условий, позволяют правильно оценить выбор мер защиты для данного района и объекта.

Лабораторные испытания дают крайне приблизительные сведения об эффективности способа и доз средств защиты (химических, физических, биологических). Они искусственно ограничивают число и диапазон колебаний абиотических факторов (освещенность и спектральный состав света, температура, соленость, насыщенность кислородом и другими газами и многое другое), время опытов, объем сосудов, число видов организмов. Опыты точнее, если использовать естественную смесь зародышей

обрастателей, постоянно поступающую с природной акватории водозабора в аквариальную. Но и тут стесняют изменчивость и ограниченность (по площади и по глубине акватории водозабора) видового и количественного составов готовых к оседанию зародышевых стадий обрастателей. Обычная неоднородность хода погоды в одном месте в разные годы позволяет при этом сопоставлять только одновременные эксперименты. Поэтому чаще используют или отловленных из природных вод зародышей, или чистые культуры. К сожалению, часто моделируют действие средств защиты на отдельные виды тест-организмов. При такой экстраполяции выводы о пригодности или непригодности данного средства весьма спорны. Это относится к "классическим модельным" шаблонным тест-организмам: бактериям коли, сенной палочке, тесту Эймса и т.п., низшим грибам, одноклеточным планктонным водорослям, инфузориям туфельке и тетрахимене, ракообразным дафниям и артемии, улиткам прудовикам и физам, двустворкам унионидам. Для определения действенности защитные средства обычно помещают в центр сосуда (чашка Петри, цилиндр), заполненного водой, а для бактерий и грибов - чаще агаровой культурой тест-организма. По отмиранию или отсутствию роста вблизи защитного агента (источника ультразвука, тока, ядовитых веществ, красок и т.п.) судят об эффективности и по радиусу зоны рассчитывают летальную концентрацию. Однако так легко выбраковать узко специфичные для отдельных видов обрастателей яды, как раз наиболее безопасные для людей и для полезных организмов, и, наоборот, отобрать бактерициды, микоциды и т.п., не обладающие необходимым специфическим зооцидным или альгицидным действием [18]. Одна из лучших моделей - личинки гидроида обелия [2].

