



А.С.Массарский

ОБЪЕКТИВ

ПОД ВОДОЙ

А.С.Массарский



ОБЪЕКТИВ
ПОДВОДОЙ

Лениздат
1964

В книге инженера А. С. Массарского «Объектив под водой» увлекательно рассказывается о методах и технике подводной фото- и киносъемки, применяемой советскими спортсменами и мастерами-подводниками. В ряде глав даны необходимые практические советы, как изготовить самим те или иные приспособления для подводной съемки, определить экспозицию, произвести съемку при естественном и искусственном освещении.

Значительный интерес представляет описание новейших и наиболее совершенных образцов съемочной аппаратуры и приспособлений, в том числе боксов для фото- и киноаппаратов, экспонометров, импульсных осветительных приборов.

Книга написана на основе многолетнего опыта работы автора в области подводных съемок; им самим созданы и испытаны многие образцы подводной съемочной аппаратуры, которые получили высокую оценку мастеров-спортсменов и профессиональных операторов.

Описание этих образцов дано в книге.

Книга рассчитана на широкий круг читателей. Особенно полезной она будет для любителей подводного спорта и подводной съемки.

Александр Самойлович Массарский
“Объектив под водой”

Редактор О. В. Курьянова
Художник И. Н. Седикова
Технический редактор К. А
Корректор И. К.

Сдано в набор 2/IV 1964 г. Подписано к печати 3/VI 1964 г.
Формат бумаги 84X108¹/₃₂. Физ. печ. л. 3,63. Усл. печ. л. 5,95,
Уч.-изд. л. 5,80. Тираж 50 000 экз. (1—26500). М-31210. Заказ № 572

Лениздат, Ленинград, Фонтанка, 59
Типография имени Володарского Лениздата, Фонтанка, 57

Цена 29 коп.

Глава I

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВОДЫ, СНАРЯЖЕНИЕ ПОДВОДНИКА И ПЛАВАНИЕ ПОД ВОДОЙ

Море плещется у ваших ног. Вы надеваете акваланг, маску, ласты и входите в воду. Вас сразу же окружает фантастический мир, который был от вас скрыт, пока вы не взглянули на него через стекло своей маски.

В этой бирюзовой бездне все необычно. Вас поражают обилие и игра красок, ваша невесомость в воде. Под водой светло. Солнечные блики играют на камнях, обросших водорослями и ракушками. Вас окружают любопытные рыбы. Вот проплывает зеленуха с красными, синими и желтыми полосами на теле. На камне отдыхает морской ерш. Бледным призраком проплывает кефаль, совершенно растворяясь в голубой дали. Дело вито ползет краб. Вы взглянули на свои руки — они огромны. Протянули руку к ближайшему камню и... не достали до него — камень находится на большем расстоянии, чем кажется. Не сразу привыкнешь к этим иллюзиям. Все вокруг полно гармонии и движения. Сначала вам чего-то не хватает, потом вы понимаете чего — шума. Вокруг необычная тишина. Все движется в медленном, непривычном фантастическом ритме, и, пожалуй, именно ритм поражает вас больше всего.

Трудно поверить, что такое обилие ярких красок можно увидеть под водой.

Только цветное кино или хотя бы фотография могут в какой-то мере передать красоту подводного мира.

В последние годы подводной съемкой занимаются тысячи любителей подводного спорта, ученые, изучающие моря, археологи и др. Под водой снимают хроникальные, учебные и художественные фильмы. При научных исследованиях зачастую только кинокадры или фотоснимки могут явиться полноценными объективными документами.

Однако техника подводной съемки очень сильно отличается от техники съемки на поверхности.

Снимающему под водой не достаточно хорошо знать свой аппарат, легко и быстро определять экспозицию, выбирать сюжеты съемки, вносить поправку на параллакс и т. п. Главные трудности заключаются в том, что подводный фотограф, а тем более оператор, наряду с вышеперечисленным должен значительно лучше, чем обычный подводник, владеть водолазным снаряжением и техникой ныряния и погружения.

В поисках интересных сюжетов, особенно во время киносъемок, подводный оператор часто совершает стремительные погружения и всплытия, быстрые передвижения среди скал, не отрываясь от визира киноаппарата. Управление съемочной камерой сложно само по себе, а под водой оно значительно усложняется. Поэтому, чтобы снимать под водой и избежать встречающихся там опасностей, необходимо прежде всего хорошо научиться пользоваться подводным водолазным снаряжением, а также изучить влияние водной среды на организм человека.

Физические свойства водной среды

Вода занимает $\frac{3}{4}$ поверхности земли. Вода океанов, морей, озер, рек имеет различную окраску. В ней растворены минеральные соли и содержится много взвешенных веществ, что и определяет ее свойства. Наличие солей в воде увеличивает ее плотность. Морская вода, имеющая значительное содержание солей (в Черном море 20 г соли на 1 л воды, а в Индийском океане — 35 г), тяжелее пресной на 2—3%. В пресных водоемах также имеются растворенные соли, однако их

концентрация ниже, чем в морской. Морская вода отличается от пресной по составу солей, в пресной воде преобладают соли кальция, а в морской — соли натрия, магния, калия, придающие воде горько-соленый вкус.

В воде также растворены газы — кислород, азот и др. Вода поглощает кислород из атмосферного воздуха. Кроме того, кислород выделяется водорослями в процессе обмена веществ. Присутствие кислорода в воде обеспечивает жизнедеятельность живых организмов. Азот, как и кислород, поглощается водой из атмосферы. Часть азота выделяется при распаде водорослей и живых организмов.

Распространение звука в воде

Вода обладает значительно лучшей проводимостью звука, чем воздух. Звук распространяется в воде со скоростью 1400—1500 м/сек. Это в 4,5 раза быстрее, чем в воздухе. Хорошая проводимость звука используется подводниками для связи при помощи звуковых сигналов. Применяя звуковые сигналы, подводники общаются друг с другом и с поверхностью. На воздухе звуковые волны достигают органа слуха, расположенного во внутреннем ухе, через наружный слуховой проход, барабанную перепонку и слуховые косточки. Под водой звук воспринимается посредством костной проводимости костей черепа. Несмотря на то что костная проводимость звука примерно на 40% ниже воздушной, именно ей мы обязаны слышимостью в воде. В некоторых случаях костная проводимость звука имеется и на воздухе.

Особенно хорошо под водой воспринимаются звуки высокого тона. Чаще всего для связи используют пустые кислородные баллончики, по которым наносят удары металлическим предметом. Такие сигналы с поверхности, если баллон хотя бы частично опущен в воду, слышны под водой на расстоянии до 200 м. Однако определить направление, в котором находится источник звука под водой, очень трудно.

Многие подводники переговариваются между собой, приблизив стекло своей маски к маске товарища. Поскольку во рту находится загубник трубки или аква-

ланга, то звуки получаются неясными, но при некотором навыке вполне различимыми. Отдельные выкрики с целью привлечь внимание товарища, находящегося поблизости, или предостеречь его от опасности различаются на расстоянии нескольких метров.

Давление воды

Вода практически несжимаема, поэтому давление водяного столба с увеличением глубины возрастает равномерно.

Давление водяного столба измеряется в атмосферах. Одной воздушной атмосфере на уровне моря (760 мм рт. ст.) соответствует столб воды высотой 10,33 м (или $\sim 1 \text{ кг/см}^2$). Округленно считают, что с увеличением глубины на каждые 10 м давление возрастает на 1 атм. Поскольку удельный вес морской воды выше, чем пресной, то и давление на подводника в морской воде будет несколько выше, чем в речной на той же глубине.

Суммарное гидростатическое давление воды, которое испытывает подводник на всю поверхность тела, на глубине 10 м около 35 т, а на глубине 50 м 175 т. Казалось бы, что такое давление воды должно раздавить человека. Однако многие водолазы опускаются на глубину, превышающую 100 м, а отдельные спуски совершались до 300 м без ущерба для здоровья. Происходит это потому, что давление воды распределяется равномерно по всей поверхности тела. С другой стороны, ткани организма человека состоят в основном из воды (в среднем на 70%), а жидкость несжимаема. Воздействию повышенного давления под водой будут подвергаться: грудная клетка, полость среднего уха, гайморовы полости, лобные пазухи и другие полости, заполненные воздухом. Но так как в легкие и эти полости при погружении с аквалангом поступает воздух под давлением, равным окружающему (на любой глубине), то подводник никаких болевых ощущений не испытывает.

При свободном нырянии, без дыхательного аппарата, выравнивание давления в воздухоносных путях затруднено. Поэтому ныряльщики испытывают боль в ушах

от давления воды па барабанные перепонки. Если не знать специальных приемов, позволяющих подвести воздух из полости рта к барабанным перепонкам для выравнивания давления, может произойти их разрыв.

Но несмотря на физиологические ограничения в нырянии, известны случаи, когда отдельные спортсмены достигали очень больших глубин. Итальянский подводник Раймонд о Букер достиг глубины 39 м. Затем этот рекорд был побит двумя другими итальянцами и доведен до 41 м. Сейчас рекорд глубины для ныряльщика, по данным печати, равен 43 м. Однако, по мнению врачей-физиологов, такая глубина превышает физиологический предел для среднего человека, и поэтому ныряние на глубину свыше 30 м должно отрицательно сказаться на здоровье подводника. В нашей стране по правилам подводного спорта глубина ныряния установлена для женщин — 10, а для мужчин — 15 м.

В ряде стран существуют профессиональные ныряльщики, которые занимаются собиранием губок, морских растений и раковин. Это очень трудная и опасная работа. Широко известны искусные ныряльщицы Японии — «ама», занимающиеся собиранием жемчужных раковин. Многие из этих ныряльщиц достигают глубин 25—35 м, оставаясь под водой по 3—4 мин.

Плаву́честь

Вода стремится вытолкнуть любое погруженное в нее тело с силой, равной по весу объему воды, который вытеснен этим телом. Сила, названная Архимедом «выталкивающей», в водолазной практике называется «силой плаву́чести». Вектор силы плаву́чести направлен вертикально вверх. Сила плаву́чести противодействует силе тяжести, направленной вертикально вниз.

Различают три состояния плаву́чести тела: **положительную** плаву́честь, когда выталкивающая сила больше силы тяжести; **отрицательную** — при обратном соотношении сил и **нулевую** — если обе силы уравновешены. Таким образом, плаву́честь зависит от соотношения веса и объема тела.

Человек в воде весит около 1 кг. Если же он сделает полный вдох, увеличив тем самым объем грудной

клетки, вместо отрицательной плавучести в 1 кг тело приобретает некоторую положительную. Поэтому многие люди свободно лежат на воде, не совершая никаких движений. Но стоит только в таком положении сделать полный выдох, или поднять из воды руку (что уменьшает объем тела, находящегося в воде), как пловец начинает погружаться в воду. Человек, плавающий в маске, имеющей некоторый объем, обладает положительной плавучестью.

Применяя водолазное снаряжение, подводник должен искусственно регулировать плавучесть. При погружении в гидрокостюме, имеющем значительный объем, приходится надевать на пояс свинцовые грузы, чтобы иметь под водой вес в 1—3 кг. Такой вес наиболее целесообразен, если погружение происходит с аквалангом. Дело в том, что вес сжатого воздуха в баллонах акваланга достигает 3,5 кг, в зависимости от емкости баллонов и давления, под которым находится воздух. Например, емкость обоих баллонов акваланга «Подводник» (АВМ-1) 14 л. При давлении 150 атм запас воздуха будет равен 2100 л (150X14). Зная, что 1 л воздуха весит 1,29 г, легко подсчитать вес воздуха в баллонах, который будет равен ~ 2,7 кг (2100X1,29). По мере расходования воздуха вес акваланга, а значит и вес подводника будет уменьшаться.

При конструировании подводной съемочной аппаратуры приходится постоянно рассчитывать соотношение объема и веса приборов, чтобы достигнуть желаемой плавучести.

Снаряжение подводника

Различают снаряжение, позволяющее плавать и нырять, и снаряжение для длительных погружений на глубину с использованием аппарата для дыхания.

При нырянии применяется так называемый комплект № 1, состоящий из маски, ласт и дыхательной трубки. Комплект № 1 дает возможность довольно широко заниматься подводными съемками, особенно фотографированием. Используя комплект № 1, автору удалось заснять под водой за месяц около 2000 м пленки. Разумеется, съемки с таким снаряжением менее «ком-

фортабельны», чем с аквалангом, но они имеют чисто спортивную привлекательность.

Маска. Из всех приборов для плавания под водой, пожалуй, именно маска способствовала столь широкому развитию подводного спорта и открыла нам окно в новый, неведомый мир.

По историческим данным, отдаленное подобие маски применялось полинезийцами еще много веков назад.

Рассматривая под водой окружающие предметы не защищенными маской глазами, мы видим неясные, расплывчатые силуэты.

Происходит это потому, что коэффициенты преломления света водой и оптической системой глаза близки по значению.

Когда рассматриваешь те же предметы в воде через стекло маски, они видны четко, как на воздухе, но кажутся увеличенными и приближенными.

Маска состоит из стекла, заключенного в резиновую арматуру при помощи металлического ободка. Резиновый корпус маски имеет фланец, плотно прилегающий к лицу.

Известно много конструкций масок, но наибольшее распространение получили маски, закрывающие только глаза и нос. Они могут применяться как для ныряния с дыхательной трубкой, так и для подводного плавания с аквалангом. Существуют маски с круглыми и овальными стеклами. Оператору, снимающему под водой, можно рекомендовать пользоваться только овальными иллюминаторами, ибо они обеспечивают наибольший обзор при подводных съемках.

В последнее время появились маски с дополнительными боковыми иллюминаторами (рис. 1). Такая маска значительно расширяет обзор и позволяет заметить окружающие объекты, которые следует «брать» в кадр. Иллюминаторы желательно изготовлять из силикатного стекла, ибо небьющееся органическое стекло под водой запотеваает и теряет прозрачность.

Дыхательная трубка применяется при плавании на поверхности и дает возможность пловцу дышать, не поднимая головы и не прекращая наблюдения за подводным миром. Воздух поступает через трубку, конец которой находится над поверхностью воды. Устройство трубки очень простое. Она выгибается из дюралюминие-

вой или пластмассовой (пинеиласт, полиэтилен и пр.) трубки с внутренним диаметром 16—22 мм. Трубки с меньшим сечением затрудняют дыхание. Размеры трубки подбираются таким образом, чтобы конец ее находился на расстоянии 10—15 см над затылком. Чем короче трубка, тем легче дышать через нее. Кроме того, при быстром плавании или нырянии длинная трубка

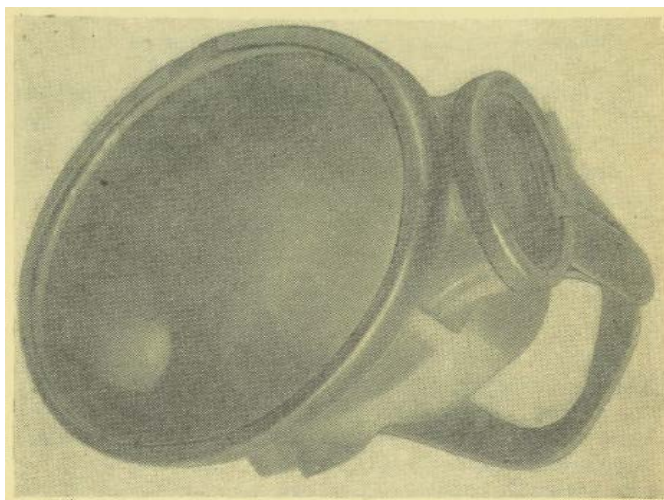


Рис. 1. Маска с боковыми иллюминаторами.

в результате сопротивления воды задерживает движение, вибрирует и вырывается изо рта. На конец дыхательной трубки надевается резиновый загубник.

Еще недавно считалось, что верхний конец трубки должен быть обязательно снабжен клапаном, который при нырянии препятствует проникновению воды в трубку. С приобретением опыта это приспособление оказалось излишним. Дело в том, что воздух, находящийся в дыхательных путях и самой трубке, частично препятствует проникновению воды, если не делать под водой вдоха. При некоторой тренировке можно нырять даже с открытым ртом. При этом мышцы глотки и закрытая голосовая щель не дадут воде из полости рта проникнуть

в дыхательные пути и пищевод. Опытные ныряльщики стараются применять трубки наименьшей длины. Трубки с боковым загубником (рис. 2) не имеют нижнего изгиба, а это уменьшает их длину и вес. При всплытиях попавшая в трубку вода легко удаляется сильным выдохом. При погружении с аквалангом трубка обязательно берется с собой. Если в баллонах кончился воздух или отказал аппарат, трубка позволит подводнику плыть до берега с тяжелым аквалангом за спиной, не поднимая головы из воды, а следовательно, не увеличивая своей отрицательной плавучести.

Ласты служат для увеличения скорости плавания и ныряния. Мощные толчки ластами помогают передвигаться под водой и всплывать на поверхность даже с грузом аппаратуры и подводных «трофеев». Выпускаются различные типы ластов. По форме они очень разнообразны, по почти все напоминают рыбий хвост.

Ласты надеваются на стопу и укрепляются пяточным глухим или регулируемым ремнем. Некоторые из них надеваются как тапочки. Ласты из жесткой резины с длинной лопастью применяются для скоростного плавания; в большинстве же случаев применяются ласты из резины средней эластичности. Очень важна хорошая подгонка ластов по ноге; они не должны ни в коем случае сжимать стопу, иначе будет быстро наступать усталость мышц ног. Известно, что руки подводника почти всегда чем-нибудь заняты, поэтому передвижение под водой осуществляется только за счет работы ног.

* * *

Кроме комплекта № 1 необходимо овладеть и другим снаряжением, которое может потребоваться в зависимости от условий съемки

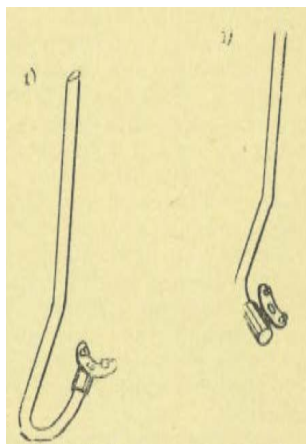


Рис. 2 Дыхательная трубка
а—с прямым загубником;
б—с боковым загубником

Гидрокостюм. В большинстве водоемов нашей страны температура воды летом не превышает 14—15° С. Даже а Черном море на глубине 10—15 м, где вода значительно холоднее, чем у поверхности, не удается пробыть более 30—40 мин. Поэтому для предохранения тела от переохлаждения применяются гидрокостюмы. Принято различать «мокрые» и «сухие» костюмы. Первые могут пропускать некоторое количество воды к телу подводника, вторые обеспечивают полную герметичность. «Мокрые» костюмы (рубашка и штаны) изготавливаются обычно из губчатой резины. Вода, проникающая под костюм, нагревается телом пловца, и этот подогретый слой воды препятствует дальнейшей потере тепла. Действие такого костюма напоминает согревающий компресс. Простейшим примером «мокрого» костюма является шерстяной свитер, который позволяет увеличить время пребывания под водой.

Следует помнить, что, выходя из воды, нужно сразу снять мокрую одежду. В противном случае в результате испарения при высыхании одежды на большей части поверхности тела будет отниматься много тепла, что может привести к тяжелым простудным заболеваниям.

«Сухие» гидрокостюмы применяются при очень низких температурах воды (6—10°С), в холодное время года, для спусков под лед и т. д.

Выпускаемые промышленностью профессиональные легководолазные гидрокombineзоны ГК-2 и ГКП-4 для спортивного плавания и подводных съемок малоприспособны, так как они очень громоздки и стесняют движения. Спортсмены применяют гидрокостюмы, склеенные из тонкой эластичной резины. Обычно такие костюмы состоят из рубашки и штанов, края которых у талии скатываются в общий валик и стягиваются резиновым поясом. На шее, запястьях и щиколотках герметичность обеспечивается эластичными манжетами. Иногда к рубашке приклеиваются резиновые перчатки и шлемы, а к штанам чулки. В некоторых местах комбинезона (на шлеме, плечах и у щиколоток) должны быть смонтированы травящие лепестковые клапаны для выведения из-под костюма воздуха при погружении в воду.

В зависимости от температурных условий, под «сухой» костюм надевается теплая одежда: шерстяное

белье, носки, перчатки, шапочки и пр. Одежда и костюм должны быть хорошо подогнаны и не должны стеснять подводника в движениях.

Глубиномер под водой помогает подводному фотографу определять целесообразность съемки на цветную пленку, так как с увеличением глубины нарастают искажения в цветопередаче. Глубиномером пользуются в совокупности с подводным экспонометром. При этом оператор с камерой должен стараться не отклоняться от глубины, для которой определена экспозиция. Наибольшей точностью отличаются механические глубиномеры, изготавливаемые промышленностью. Они выпускаются со шкалами для погружения на глубину 25 и 40 м. Принцип их действия основан на

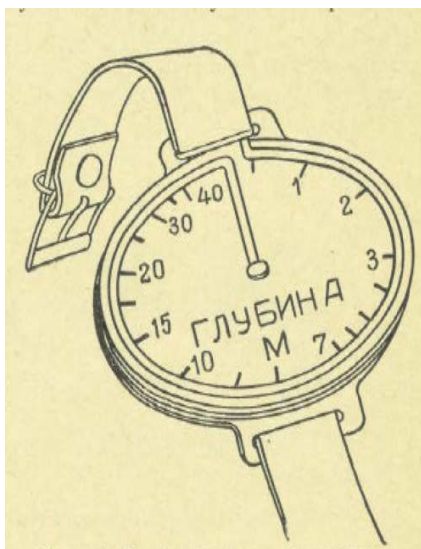


Рис. 3. Глубиномер с воздушным капилляром

выпрямлении давлением воды согнутой в полукольцо упругой трубки, к запаянному концу которой через зубчатый сектор крепится стрелка прибора. В открытый конец трубки свободно поступает вода.

Чем больше давление воды, тем сильнее выпрямление трубки и отклонение стрелки по шкале.

Спортсмены-подводники сами изготавливают пневматические глубиномеры, где используется сжатие воздуха в капилляре давлением воды. На рис. 3 изображен пневматический глубиномер с корпусом из органического стекла. Корпус склеен из двух дисков, в одном из которых сделана канавка, образующая капиллярный канал с сечением 0,5 мм. В центре корпуса один конец

канала закрыт пробкой, а в другой поступает вода, сжимающая воздух, находящийся в капилляре.