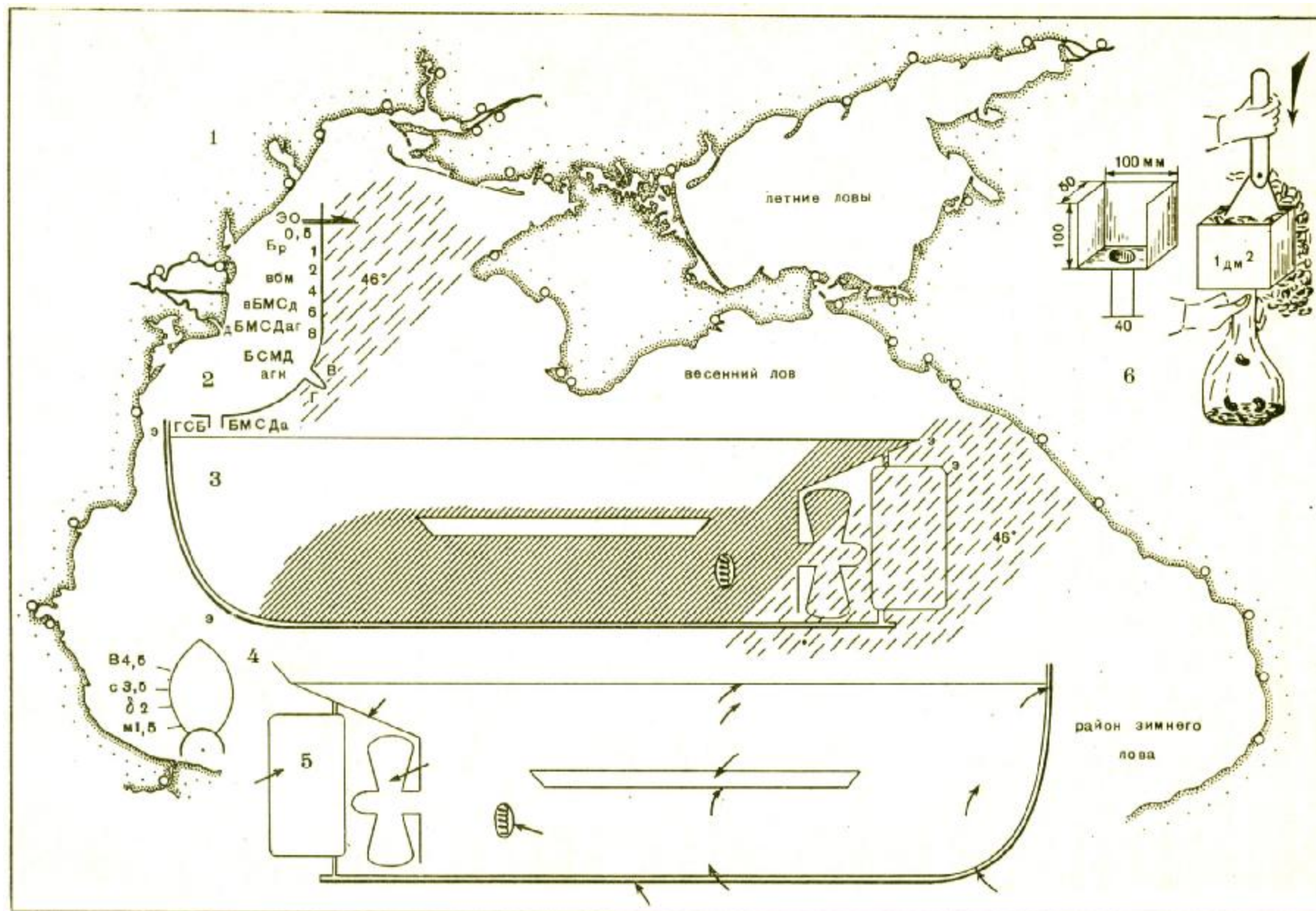


Рисунок. Карта-схема стоянок и работ азово-черноморского рыболовного судна от спуска в воду и до нового подъема в док (1), распределение обрастателей по глубинам осадки (дм) и подводной освещенности (лучи Солнца, входя в воду, отклоняются от вертикали не более $46-48^\circ$) (2), распределение освещенности Солнцем по подводной части судна (3), оброст на винте при скорости до 700 об./мин (4), места пробных площадок (жирные стрелки - основные) (5), пробоотборник Лебедева изнутри и взятие-срезка проб в мешочек (6)

"Борода" энтероморфы у ватерлинии на горизонте 0 - 0,5 дм. Дает густую тень, где развиваются мелкие баянусы, иногда и мшанки, а на тихоходных и стоящих судах - рачки корофииды; ниже - на свету - водоросли и беспозвоночные животные; в тени - только беспозвоночные. Обозначения: Э – энтероморфа, В - другие водоросли, Б – баянусы, К - колониальные асцидии-ботриллусы, А - асцидии одиночные, М – мшанки, Г – гидроиды, С - серпулиды и их трубки, Д – двустворки, Р - корофииды; строчные буквы - мелкие особи несплошного оброста.

В отличие от общепринятого у химиков, мы считаем, что оценка токсичности для людей должна быть вторым этапом после синтеза вещества, а не предпоследним перед массовым применением созданных ядохимикатов. Так как яды испытывают обычно на лабораторных грызунах, следует учесть, что грызуны в силу экологических особенностей и синантропности могут быть на 1-2 порядка менее чувствительными, чем человек, в том числе и к канцерогенам.

Стендовые испытания - основной способ первичной оценки эффективности средств защиты. Наиболее важны: 1) правильный выбор места установки стенда, 2) правильность установки опытных и особенно контрольных образцов.