Граница воды и воздуха в капилляре четко различается, если прозрачный корпус укреплен на шкале черного цвета. Несмотря на простое устройство, такие глубиномеры довольно точны.

Водонепроницаемые часы помогают подводнику определить время нахождения под водой. Это необходимо для контроля за временем погружения на глубинах свыше 12,5 м. так как быстрый выход на поверхность

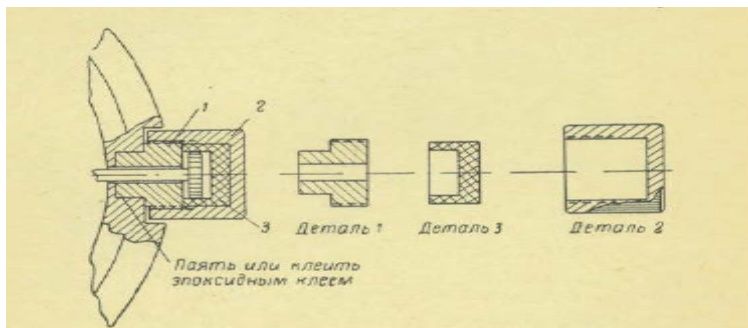


Рис. 4 Герметизация головки часов

после длительного пребывания на глубине, превышающей указанную, может привести к возникновению кессонной болезни. Кроме того, необходимость пользования часами диктуется тем, что ощущение времени под водой теряется.

Могут применяться готовые водолазные часы, но они очень велики по габаритам и тяжелы. Любители часто пользуются обычными часами, для которых делают герметичные боксы. Можно обойтись и без бокса, достигнув надежной герметичности корпуса наручных часов путем их незначительной переделки. Для этой цели удобны корпуса часов «Электрические» и часов «Родина», имеющих автоматический подзавод. Взамен обычного стекла в корпусе часов нужно установить более толстое органическое стекло (толщиной 1,5—2 мм), которое крепится в оправе при помощи

эпоксидного клея. Герметичность нижней крышки корпуса часов вполне надежна и изменений не требует.

Труднее герметизировать ось заводной головки (рис. 4). В корпус часов вделана муфта 1, сквозь которую проходит ось головки. На муфту навинчивается колпачок 2. В нем находится герметизирующий колпачок из фторопласта 3. Внешне колпачок 2 выглядит как несколько увеличенная заводная головка часов.

Такая переделка корпуса, проведенная автором, обеспечивала герметичность часов на глубинах свыше 60м.

Подводный компас служит для ориентировки под водой и выбора правильного направления движения в условиях плохой видимости. Подводный оператор или

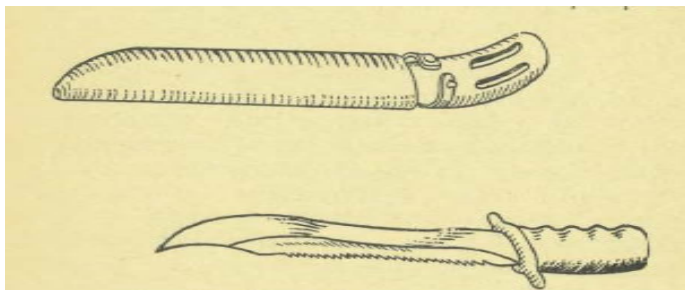


Рис. 5. Подводный нож

фотограф обычно пользуется наручным компасом, снабженным кроме основной шкалы поворотной стрелкой или «прицелом» для установки курса на видимые ориентиры. Компас особенно нужен, когда требуется пройти под водой большие расстояния в определенном направлении.

Подводный нож необходим как при погружениях с аквалангом, так и при нырянии. Нож используется для выполнения различных работ под водой, а также может быть применен в аварийных случаях. Например, рыболовные капроновые сети почти незаметны в воде и нередко подводники запутываются в них или других снастях. Из таких положений выйти без ножа довольно трудно. Чаще всего применяются плавающие подводные ножи (рис. 5). Этот нож, в случае утери под водой, сам всплывает на поверхность. Его рукоятка сделана

из пенопласта и выкрашена ярко-красной краской, чтобы нож можно было быстро найти. Тупая сторона лезвия выполнена в виде пилы. Нож с пилой является довольно универсальным инструментом.

Акваланг — аппарат на сжатом воздухе, или, как его называют, «подводные легкие», вытеснил в спортивном плавании кислородные дыхательные приборы. Акваланг весьма прост и безопасен в эксплуатации. Использование его не угрожает подводнику возникновением водолазных заболеваний.

Акваланг рассчитан на погружение до глубины 40 м. Плавая под водой с этим прибором, человек может принимать любые положения, испытывая ощущения, близкие к состоянию невесомости. Акваланг состоит из баллонов со сжатым воздухом, легочного автомата с редуктором, шлангов вдоха и выдоха с загубником и системы ремней для крепления аппарата на спине.

Главной рабочей частью акваланга является легочный автомат. Выпускаемые промышленностью аппараты имеют легочные автоматы с одноступенчатой или двухступенчатой схемами редуцирования. По первой схеме работает акваланг «Украина», по второй — акваланг «Подводник». Под водой образуется единая дыхательная система автомат — легкие человека, от четкой работы которой зависят жизнь и здоровье подводника.

На рис. 6 приведена принципиальная схема работы легочного автомата с двухступенчатой системой понижения давления. Корпус автомата разделен резиновой мембраной *I* на две части, из которых верхняя сообщается с водой, а нижняя — с баллонами акваланга. В верхнюю часть выводится шланг выдоха. Нижняя полость состоит из камер высокого давления *I* и низкого давления *II*. Воздух из баллонов поступает в камеру *I* через клапан 2, который закрывается, как только давление в этой полости достигнет 5—7 атм. При этом воздух надавит на мембрану 3 и преодолет усилие пружины 4. При вдохе в камере *II* создается разрежение и давление воды прогнет мембрану *I*, что вызовет нажим на рычаг 8, который откроет клапан 7 и сжатый воздух из камеры *I* поступит в камеру *II*, а из нее в легкие подводника. Нажим воды через мембрану на объем воздуха, находящегося в камере *II*, уравнивает давление в этой полости до давления воды на данной глубине.

Как только давление воздуха в камере I упадет, клапан 2 откроется усилием пружины 4 и из баллонов поступит новая порция воздуха. Весь этот цикл повторяется при каждом вдохе.

Как только вентили баллонов открыты — аппарат готов к действию. Баллоны, в зависимости от емкости и давления воздуха в них, обеспечивают пребывание человека под водой до 70 мин. Срок нахождения под водой зависит от ряда причин: глубины, на которой находится подводник, интенсивности выполняемой ра-

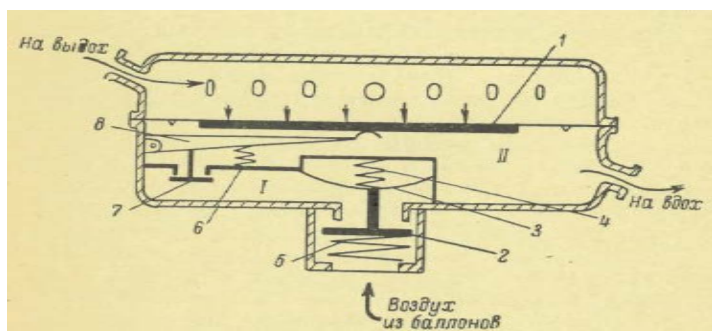


Рис. 6. Схема работы легочного автомата с двухступенчатой системой понижения давления.

боты, температуры воды и т. п. Под водой следует двигаться медленно и стараться дышать ровно и глубоко, так как усиленная мышечная работа требует повышенного расхода кислорода.

В среднем на воздухе легочная вентиляция равняется 30 л/мин. На глубине 10 м вентиляция увеличится до 60 л/мин, а на глубине 40 м расход воздуха составит 150 л/мин.

С баллонами акваланга обычно соединены манометр и указатель минимального давления. Эти приборы дают возможность следить за количеством воздуха, оставшегося в баллонах. Если манометр отсутствует, на акваланге устанавливается звуковой сигнал, который начинает действовать при падении давления воздуха в баллонах до 30 атм. Такой сигнал, вмонтированный

в автомат акваланга «Украина», свистом предупреждает подводника о необходимости выхода на поверхность.

Большое значение для свободного ухода в глубину и передвижения под водой имеет правильная регулировка собственной плавучести подводника.

Для этой цели в комплект акваланга входит пояс со свинцовыми грузами. Меняя количество грузов, можно отрегулировать свою плавучесть до желаемой. Этот пояс снабжен аварийной застежкой, позволяющей быстро освободиться от грузов и выйти на поверхность.

Зарядка баллонов сжатым воздухом осуществляется от специальных компрессоров, способных создать давление в 150—200 атм. Для дыхания можно пользоваться только воздухом, очищенным от пыли, влаги, паров масла и посторонних газов — особенно окиси углерода (СО). Компрессоры с бензиновым двигателем представляют в этом отношении большую опасность, так как в выхлопных газах двигателя содержится окись углерода. Отравление окисью углерода может привести к гибели подводника. Поэтому шланг, по которому воздух из атмосферы поступает в компрессор, нужно относить как можно дальше от места выхлопа газов, следя за направлением ветра.

Существуют специальные фильтры, очищающие воздух при зарядке баллонов от паров масла, влаги, пыли и посторонних газов. Однако полностью очистить воздух от окиси углерода эти фильтры не могут.

При отсутствии компрессора баллоны акваланга заряжают от больших транспортных баллонов.

Ныряние и плавание под водой

Чтобы снимать под водой, нужно научиться хорошо нырять и свободно передвигаться на глубине в маске с трубкой и ластах. Движения ногами являются основной движущей силой под водой.

При плавании с ластами наиболее целесообразна работа ног, применяемая в плавании стилем «кроль». Ноги должны выполнять ритмичные попеременные движения в вертикальной плоскости. Добиться непринужденной работы ног можно только в результате трени-

ровок. Надев ласты, маску, взяв в рот загубник трубки, пловец ложится на воду лицом вниз, вытянув руки вперед. Теперь медленно и плавно, не напрягая мышц, начинает работать ногами, как показано на рис. 7. Надо стараться, чтобы ноги, двигаясь вверх к вниз, не расходились в стороны, а ласты не шлепали по поверхности воды и не удалялись друг от друга более чем на 40—60 см.

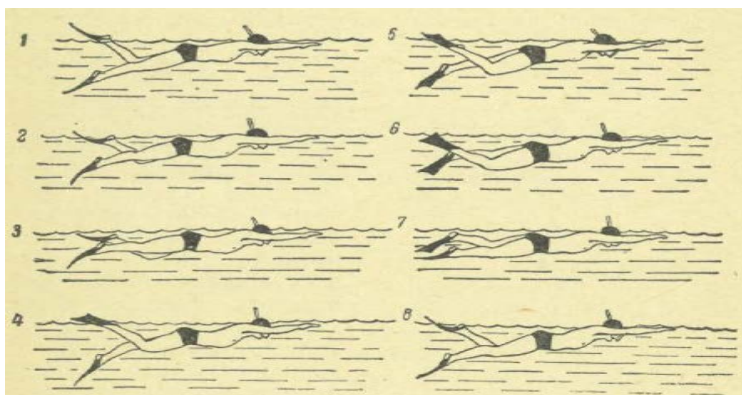


Рис. 7. Работа ног при плавании стилем „крюль“.