Место установки стенда должно иметь интенсивное обрастание, длительный сезон оседания и большое разнообразие видового состава обрастателей с обязательным наличием главных массовых вредоносных обрастателей: "сидячих" животных (гидроидов, корковых мшанок, червей серпулид, двустворок метилид, усоногих раков, оболочников) и прикрепленных водорослей (одноклеточных диатомовых и многоклеточных зеленых (кладофор, энтероморф), красных и бурых). Среди последних желательно иметь род эктокарпус, наиболее стойкий к альгицидам. Поэтому нужно предварительно обследовать оброст естественных и искусственных предметов в микрорайонах возможной установки стенда. Важны и направления течений, сгонно-нагонных ветров, прибоя. Надо иметь возможность почти в любую погоду заменять и осматривать образцы. Каждый угол стенда прикрепляют к двум трос-растяжкам, заканчивающимся у дна тяжелыми цепями, каждая на отдельном мертвом якорю.

Глубины установки пластин и их ориентация по горизонтали, странам света и вертикали зависят от специфики объектов, для которых испытывают эффективность защиты от обрастания. Общего типа опыты в Черном море мы вели [19] не менее чем в трех повторностях образцов каждой серии пластин, установленных на горизонтах: 1) +0,1-0,4 м; 2) 0,5-0,75 м; 3) 0,95-1,2 м; 4) в отдельных случаях и глубже. Обрастание на глубинах свыше 25 м мы изучали в 1951-1952 гг., устанавливая на грунте садки с лежащими наверху каждой пары садков в 30 см над грунтом коромыслами, М.А.Долгопольская - на макетах изделий [1], а А.В. Леденев - на придонных приборах [21]. Плоскости пластин лучше ориентировать вертикально по меридиану, что препятствует избыточному развитию водорослей, позволяет сильнее развиваться животному обросту. Последний интенсивен на восточной и отчасти на северной сторонах [19], что, очевидно, обусловлено вращением Земли (силой Кориолиса) и преобладанием на морях СССР северо-восточных ветров, перемещающих споры и личинок.

Так как в рамы и кассеты помещают ядовитые для обрастателей и их личинок

образцы с возможным выщелачиванием, дистанционным действием и взаимодействием (активирование или пассивирование одних веществ другими), на каждом горизонте одной кассеты или рамы необходимо чередование опытных пластин с контрольными нетоксичными (из некорродирующего материала, только с противокоррозионным покрытием, только с пленкообразующими и другими компонентами необрастающей краски). Нами замечено ослабление обрастания в средних рамах стенда и в последних по отношению к господствующим ветрам и течениям, особенно в нижних рядах пластин. Это объяснимо не только истощением числа личинок, оседающих на рядах пластин, как на пластинчатом фильтре, но и нарастанием концентраций выщелачиваемых током воды токсинов, сносимых по течению и опускающихся в силу большего удельного веса раствора.

Сказанное определяет и соотношение размеров пластин с зазорами между ними. Последние должны быть не уже самих пластин, а количество параллельных рам или кассет (расположенных не ближе друг к другу, чем наибольший поперечник пластины) должно быть невелико. Близкая расстановка пластин и рам удовлетворяет коррозионистов, но для изучения обрастания она должна быть изрежена вдвое по числу рам и вдвое за счет установки незащищенных образцов между опытовыми, т.е. в 4 раза. Долговременная экспозиция большей части незащищенных образцов создает для соседних опытных пластин фонд организмов-продуцентов зародышей обрастателей, что крайне важно для апробации средств защиты.

Размеры образцов могут быть разными, но, даже при желании иметь весь диапазон по вертикали, более удобны вертикальные ряды из трех-пяти пластин рабочей площадью от 1 до 10 дм² каждая. Минимальный размер опытных пластин - предметное стекло (77x22 мм), а минимальный размер пятна опытной краски на нем - 25x20, 15x33 мм.

Наиболее удобны предложенные нами [13, 18] двойные пластины, т.е. сложенные в два слоя неокрашенными сторонами друг к другу. Их скрепляют и прикрепляют к раме четырьмя-шестью болтами, лучше - на изолирующих втулках и шайбах, хуже - с изолирующим от образцов и рамы покрытием в месте прикрепления, или резиновыми кольцами. Такие пластины из стекла, оргстекла или металла позволили нам точно определить минимальные размеры баянусов, прорезающих лакокрасочную противокоррозионную защиту до металла. Разъединив эти пластины и кладя обростом верх в кювету, можно сопоставить оброст противоположных сторон и лучше сохранить его. Для транспортировки и хранения их складывают обростом внутрь, устанавливая в местах прикреплений или по краям прокладки (вдвое толще слоя оброста), что сохраняют его невредимым.

При определении биомассы и распределении оброста по пластинам следует очертить и не учитывать полосу вдоль краев (ребер) пластин шириной не менее полутора поперечников наиболее крупных из сидящих на них обрастателей. Это важно из-за "краевого эффекта" - лучшего водообмена (значит и роста, и удаления метаболитов и ядов) по сравнению с сидящими в центре пластины организмами. Зная по обследованию предметов района установки стенда размеры обрастателей, легко установить ширину неучитываемой краевой каймы. В Черном море для недельных опытов на предметных стеклах она не меньше 3,5-6,0 мм, на устанавливаемых не свыше чем на I месяц пластинах - 10 мм, более - не менее 25 мм. В малоподвижных водах с мелкими обрастателями и в пресных водах ширина каймы может быть уменьшена с соблюдением того же правила - 1,5 поперечника наибольшего из организмов (но не колонии).

Ускоренное старение защитных покрытий наиболее приближено к естественным и эксплуатационным условиям, в стендовых испытаниях его крайне желательно завершить к началу экспозиции - времени массового оседания обрастателей.

Один из легчайших путей этого - установка стенда (кассет) в местах, наиболее благоприятствующих развитию обрастателей, например, у стоков нетоксичных изобилующих пищей бытовых или теплых вод, к тому же быстрее выщелачивающих яды.

Другой способ предложен в 1958 г. Е.М. Лебедевым и Н.И. Тарасовым - установка пластин или кассет на бортовых киях судов. На верхней грани бортового кия пластины освещены, их испытывают на обрастание водорослями; на нижней - затенены и сильно обрастают животными. Интенсивные потоки воды у килей обеспечивают хорошее водоснабжение (питание, аэрация, удаление отходов, ядов). Единственный недостаток - возможный дефицит массовых скоплений готовых к оседанию зародышей обрастателей, особенно водорослей, в данном горизонте воды - не снижает достоинств метода по сравнению с установкой пластин на обшивке кормового подзора или "тигровой окраской" судна. Пластины на бортовых киях впервые были установлены на НИС "Витязь". Этот способ, как лучший способ ускоренного старения, а также натурных быстрых и регулярно контролируемых испытаний, принят голландскими фирмами [18], производящими одни из лучших зарубежных необрастающих красок.

Мы и наши коллеги ставили образцы и в освещаемых, и неосвещаемых солнцем подводных участках буев, но из-за больших отклонений от вертикали, вращения, волнения и обычного отсутствия сильных течений у поверхности буя этот способ менее приемлем [20].

Удобные нестационарные устройства изучения обрастания пластин создал А.И. Раилкин [23]. Их недостатки: переориентация пластин на гидрофлюгере при переменах

течений и "осреднение" обрастания по странам света и освещенности на вертушке, а потому - преобладание водорослей в обросте, снижающих ущерб от беспозвоночных-обрастателей. Е.М. Лебедев, считая, что при всех оценках биологических, экологических и вредоносных ситуаций следует выявлять крайние показатели и условия, предпочитает строго ориентированные плавучие стенды с постоянной осадкой, хуже - неподвижные.