Перед нырянием необходимо сделать несколько глубоких вдохов и выдохов для максимального насыщения крови кислородом. Это позволяет несколько увеличить время пребывания под водой.

Простейшим способом ныряния в глубину является следующий. Сделав вдох, опускают голову в воду и подтягивают согнутые в коленях ноги к груди. Затем ноги выбрасываются из воды вертикально вверх, при этом объем тела, находящегося в воде, резко уменьшается и вы легко уйдете в глубину (рис, 8). Все движения под водой делаются нарочито замедленными. Даже когда не хватает воздуха и нужно выходить на поверхность, нельзя напрягать мышцы и делать суетливые движения, ибо при этом потребность крови в кисло-

роде резко возрастает. Вынырнув, сильным выдохом удаляют из трубки воду. Перед очередным нырянием восстанавливают спокойное дыхание.

С увеличением глубины вода начинает с силой прижимать маску к лицу подводника. Для уравнивания давления и избежания болевых ощущений внутрь маски

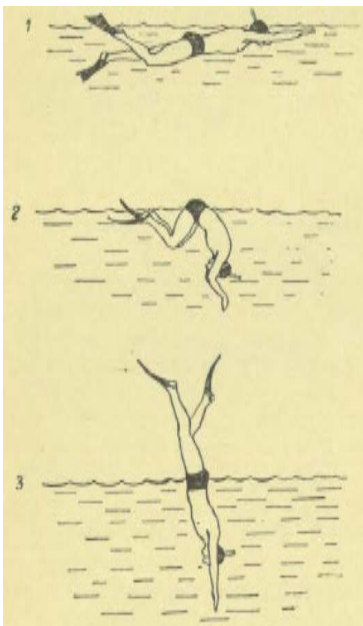


Рис. 8. Уход в глубину

выдыхают воздух через нос. На глубине 4—5 м начинает чувствоваться боль в ушах от давления воды на барабанные перепонки. Избавиться от этого можно, сделав несколько сильных глотательных движений, или, прижав нижнюю кромку маски к ноздрям, стараться сделать выдох через нос. Обычно это помогает, боль исчезает, и погружение можно продолжать. Если же «продуться» не удалось, необходимо всплыть, во избежание перфорации барабанных перепонок.

Запрещается нырять при насморке, так как опасность разрыва барабанных перепонок возрастает

Если на глубине в маску попала вода, нужно повернуться лицом к поверхности (лечь на спину) и, сделав активный выдох через нос, удалить воду.

Научившись плавать и нырять, любитель может приступить к подводным съемкам в комплекте № 1.

Съемки же с аквалангом рекомендуются лишь людям, прошедшим специальную подготовку в спортивных секциях. Использование акваланга для дыхания под водой имеет ряд специфических особенностей, знание которых совершенно обязательно. Например, быстрый подъем на поверхность с задержкой дыхания может привести к баротравме легких, так как находя-

шийся в легких воздух с уменьшением глубины расширяется в объеме.

Чтобы акваланг плотно прилегал к спине и не сползал на голову подводника, необходимо перед погружением ремни аппарата подогнать.

Вход в воду с аквалангом совершается с причала, со шлюпки, с борта судна по трапу или с берега.

При спуске со шлюпки применяется такой способ. Акваланг и все снаряжение надеваются в шлюпке, загубник берется в рот и для проверки исправности системы подачи воздуха делается несколько вдохов и выдохов. Затем подводник садится на борт шлюпки спиной к воде, наклоняет на грудь голову (чтобы не удариться затылком об акваланг) и, прижимая руками маску к лицу, опрокидывается в воду. Боксы со съемочными камерами, осветительная и прочая аппаратура подаются находящемуся в воде подводнику в последнюю очередь.

Выход из воды осуществляется в обратном порядке. Сначала в шлюпку от аквалангиста принимается съемочная камера и другое оборудование, затем акваланг и маска, после чего из воды выходит сам подводник. Ласты облегчают выход подводника из воды. Погружение с аквалангом разрешается только группами не менее чем по два человека. В зависимости от прозрачности воды подводники должны находиться в пределах видимости, чтобы в случае необходимости прийти друг другу на помощь.

Глава II

ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВОДНОЙ СРЕДЫ

Прозрачность и дальность видимости в воде

Через водную среду, так же как и через воздушную, можно производить съемки. Однако даже самая чистая природная вода примерно в тысячу раз менее прозрачна, чем воздух,

Прозрачность воды зависит от степени насыщенности ее взвешенными и растворенными в ней частицами. В воде растворены минеральные соли. Взвешенные твердые органические и неорганические частицы в совокупности с пузырьками воздуха и других газов находятся в воде в постоянном движении. В зависимости от прогревания солнцем и под влиянием действия ветров и других атмосферных явлений постепенно происходит перемешивание слоев воды.

Частицы, присутствующие в воде, рассеивают и поглощают свет, тем самым снижая прозрачность воды.

Световая энергия проникает в толщу воды не полностью. Часть ее отражается от поверхности обратно в воздух, часть, проникая в воду, рассеивается во всех направлениях, отражаясь от взвешенных частиц, часть поглощается и идет на нагревание воды.

Прозрачность воды подвержена сезонным колебаниям, связанным с наличием в воде микроорганизмов.

Так, например, в холодное время года (ранней весной и поздней осенью), когда активная жизнь планктона понижена, прозрачность воды улучшается.

Во время паводков прозрачность воды снижается не только в реках, размывающих грунт и несущих много ила, но и в местах впадения рек в моря и озера, куда этот ил приносится.

После морских штормов прозрачность воды в прибрежных водах уменьшается в связи с тем, что к поверхности поднимается ил со дна. На прозрачность воды влияет и направление ветра.

Ветер с берега отгоняет взмученную поверхностную воду в прибрежной зоне, а ее место занимает чистая вода глубин, что увеличивает прозрачность. Прозрачность морей, рек и озер колеблется в больших пределах. Вода морей значительно прозрачнее воды рек и озер.

Измерение прозрачности производится при помощи белого диска (диска Секки). Диск опускается в воду на тросе, имеющем отметки через каждый метр. Глубина, на которой он перестает различаться наблюдателем, носит название «глубины видимости». Но для подводных съемок гораздо важнее «горизонтальная видимость», которая в среднем на 40% меньше глубины видимости. Глубина видимости связана с цветом воды.

Океанская вода, характеризующаяся наибольшей прозрачностью, имеет голубой цвет, менее прозрачная прибрежная вода окрашена в голубовато-зеленоватый цвет, а мутная речная вода принимает различные оттенки — от желтоватого до коричневатого. Дальность горизонтальной видимости под водой зависит от прозрачности воды и глубины, на которой ведется измерение. Так, освещенность предметов на глубине 10 м в 3 — 4 раза меньше, чем у поверхности.

Световой режим под водой на любых глубинах зависит от освещенности поверхности моря, которая определяется положением солнца относительно горизонта, состоянием атмосферы, характером облачности, временем года и т. д. Наибольшая освещенность поверхности моря бывает, когда солнце находится в зените. Если солнечный свет проходит через сплошные облака, то до поверхности моря будет доходить рассеянный (диф-

фузный) свет, что значительно снижает освещенность. Чем ближе к горизонту находится солнце, тем меньше света проникает в воду вследствие отражения от поверхности. Интенсивность света в воде, направленного вертикально вниз, постепенно уменьшается до полного исчезновения в результате поглощения и рассеяния. Поглощение света водой может быть частично скомпенсировано применением мощных источников искусственного освещения.

Основным препятствием для получения хороших подводных снимков является рассеяние света. Физический смысл этого явления заключается в том, что каждый элементарный объем воды или взвешенные частицы не только поглощают часть световой энергии, но и отражают ее в разных направлениях. Свет, отраженный от этих частиц, попадает на соседние частицы и, в свою очередь, отражается от них.

Таким образом, возникает многократное рассеяние света в воде. Интенсивность превращения прямого света в рассеянный зависит от прозрачности воды, т. е. от количества взвешенных в ней частиц. В конечном счете рассеяние света в воде приводит к образованию «светового тумана» между объективом камеры и объектом съемки. Это можно пояснить следующим примером.

Если смотреть на предметы сквозь пучок света, проникающий в комнату с пыльным воздухом сбоку от наблюдателя, то эти предметы будут различаться плохо. Действие этой световой завесы сказывается прежде всего на снижении контрастности рассматриваемых объектов. В силу этого явления под водой следует снимать из затененных мест так, чтобы пространство между объективом и предметом съемки было в тени, а сам объект был хорошо освещен. При этом влияние световой дымки будет значительно уменьшено.

Цвет и цветовая коррекция

Луч белого света разлагается призмой на спектр цветов — от красного до фиолетового. Каждый из этих цветов отличается соответствующей длиной

световой волны, измеряемой в миллимикронах (ммк), нанометрах (нм) или ангстремах (А).¹

Видимая глазом часть спектра лежит в пределах между 700 нм (на красном конце спектра) и 400 нм (на фиолетовом). Любой источник белого света излучает свет, представляющий смешение лучей различных цветов, а значит и волн различной длины.

Поглощение и рассеяние света в воде неодинаково для световых волн разной длины. Это происходит вследствие того, что вода действует как светофильтр, в котором световые волны большей длины поглощаются в большей степени, чем коротковолновые. Процессы рассеяния света в воде происходят в обратном порядке. Волны большей длины рассеиваются меньше, чем поглощаются, а волны меньшей длины рассеиваются сильнее. Поглощение длинноволнового излучения в воде настолько сильно, что оно меняет спектральный баланс света, прошедшего сквозь толщу воды, в сторону преобладания сине-зеленых лучей. Так, в солнечный день при безоблачном небе в океанской воде красный цвет полностью исчезает уже на глубине 12—15 м, а желтый — на глубине 55—60 м, в воде внутренних морей красный свет поглощается уже на глубине 5—7 м, а желтый — 15 м. Спектральное поглощение света водой зависит и от собственного цвета воды. Мутная вода рек лучше пропускает желтый цвет, а голубоватая морская вода оказывается наиболее прозрачной для голубых и зеленых лучей. При естественном освещении удовлетворительные по цветопередаче снимки в морской воде можно получить на глубине, не превышающей 3—5 м. Нарушение цветового баланса в подводной фотографии может быть в значительной мере исправлено применением светофильтров.

Светофильтры дают возможность исправлять спектральный состав света как при естественном, так и при

¹ 1 микрон (мк) = $1/1000$ мм = 10^{-3} мм

1 нанометр (нм) или 1 миллимикрон (ммк) $1/1\,000\,000$ мм = 10^{-6} мм

1 ангстрем (А) = $1/10\,000\,000$ мм = 10^{-7} мм

искусственном освещении. Известно, что нарушение цветового баланса нарастает с увеличением длины пути прохождения света в воде. Эффект от применения светофильтров в воде заключается в том, что при правильном их подборе достигается примерно равное ослабление света для всех световых воли спектра за счет совокупности двух факторов — длины пути света в воде и характера пропускания света фильтром. Подбор корректирующих светофильтров является сложной задачей, которая решается многочисленными пробными съемками с разными фильтрами в данном водоеме и на данной глубине.