Натурные испытания дают почти окончательные рекомендации об эффективности и особенностях применения средств защиты. "Почти" потому, что нередко возникают непохожие на годы испытаний особо благоприятные для обрастателей погодные условия [17]. И потому, что развитие сети каналов, объема и скоростей судоходства способствует переносу обрастателей в новые районы [17, 18, 20], а органические, тепловые и другие загрязнения приводят к их интенсивному развитию.

Для натурных испытаний защищают макеты, изделия, суда и сооружения, обязательно в нескольких экземплярах, так как "незначительные" отклонения от нормальных условий эксплуатации могут изменить развитие, облик и объем оброста из-за высокой чувствительности обрастателей к «незаметным» изменениям среды.

Окраска каждого борта судна в одной последовательности разными необрастающими (общепринятыми и экспериментальными) и нейтральными красками применима лишь с учетом возможности пассивирования красок одна другой.

Оценку средств защиты от обрастания можно дать, как минимум, только после 3-х лет натурных испытаний в крайних гидрометеорологических и гидробиологических условиях моря, для которого они предназначены. Для надежной борьбы достоверные сведения об эффективности дают лишь регулярные натурные обследования тех же или подобных объектов полноценными сопоставимыми методами (желательно теми же специалистами) с обязательным участием экологов - специалистов по обрастанию. Такие меры нужны и потому, что заводы-производители необрастающих покрытий постоянно стремились упрощать технологии и снижать себестоимость. Из-за этого вдвое снизились сроки защиты польских и советских необрастающих красок. Например, в испытаниях с участием Н.И. Тарасова и Е.М. Лебедева краски типов ХС и ХВ рецептур НПО "Пигмент" работали 36-39 месяцев, а в последующие годы - лишь 18 месяцев [18, 25].

Методы исследований океанического обрастания в пелагиали часто аналогичны методам, описанным выше, но имеют и свои особенности [6-10].

В любых случаях необходимо взятие максимального обрастания, так как у многих исследователей описаны лишь пробы с наиболее обросших мест. Это дает возможность сравнения вновь полученных данных с ранее имеющимися.

К сожалению, именно различия в методиках разных авторов затрудняют или

вообще не дают возможности сравнивать данные об океаническом обрастании в пелагиали.

Очень важен (особенно при обычных кратковременных исследованиях) выбор экспериментального субстрата. Так, оргстекло, сталь, краска ЭКЖС-40 нередко мало или вообще не обрастают там, где отмечено заметное обрастание древесины и пенопласта [10].

Частая невозможность получения всех желательных проб океанического обрастания требует обязательного присутствия при этом специалиста-эколога.

Следует отметить, что в настоящее время наилучший метод исследований обрастания в пелагиали океана - буйковые якорные станции [7-10]. При этом к бую прикрепляют трос с грузом (якорем). Буй и приборы, находящиеся на тросе, могут быть использованы как экспериментальные поверхности. И к бую, и к кронштейнам на тросе могут также прикрепляться разработанные нами кассеты для экспериментальных образцов [8]. Кассеты рассчитаны на установку образцов различных форм и размеров, в частности, наиболее распространенных в СССР пластин. Образцы в кассетах могут быть установлены под любым углом к горизонту.

Литература

1. Долгопольская М.А. Экспериментальное изучение процесса обрастания в море // Тр. Севастоп. биол. станции. 1960. Т. 8. С. 157-173.
2. Дементьев А.В. Эмбриональное развитие морского гидроидного полипа обелия и разработка метода биотестирования // Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л., 1991. 16 с.
3. Звягинцев А.Ю., Михайлов С.Р. К методике изучения обрастания морских судов с помощью легководолазной техники // Экология обрастания в северо-западной части Тихого океана. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1980. С. 17-25.
4. Зенкевич Л.А. Некоторые наблюдения по обрастанию в Екатерининской бухте (Кольский залив) // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1935. Т. 17. С. 103-110.
5. Зернов С.А. К вопросу об изучении жизни Черного моря // Зап. Имп. Акад. наук, 1901. Т. 32, № I. 296 с.
6. Ильин И.Н. К методике изучения влияния катодной поляризации стальных окрашенных пластин на оседание морских обрастателей // Биологические повреждения строительных и промышленных материалов. М.: ПЭМ ЦИНИС Госстроя СССР, 1973. С. 222-223.
7. Ильин И.Н. К методике изучения обрастания в океане // Океанология. 1976.