Однако известен и ряд общих положений. Так, применение желтого или оранжевого светофильтров ЖС-18 или ОС-12 при съемках в мутной воде дает некоторое увеличение контраста и дальности видимости.

При съемках на цветную пленку применение корректирующих цветных светофильтров позволяет приблизить спектр света на глубине к спектру солнечного света, на который рассчитана пленка ДС (дневного света). Это дает возможность снимать при естественном освещении на глубинах 8—10 м.

Отрицательной стороной применения корректирующих светофильтров является сильное ослабление света, вызывающее необходимость увеличения экспозиции, а это не всегда возможно из-за сравнительно невысокой светочувствительности цветных пленок.

Интересно отметить, что способность глаза различать цвета под водой значительно выше, чем возможности объективов и пленки. Часто при съемке под водой фотограф наблюдает красочное богатство подводного пейзажа, а на пленке получаются довольно серые цвета.

Практически можно подбирать светофильтры для цветовой коррекции визуально. Так, при съемке под водой зеркальными камерами в боксах, конструкция которых позволяет крепить светофильтры снаружи иллюминатора объектива, можно на глаз подбирать фильтры, дающие наиболее правильную цветопередачу. Но при таком способе трудно учитывать спектральную характеристику самой цветной пленки, так как различные пленки чувствительны (сенсibiliзировапы) к разным участкам спектра неодинаково и могут отличаться по светочувствительности от восприятия глазом.

Поляризация света

Физическая оптика рассматривает свет как особый вид электромагнитной энергии, воспринимаемый органом нашего зрения—глазом. Естественный свет представляет собой электромагнитные колебания, беспорядочно меняющие свое направление. Такой свет принято называть неполяризованным (рис. 9). Луч света,

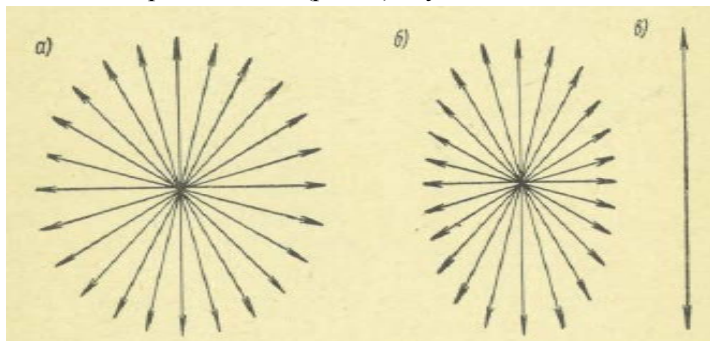


Рис. 9, Направление колебаний в лучах света:
а — естественном; б — частично поляризованном; в — поляризованном,

в котором колебания в каком-то направлении ослаблены, называется частично поляризованным. Если же колебания распространяются только в плоскости, параллельной направлению луча, свет является поляризованным и характеризуется **плоскостью колебаний**.

Плоскость поляризации света проходит также через луч, но она перпендикулярна плоскости направления колебаний.

Свет, отраженный от поверхности воды, всегда частично поляризован. Степень поляризации света при отражении от зеркальной поверхности любого диэлектрика зависит от угла, под которым лучи направлены к этой поверхности относительно нормали. По закону Брюстера полная поляризация света наступит при условии

$$\operatorname{tg} \alpha = n. \quad (1)$$

где α — угол падения светового луча; n — показатель преломления оптической среды

Угол поляризации обозначается α_p . Поскольку показатель преломления морской воды равен $1,33$ ¹ то угол, при котором наступит полная поляризация света, будет равен 37° . Полная поляризация наступит при условии падения солнечного света под углом $53^\circ 7'$ (рис. 10),

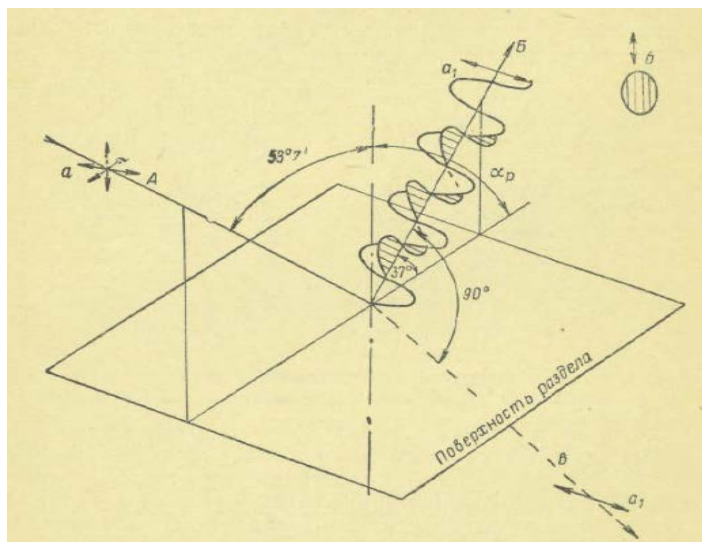


Рис. 10. Поляризация света при отражении от воды:

A — входящие луча солнца; *B* — отраженный луч; *V* — луч, проникший в воду; *a* — плоскости колебаний естественного света; *a* — плоскость колебаний поляризованного света (колебания направлены параллельно поверхности воды, заштрихованная часть подавлена); *b* — правильная в данном случае ориентация плоскости пропускания поляроида.

Применяя поляризационные светофильтры, пропускающие свет, поляризованный только в плоскости пропускания данного светофильтра, можно в значительной степени увеличить дальность подводной съемки. Поля-

¹ Показатель преломления света для воды не является постоянной величиной и колеблется в зависимости от температуры, солености, изменения атмосферного давления и длины волны спектра света в пределах от $1,3331$ до $1,3506$. Для упрощения расчетов принято указывать n для воды равным $1,33$,

ризационные светофильтры, или поляроиды, снижают действие рассеянного света в воде, подавляют частично или полностью влияние бликования предметов и тем самым обеспечивают более «сочные» цветные и черно-белые снимки.

Трудность применения поляроидов заключается в том, что для получения желаемого эффекта их необходимо ориентировать таким образом, чтобы плоскости пропускания светофильтра и поляризации света были параллельны, тогда свет, поляризованный в других плоскостях, будет задерживаться. В примере, приведенном на рис. 10, плоскость пропускания фильтра должна быть направлена перпендикулярно поверхности воды. Следует иметь в виду, что на рисунке рассматривался идеальный случай, возможный только при абсолютно спокойной поверхности воды. В реальных условиях направление преимущественной поляризации равно 90 — 120° к направлению луча, падающего на поверхность воды. Так как свет, проникающий в воду, поляризован в той же плоскости, что и на поверхности, имеется возможность достигнуть правильной ориентации светофильтра до погружения под воду.

Для этого нужно смотреть сквозь поляроид на небо у горизонта, поворачивая светофильтр в руке до получения наибольшего потемнения и в таком положении укрепить его перед объективом. Однако данный способ пригоден только при нахождении солнца в зените.

При других углах падения света на поверхность воды следует ориентировать светофильтр непосредственно под водой, глядя сквозь него на снимаемые предметы.

Для этой цели автор предлагает пользоваться следующим устройством (рис. 11).

К боксу крепится два поляризационных светофильтра, один из которых установлен на иллюминаторе объектива и свободно вращается относительно оптической оси, а сквозь второй смотрит фотограф. Оба поляроида соединены между собой раздвижной штангой. Поскольку плоскости пропускания обоих поляроидов устанавливаются параллельно друг другу, то можно визуально контролировать их правильное положение и добиться подавления световых бликов до желаемого уровня.

При съемке зеркальными камерами эффект от применения поляризационного светофильтра наблюдается непосредственно по матовому стеклу. Отрицательной стороной использования поляроидов является их сравнительно высокая оптическая плотность, требующая увеличения экспозиции в 4—8 раз.

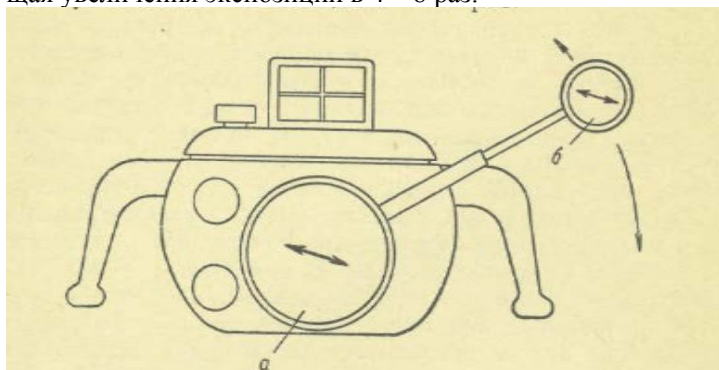


Рис. 11. Приспособление для ориентации поляроида под водой

a – поляроид перед объективом; *b* – поляроид для наблюдения

Кроме описанной выше естественной поляризации света освещение объекта поляризованным светом достигается и искусственно. Для этого перед источником света устанавливают поляризатор, направление пропускания которого заранее согласовывается с плоскостью пропускания поляроида перед объективом. Это особенно эффективно помогает снизить действие рассеяния света водой при съемках с импульсными лампами, жестко фиксируемыми к боксам и имеющими направленность света под углами $45\text{—}90^\circ$ к оптической оси, когда свет полностью или в большей степени поляризован.

Преломление света и оптика

Если лучи света падают на поверхность воды под некоторым углом, то они частично отражаются обратно в атмосферу, а частично преломляются и проникают в воду. При этом падающий, отраженный и преломлен-

ный лучи лежат в одной плоскости с нормалью к поверхности воды в точке падения луча (рис. 12).

Угол отражения он всегда равен углу падения α (по закону отражения).

Направление преломленного луча, под которым он проникнет в воду, отличается от первоначального на-

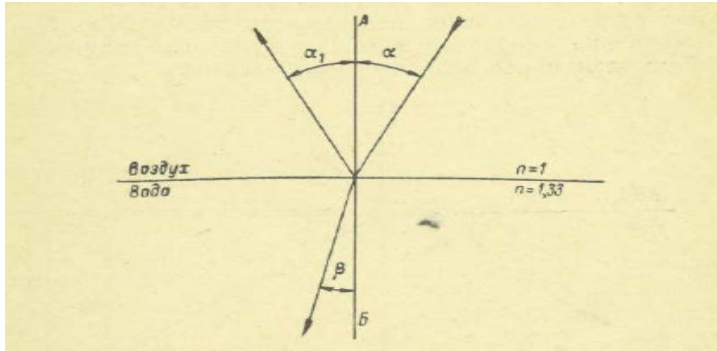


Рис. 12. Отражение и преломление света, проходящего из воздуха в воду.

правления падающего луча. Свойство оптической среды изменять направление входящего в нее луча характеризуется показателем преломления. Угол β , образуемый преломленным лучом с нормалью АБ к поверхности раздела, и угол падения α - связаны зависимостью

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_1}{n_2} \quad (2)$$

или

$$(3)$$

где n_1 и n_2 — показатели преломления воздуха и воды, а α и β — соответственно углы падения и преломления.