- Т. 16, вып. 6. С. 1122-1125.
8. Ильин И.Н. К методике изучения обрастания в океане. Сообщение 2. Об исследованиях на буйковых станциях // Обрастание и биокоррозия в водной среде. М.: Наука, 1981. С. 242-247.
 9. Ильин И.Н. Методология исследований пелагического обрастания в океане // Современные методы и средства океанологических исследований. Тр. 111 конф. М.: ИОРАН, 1997. С. D13-D15.
 10. И.Н. Ильин. Экология океанического обрастания // Автореф. дис. ... доктора биол. наук. М.: МГУ. 2003. 53 с. (см. наст. электр. сб.)
 11. Лебедев Е.М. О способе сбора количественного материала по обрастанию судов // Тр. Всесоюз. гидробиол. о-ва. 1958. Т. 9. С. 367-369.
 12. Лебедев Е.М. Обрастания судов, плававших в Азовском море и в Керченском проливе // Тр. ИОАН. 1961. Т. 49. С. 41-66.
 13. Лебедев Е.М. К методике исследований токсичности вод и подводных субстратов с помощью обрастателей // Методики биологических исследований по водной токсикологии. М.: Наука, 1971. С. 283-288.
 14. Лебедев Е.М. Сбор материалов для оценки обрастания и средств защиты // Биоповреждения материалов и изделий в пресных и морских водах. М.: МГУ, 1971. С. 159-173.
 15. Лебедев Е.М. Карта учета обрастания судна // Там же. С. 257-259.
 16. Лебедев Е.М. Некоторые данные к обрастанию океанологических приборов // Проблемы биологических повреждений и обрастаний материалов, изделий и сооружений. М.: Наука, 1972. С. 174-177.
 17. Лебедев Е.М. Ущерб от обрастаний и биоповреждений при отсутствии защиты или нарушении ее технологии; карта учета обрастания судна // Биологические повреждения строительных и промышленных материалов. М.: ПЭМ ЦИНИС Госстроя СССР, 1973. С. 224-253.
 18. Лебедев Е.М. К испытаниям биостойкости и необрастаемости, выбору и культивированию тест-организмов // Биокоррозия, биоповреждения, обрастания, М.: ЦНИИ строительных конструкций, 1976. С. 156-162.
 19. Лебедев Е.М., Пермитин Ю.Е., Караева Н.И. К вопросу об обрастании пластин на Черном море // Тр. ИОАН. 1963. Т. 10. С. 82-93.
 20. Лебедев Е.М. Некоторые актуальные вопросы изучения обрастания и защиты от него // Изучение процессов морского биообрастания и разработка методов борьбы с ним. Л.: ЗИН, 1987. С. 62-64.

21. Леденев А.В. Особенности биологического обрастания металлов в морской воде и влияние микроорганизмов на коррозионные процессы. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Севастополь, 1990. 22 с.
22. Лигнау Н.Г. Процесс обрастания в море // Рус. гидробиол. журн. 1924. Т. 3, № 11-12. С. 280-290.
23. Раилкин А.И., Войлоков А.В., Гудков А.В., Евдонин А.Л. Устройство для экспонирования пластин обрастания в условиях течения // Экология обрастания в Белом море. Л.: ЗИН, 1985. С. 100-105.
24. Ржепишевский И.К., Лебедев Е.М., Мартыненко В.В. О проверке на флоте результатов работ по обрастанию и коррозии // Биокоррозия, биоповреждения, обрастания. М.: ЦНИИ строительных конструкции, 1976. С. 166-167.
25. Тарасов Н.И., Рудякова Н.А. К методике изучения обрастания морских судов и гидротехнических сооружений // Тр. ИОАН. 1961. Т. 49. С. 60-64.