Показатель преломления для воздуха принимается равным единице, а показатель преломления для воды равен 1,33, или 4/3. Падающий и преломленный лучи при переходе из воды в воздух взаимно обратимы.

Проникая в оптическую среду с большим показателем преломления, луч света приближается к нормали, поэтому всегда

$$\sin \alpha > \sin \beta \quad (4)$$

С увеличением угла α угол β будет также увеличиваться. Когда угол α достигнет 90° ($\sin 90^\circ = 1$), т. е. луч будет параллелен поверхности, преломленный луч будет еще направлен в толщу воды под углом $48,5^\circ$. Этот угол носит название **критического**.

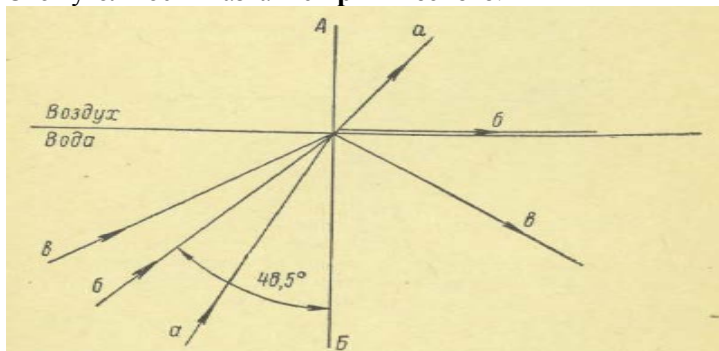


Рис. 13. Схема, поясняющая явление критического угла.

Если угол β более критического, то человек, находящийся под водой и смотрящий в сторону поверхности под этим углом, не увидит предметы, расположенные над водой, а будет наблюдать подводные объекты, отраженные от поверхности воды. Это явление в оптике носит название полного внутреннего отражения (рис.13).

При наблюдении предметов под водой незащищенными маской глазами четкое изображение на сетчатке не получается в силу близкого значения показателей преломления воды и глазных сред. Хрусталик глаза, выполняющий роль линзы, фокусирующей изображение на сетчатку глаза, не может преломить на достаточный угол лучи света. Поэтому изображение предметов фокусируется за сетчаткой, как при дальнорзости.

Когда подводник смотрит через стекло маски, он

видит все предметы четкими, но увеличенными в масштабе и приближенными на $1/4$ действительного расстояния.

Кажущееся приближение и масштабное увеличение предметов, рассматриваемых под водой, объясняются законом Преломления. На рис. 14 показано, как изме-

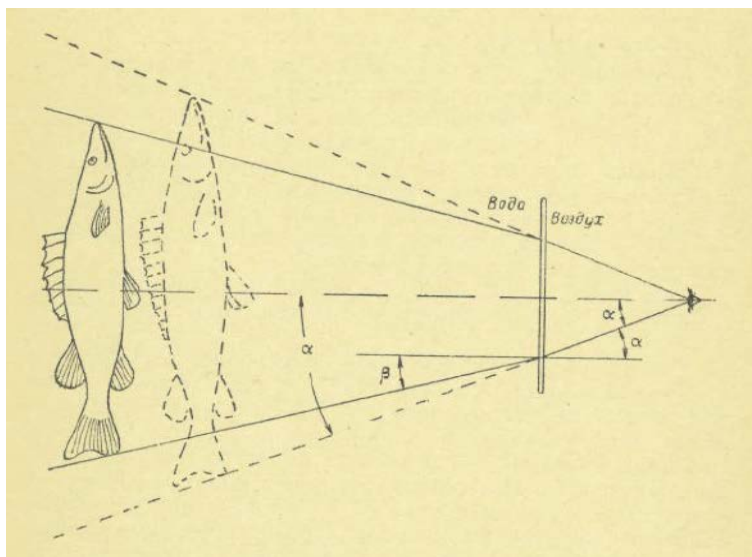


Рис. 14. Изменение углового поля зрения под водой при использовании плоскопараллельного иллюминатора:

α — угол ноля зрения на воздухе; β — угол поля зрения в воде.

няется угол поля зрения под водой при пользовании маской. Это происходит вследствие различных показателей преломления на границах оптических сред: вода — стекло — воздух. Лучи света, отражаемые объектом наблюдения, преломляются дважды на границах вода — стекло и стекло — воздух. Если перед глазом или объективом камеры находится плоскопараллельная стеклянная пластинка, то угол поля зрения уменьшится.

Пользуясь формулой (2), нетрудно подсчитать, в каких пределах уменьшается угол поля зрения:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{1,33}{1} \quad (5)$$

Откуда

$$\sin \beta = \frac{1}{1,33} \sin \alpha \approx 0,75 \sin \alpha \quad (6)$$

т. е. угол $\beta \sim 0,75 \alpha$.

Уменьшение угла поля зрения на $1/4$ приводит к тому, что наблюдаемые предметы под водой будут казаться на $1/4$ ближе действительного расстояния и соответственно на $1/4$ увеличенными в масштабе.

Важно отметить, что под водой фотографируется именно это кажущееся, увеличенное в масштабе изображение предметов. При этом для получения резкого снимка объектив следует фокусировать также на расстоянии, равное $3/4$ действительного.

Например, если объект съемки находится на расстоянии 4 м , то объектив должен быть установлен на 3 м .

Таким образом, фокусное расстояние объективов под водой как бы увеличивается. В силу этого явления под водой целесообразно применять короткофокусные объективы, обладающие широкими углами поля зрения. Это дает возможность снимать с более близких расстояний, уменьшая тем самым толщину слоя воды между камерой и объектом съемки и снижая рассеивающее действие взвешенных частиц. Кроме того, короткофокусные объективы обладают большей глубиной резкости в сравнении с обычными (основными), устанавливаемыми на съемочные камеры.

В табл. 1 сравниваются углы поля изображения некоторых отечественных объективов для фотоаппаратов на воздухе и в воде.

Из табл. 1 видно, что угол поля изображения объектива с фокусным расстоянием 35 мм под водой, равный 48° по диагонали кадра, почти соответствует углу объектива с фокусным расстоянием 50 мм на воздухе — 47° . Таблица помогает выбрать нужный объектив для съемки тех или иных объектов.

Для фотографирования группы людей или подводных сооружений применяются объективы с наиболее

Угловое поле изображения объективов для фотоаппаратов на воздухе и в воде (для кадра 24 X 36 мм)

Объектив	Фокусное расстояние, мм	Угол поля изображения объектива, градусы					
		по диагонали кадра		по горизонтали кадра		по вертикали кадра	
		на воздухе	в воде	на воздухе	в воде	на воздухе	в воде
„Юпитер-8“	50	47	35	40	30	27	20
„Юпитер-12“	35	64	48	54	40	38	28
„Орион-15“	28	75	56	65	лю	47	35
„Гидроруссар“	18,5	99	74	88	66	57	43

коротким фокусным расстоянием, так как съемка подобных объектов с достаточно близкого расстояния возможна только широкоугольными объективами. Если же нужно получить снимки мелких объектов крупным планом, целесообразно использовать объектив среднего фокуса или длиннофокусный.

При съемке мелких рыб, крабов, водорослей пользуются следующим приспособлением. На заранее рассчитанном расстоянии перед иллюминатором бокса укрепляется рамка (рис. 15). Размеры рамки для желаемого расстояния легко подсчитываются, если известны фокусное расстояние объек-

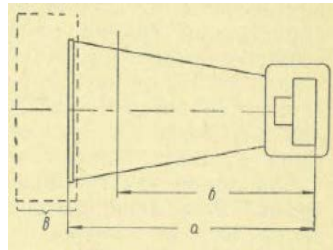


Рис. 15. Установка рамки для съемки мелких объектов с близкого расстояния

a – расстояние от рамки до пленки в камере; b – расстояние, на котором фокусируется объектив ($a \times 0,75$); v – глубина резко изображаемого пространства

тива и размеры кадра в нашей камере. Приблизив рамку вплотную к снимаемому объекту, мы получим четкий снимок в пределах глубины резкости данного объектива, при чем объект, помещившийся в рамке, «впишется» в кадр. Как уже говорилось выше, объектив должен быть уста-

новлен на $\frac{3}{4}$ действительного расстояния. Из оптики известно, что глубина резко изображаемого пространства находится в прямой зависимости от расстояния до объекта, фокусного расстояния объектива и относительного отверстия (диафрагмы). Чем дальше находится объект съемки и чем больше задиафрагмирован объектив, тем больше глубина резкости. В подводных съемках экспозиция обычно изменяется только за счет диафрагмирования объектива, так как управление диском установки скоростей затвора камеры, помещенной в бокс, затруднено. Поэтому, определив экспозицию и установив требуемую диафрагму, снимающий под водой должен иметь представление о диапазоне глубины резкости, обеспечиваемом этой диафрагмой при съемке с данного расстояния. На всех современных объективах имеются шкалы для определения глубины резкости в зависимости от дистанции и диафрагмы. Однако под водой этими шкалами пользоваться нельзя, так как передняя и задняя границы диапазона резкости отодвигаются на $\frac{1}{4}$ в сравнении со съемкой на воздухе, то есть показания шкал глубины резкости на объективах должны быть умножены на коэффициент 1,33. При определении границ глубины резкости по шкале на объективе могут получаться нерезкие снимки близких объектов. Например, диапазон глубины резкости объектива «Юпитер-12» с фокусным расстоянием 35 мм при установке на дистанцию 1 м, при диафрагме 8 на воздухе будет лежать в пределах между 82 и 128 см, а под водой эти границы будут соответственно равны 109 и 170 см. Границы диапазона резкости как бы «отдвигаются» от камеры, но в то же время общая глубина резкости возрастает (в нашем примере на воздухе она равна 46 см, а под водой 61 см).

Применение короткофокусных объективов, с одной стороны, дает ряд преимуществ, о которых было сказано выше, а с другой, с увеличением угла поля изображения объектива, при плоскопараллельном иллиминаторе, приводит к ухудшению качества снимка вследствие хроматической аберрации. Происходит это потому, что световые лучи падают на стекло иллиминатора под разными углами. Чем короче фокус объектива, тем больше угол поля изображения. С увеличением последнего возрастает угол, под которым краевые лучи

проходят через стекло. Преломляясь, лучи света разлагаются на составные части спектра, так как преломление оптической средой лучей с разной длиной волны неодинаково. Резкость изображения по краям кадра вследствие этого хуже, чем в центре. Другой отрицательной стороной применения плоскопараллельного защитного стекла является неодинаковое масштабное увеличение в центре и по краям кадра. В практике подводных съемок известны следующие возможности для улучшения качества изображения при больших углах поля зрения объектива:

1) использование светофильтров, ограничивающих спектральную область света и пропускающих только участок спектра, близкий к спектральной чувствительности применяемой черно-белой пленки. Для цветной пленки пригодны дополнительные, цветные корректирующие светофильтры;

2) применение оптических насадок, состоящих из двух линз с разными коэффициентами преломления. Такие насадки уменьшают хроматическую aberrацию за счет подбора радиусов кривизны обеих линз в сочетании с коэффициентами преломления стекла разных марок. Кроме того, эти насадки, применяемые вместо плоского иллюминатора, позволяют сохранить угловое поле изображения объектива под водой неизменным, то есть таким же, как на воздухе.

Наибольшее распространение получили оптические насадки, разработанные французским оптиком профессором А. Ивановым. Эти насадки позволяют добиться лучшего качества изображения по всему полю кадра при достаточно широком угле поля изображения объектива (рис. 16).

Система, предложенная А. Ивановым, состоит из двух линз. Передняя линза— иллюминатор 1 плоской стороной соприкасается с водой и является рассеивающей. В фокус этой линзы помещается собирательная линза 2. При съемках с такой насадкой сохраняется угловое поле зрения объективов (как на воздухе) при довольно высоком качестве изображения. Наиболее характерной чертой этих насадок является значительное увеличение глубины резкости, позволяющее не производить под водой наводку по метражу приблизительно в пределах 1,5—6 м расстояния до объекта.

Данная насадка увеличивает глубину резкости почти вдвое по сравнению со съемкой через плоский иллюминатор.

Насадки, выполненные по приведенной оптической схеме, рассчитываются отдельно для каждого объектива и только на определенное расстояние до объекта. Линзы, имеющие одну плоскую поверхность, наиболее просты в изготовлении. Важно и то, что центрировка

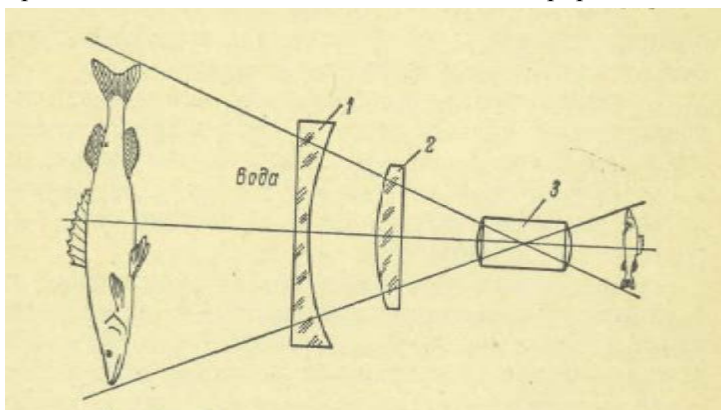


Рис. 16. Оптическая схема насадки А. Иванова:

1 — отрицательная линза; 2 — компенсирующая положительная линза; 3 — объектив.

объектива относительно насадки не требует высокой точности и допускает смещение объектива вдоль оптической оси на несколько миллиметров и в стороны от нее на несколько десятых миллиметра.

Подобные насадки можно применять и в масках подводника, установив их перед каждым глазом. При этом человек будет видеть подводные предметы в нормальных масштабах и на действительном расстоянии от себя.

Следует заметить, что первые две возможности весьма сложны на практике и приводят к значительным потерям света;

3) применение сферического иллюминатора, практически не уменьшающего угловое поле зрения объектива под водой. Американский оптик Е. Торндайк разработал оптическую схему насадки со сферическим иллюминатором (рис. 17).

Если оптический центр объектива находится в центре кривизны сферы, то большинство лучей в каждой данной точке будет направлено по нормали к центру и не будет преломлено.

Сферический иллюминатор обладает гораздо большей механической прочностью, чем плоский. Это весьма важно для глубоководных съемок, где давление воды очень велико. К сожалению, при использовании такой насадки невозможно применять обычные, стандартные объективы, так как при этом наблюдается значительная кривизна поля изображения. Поэтому они применяются со специально рассчитанными объективами.

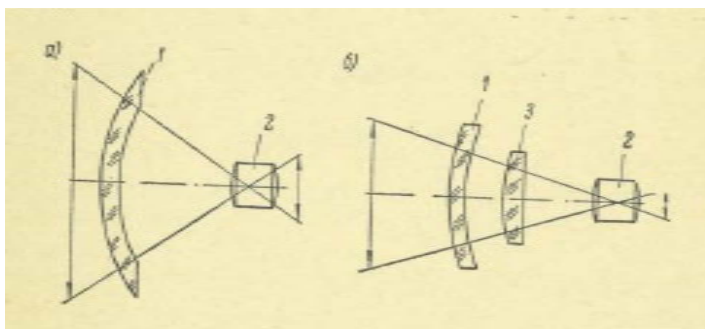


Рис. 17. Оптические системы Е. Торндайка для устранения хроматической аберрации:

a — со сферическим иллюминатором; *б* — с дополнительной корректирующей линзой; 1 — сферический иллюминатор; 2 — объектив; 3 — корректирующая линза.

Кроме того, описываемая оптическая схема позволяет получить только малое относительное отверстие, и она не свободна от хроматической аберрации;

4) советский оптик М. М. Русинов предложил для исправления искажений при съемках через плоский иллюминатор применение специально рассчитанных объективов, в которых система вода — плоский иллюминатор служит как бы одной из линз, а сам объектив рассчитан на исправление ее искажений. По такой оптической схеме выполнен отечественный объектив «Гидроруссар». При подводных съемках с этим объективом через плоскую стеклянную пластинку заметных искажений не наблюдалось, несмотря на то что его угловое поле зрения равно 99° (табл. 1).

Одним из самых важных преимуществ этого объектива перед корректирующими насадками является его свободное расположение относительно плоскости иллюминатора.

Очень большая глубина резкости объектива позволяет обойтись при съемках под водой вообще без фокусировки.

Глава III

СВЕТОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Черно-белые пленки

При выборе пленки для подводных съемок во многом руководствуются теми же соображениями, что и для съемок на воздухе.

Однако в связи с некоторыми особенностями подводных съемок следует учитывать еще дополнительные факторы, обуславливающие выбор пленки. Например, под водой объекты съемки бывают освещены весьма слабо, что требует применения материалов с высокой светочувствительностью. С другой стороны, высокочувствительные пленки обладают крупной зернистостью и обычно дают низкий контраст. Рассеяние света в воде и преобладание лучей синего и голубого цветов дополнительно снижают контраст изображения. Поэтому для подводной съемки применяют контрастные материалы и светофильтры, поглощающие эти лучи. Большинство подводных фотографов снимает на изопанхроматическую пленку, имеющую довольно равномерную светочувствительность во всех участках спектра.

Положительные результаты дает съемка на панхроматической пленке, обладающей максимальной светочувствительностью в оранжево-красной зоне, то есть в части спектра, поглощаемой водой. На глубинах до 5—8 м в морской воде на этой пленке удается получать вполне удовлетворительные негативы. Большое распро-

странение среди любителей съемок под водой получило применение отечественных пленок типов РФ-1, РФ-2 и РФ-3 со светофильтром ОС-12. Пленка типа РФ обладает высокой светочувствительностью и в сочетании со светофильтром позволяет получить высокий контраст. Преимущество таких пленок заключается в том, что они очень сильно сенсублизированы в сине-зеленой зоне спектра и, следовательно, пригодны для съемок на значительных глубинах. Для подводных съемок в морской воде обычно освещенность на глубинах до 10—15 м не требует применения пленок с высокой светочувствительностью. Многие подводники с успехом используют материалы светочувствительностью 45—65 единиц ГОСТа с последующей обработкой в обычном стандартном проявителе. При необходимости повышение контрастности может быть достигнуто за счет контрастно работающего проявителя, контрастного позитивного материала или дальнейшего репродуцирования.

Как видно из табл. 2, для подводной съемки наиболее приемлемы пленки типов МЗ-2, А-2, ДК и РФ-3, обладающие наивысшей контрастностью, достаточно высокой светочувствительностью и разрешающей способностью. Последнее имеет большое значение при сильном увеличении отпечатков. К сожалению, пленка типа ДК характеризуется высокой зернистостью и поэтому почти не применяется.

Используемая для фото- и киносъемок пленка типа А-2 получила высокую оценку подводников. Отличные негативы на этой пленке получаются на различных глубинах при солнечном и искусственном освещении. Наилучшие результаты пленка типа А-2 дает при обработке в фенидоновом проявителе. Варьируя экспозицией, освещением и временем проявления, добиваются желаемых результатов.

Фенидоновый проявитель повышает чувствительность пленки в 2—3 раза (без заметного увеличения зернистости и вуали) при весьма высоком контрасте и хорошей проработке деталей изображения.

В настоящее время для фото- и киносъемок употребляются обратимые материалы. Использование этих материалов для киносъемок дает большую экономию времени и пленки, так как в результате их специальной

Характеристика отечественных черно-белых фотокиноматериалов

Тип пленки	Светочувствительность в единицах ГОСТа	Коэффициент контрастности при проявлении 12 мин, в стандартном проявителе	Фотографическая широта не ниже	Разрешающая способность, лин/мм
МЗ	22-32	0,65-0,90	—	80
МЗ-2	45-90	1,00-1,15	1,15	92
АМ	45-65	0,65—0,85	—	70
А-2	180—250	1,00—1,15	1,15	73
В	130	0,7-1,0	—	65
ДК	350	0,9—1,0	—	73
ДН	350	0,5—0,65	—	73
РФ-3	45-65	0,85—1,6	—	65
ОЧ-1	22-45	0,9-1,4	1,5	85
ОЧ-2	130-250	0,95-1,25	0,9	85

обработки получается непосредственно позитивное изображение. Обратимые пленки типов ОЧ-1 и ОЧ-2 имеют достаточно высокую светочувствительность и высокий коэффициент контрастности.

К недостаткам некоторых марок обратимых материалов следует отнести малую фотографическую широту, требующую довольно точного определения экспозиции при съемке. Кроме того, съемка на обратимой пленке не позволяет внести исправления в качество полученного изображения, как это делается при печати позитива с негативной пленки.

Цветные пленки

Промышленностью выпускаются цветные негативные пленки типа ДС для съемок при дневном свете и типа ЛН — при лампах накаливания (табл. 3). Для подводной съемки наиболее пригодны пленки типа ДС. Хорошие цветные негативы при естественном освеще-

нии получаются на пленке ДС-3, имеющей достаточно высокую светочувствительность,

Таблица 3

Цветофотографические негативные пленки

Тип пленки	Светочувствительность в единицах по ГОСТ 91-60	Коэффициент контрастности	Фотографическая ширина не ниже	Разрешающая способность, лин/мм
ДС-1	8 - 11	0,65-0,80	0,9	60
ДС-2С	16-32	0,65-0,80	0,9	60
ДС-2В	Не ниже 32	0,65-0,60	0,9	60
ДС-3	45-65	0,65-0,80	0,9	60
ДС-5	11	0,65-0,75	0,9	60
ЛН-2	16-32	0,65-0,80	0,9	60
ЛН-3	Не ниже 32	0,65-0,80	0,9	60

Однако наилучшие результаты из пленок типа ДС дает пленка ДС-5, имеющая благоприятную спектральную чувствительность при подводном освещении, но низкая светочувствительность ограничивает ее применение.

Цветные обратимые пленки ЦО-1 и ЦО-2 используются в подводных киносъёмках для получения цветного киноизображения и в фотографии для изготовления диапозитивов. Трудности работы с цветными материалами обуславливаются прежде всего их очень низкой фотографической шириной, требующей точного определения экспозиции. Кроме того, следует постоянно помнить об избирательном поглощении водой отдельных участков спектра, искажающем правильную цветопередачу. В большей степени поглощаются лучи в красно-желтой зоне спектра, причем поглощение это будет тем заметнее, чем больший путь в воде проходит свет. На рис. 18 показана схема пути света в воде, складывающегося из двух величин: пути от источника света до объекта съёмки и от объекта до пленки в съёмочной камере. Цветовой баланс света, отраженного снимаемым объектом и прошедшего сквозь слой воды,

может быть исправлен компенсационными светофильтрами. Исправление цветового баланса достигается также применением источников света с преобладанием красных лучей. Для этого используются цветные светофильтры, устанавливаемые перед искусственными светильниками. При этом необходимо стремиться к тому, чтобы путь света в воде был наименьшим, в противном

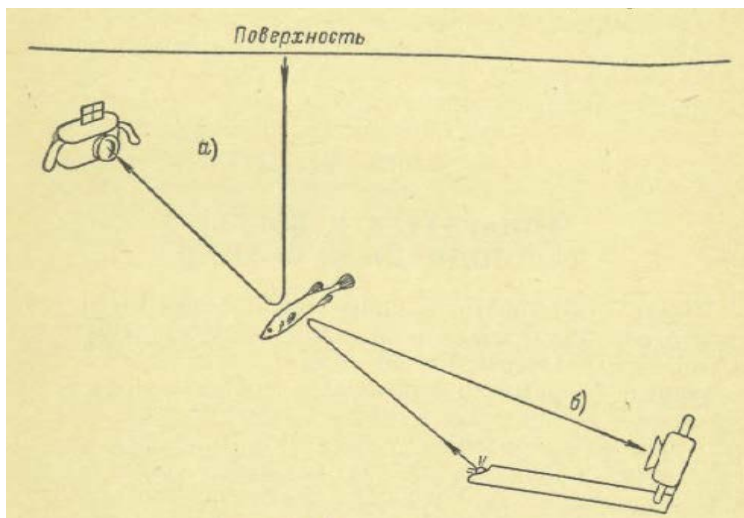


Рис. 18. Путь света в воде:
а — при естественном освещении; б — при искусственном освещении.

случае снова станет заметным поглощение водой красных лучей.

К освоению подводной цветной фотографии или киносъемки рекомендуется приступать только после получения достаточного опыта в съемке на черно-белую пленку.

При проведении цветных съемок подводник вынужден постоянно экспериментировать, добываясь наилучшего цветного изображения.

Только цветное изображение способно наиболее полно передать всю прелесть и очарование подводного мира.

Глава IV

АППАРАТУРА И БОКСЫ ДЛЯ ПОДВОДНОЙ СЪЕМКИ

Почти любая фото- и кинокамера может быть приспособлена для съемок под водой, если заключить ее в специальный герметичный кожух. Такие кожухи, называемые боксами, обеспечивают нормальную работу съемочной камеры под водой и в зависимости от конструкции бокса позволяют управлять теми или иными механизмами камеры. Вывод на поверхность боксов органов управления головками и рукоятками съемочных аппаратов представляет известные трудности, так как форма этих головок отличается большим разнообразием, а сами они часто утоплены и находятся в различных углублениях корпуса камеры. Поэтому, чтобы выполнить самую простую операцию, например спуск затвора камеры, заключенной в бокс, иногда приходится устанавливать сложную систему рычагов. В связи с этим большинство боксов пригодно только для одного определенного аппарата.

Нашей промышленностью для некоторых фото- и киноаппаратов уже начали выпускаться боксы, однако разнообразие систем аппаратов, выпускаемых десятилетиями, столь велико, что производство боксов не удовлетворит всех потребностей.

Подводная съемка часто ведется в совершенно специфических условиях, требующих применения специальных боксов. Конструирование боксов имеет опреде-

ленные особенности, знание которых избавляет от излишних неверных поисков.

При съемке на малой глубине (до 10 м) многие любители пользуются мягкими резиновыми оболочками, в которые заключают съемочные камеры. Перед объективом устанавливается стеклянный диск, выполняющий роль иллюминатора. Обычно управление рукоятками аппаратов в таких «мешках» ограничено перемоткой пленки и спуском затвора и осуществляется на ощупь сквозь материал оболочки. Для этой цели применяют как специально склеенные из резины или хлорвиниловые оболочки, так и приспособленные резиновые изделия — грелки, перчатки, игрушки и т. п. Такие оболочки обеспечивают герметичность, но не предохраняют аппарат от «обжима» и повреждения давлением воды на глубинах свыше 10—15 м. Чтобы противодействовать давлению воды, следует делать жесткие подводные боксы.

Прежде чем приступить к конструированию и изготовлению боксов, нужно выбрать аппарат, который наиболее полно отвечал бы предъявляемым требованиям.

Известно, что крупноформатные фотокамеры, рассчитанные на широкую пленку, дают лучшие по качеству снимки, ибо крупноформатные негативы требуют меньшего увеличения, чем малоформатные. Однако крупноформатные фотоаппараты могут быть заключены соответственно в большие боксы, а это представляет значительное неудобство под водой. Из существующих фотоаппаратов для подводной съемки наиболее удобны снимающие на пленку шириной 35 мм. Преимущества таких камер совершенно очевидны. Малые габариты позволяют поместить их в портативные водонепроницаемые боксы. Запас пленки в 36 кадров дает возможность снимать длительное время под водой, не поднимаясь на поверхность, и производить по несколько повторных снимков. У большинства малоформатных камер при переводе пленки автоматически взводится затвор. Это ускоряет процесс подготовки аппарата к съемке и упрощает конструкцию бокса, не требуя дополнительных выводов, кроме перевода пленки, установки диафрагмы, фокусировки и спуска.

Отечественные камеры типов «Зоркий», ФЭД и

«Киев» вполне надежны под водой, однако наилучшим аппаратом для подводных съемок следует считать «Ленинград», снабженный пружинным приводом.

Зеркальные фотоаппараты типов «Салют», «Любитель», «Спутник» и «Старт» имеют ряд преимуществ перед аппаратами с дальномерами, так как позволяют видеть изображение на матовом стекле. В боксах под зеркальные камеры делается окно для наводки на резкость по матовому стеклу через плоский иллюминатор. Если матовое стекло аппарата мало по размерам и изображение плохо различается, можно использовать в иллюминаторе плоско-выпуклую линзу, поместив ее плоской стороной к воде. Аппараты, имеющие «прыгающую» диафрагму, особенно удобны при съемках в условиях слабого освещения, так как допускают наводку на резкость при наибольшем открытии диафрагмы.

Визирование и фокусировка по матовому стеклу в однообъективных зеркальных камерах типов «Салют» и «Старт» осуществляются непосредственно через съемочный объектив. В такой оптической системе нет параллакса, присущего рамочным видеоискателям, и поэтому границы кадра на матовом стекле точно соответствуют кадру на изображении. Практика показывает, что, снимая даже зеркальными аппаратами, фотограф для быстроты пользуется и рамочным видеоискателем. Наводка на резкость по дальномеру под водой невозможна, ибо требует приближения глаза вплотную к окуляру, а бокс и маска не позволяют этого сделать.

При изготовлении боксов используются различные материалы. Промышленные образцы боксов выполняются из легких антикоррозийных сплавов или пластмасс. Хорошо зарекомендовали себя боксы из алюминивно-магниевого сплава АЛ-8.

Наряду с отличной устойчивостью к корродирующему действию морской воды этот сплав отличается высокой механической прочностью и легко обрабатывается. Корпусы боксов делают также из листовой латуни, дюралюминия или нержавеющей стали. Швы между отдельными деталями выполняются при помощи сварки или пайки.

Боксы, рассчитанные на небольшую глубину, могут

быть склеены из листового органического стекла. Но употреблять органическое стекло на иллюминаторы перед объективом не рекомендуется, так как оно склонно к запотеванию и легко покрывается царапинами.

Корпуса боксов изготавливаются также из стеклоткани наклеиванием отдельных ее слоев при помощи эпоксидной смолы на модель из гипса или пластилина. Надо стремиться к тому, чтобы боксы по форме приближались к форме шара или цилиндра, тогда конструкция сможет выдержать наибольшее давление воды. Боксы покрываются защитными красками, устойчивыми к воздействию морской воды.

Поскольку корпуса, отлитые из алюминиевых сплавов, могут иметь пористость стенок или скрытые раковины, перед покраской желательнее подвергнуть их бакелизации в вакууме или покрыть эпоксидной шпателькой.

Во избежание образования электролитической пары металлов нужно очень тщательно подбирать материалы соприкасающихся деталей. В противном случае поверхности этих деталей в морской воде, являющейся электролитом, подвергнутся электрохимическому разрушению. Примером такой нежелательной пары могут служить латунные винты в дюралевом корпусе. Для предохранения деталей от коррозии их изготавливают из одного металла или применяют защитные покрытия. Так, же детали из алюминиевых сплавов анодируются, а латунные поверхности покрываются никелем или многослойным хромом. Стальные детали кадмируются.

Подводные боксы должны быть удобными по форме, не иметь острых кромок и выступов, о которые можно пораниться. Все рукоятки управления на боксах делаются крупными по размерам, так как выполнение точных движений, особенно в холодной воде, затрудняется. Боксы под водой имеют положительную, нулевую или отрицательную плавучесть. Изменение плавучести бокса достигается регулированием соотношения его объема и веса.

При положительной плавучести бокс стремится всплыть на поверхность, если его не удерживать в руках. При большой отрицательной плавучести бокс

может увлечь подводника на дно. Важное значение имеет правильная балансировка бокса в воде, предотвращающая его «опрокидывание».

Для герметизации боксов используются самоуплотняющиеся соединения. В таких соединениях герметичность осуществляется за счет давления воды, прижимающего соответствующие, части бокса к уплотнительным прокладкам. При погружениях надежность уплотнения возрастает, ибо с увеличением глубины увеличивается и давление воды.

Иллюминаторы

Герметичность соединений иллюминаторов достигается рядом известных способов. На рис. 19, а уплот-

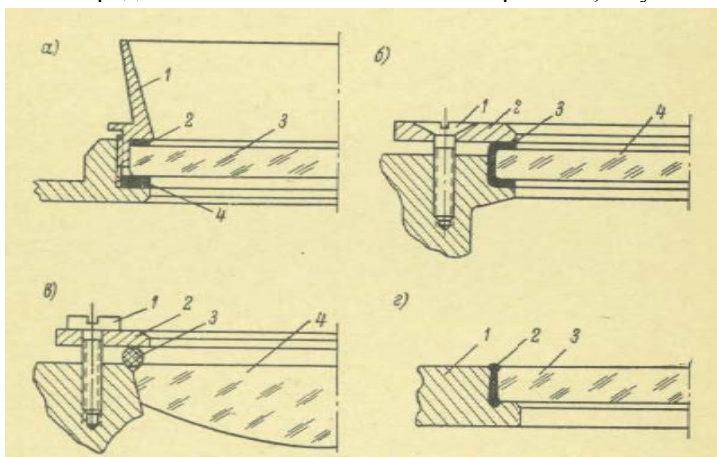


Рис. 19. Варианты герметизации иллюминаторов:

- а: 1—резьбовое кольцо-бленда; 2—шайба; 5—стекло; 4—резиновая прокладка;
 б: 1—винт прижима; 2—прижимное кольцо; 3—резиновая прокладка; 4—стекло'
 в: 1—винт прижима; 2—прижимное кольцо; 3—резиновый кольцевой жгут; 4—стекло;
 г—крепление стекла на замазке. Герметик УТ-32" или на эпоксидной смоле: 1—корпус бокса; 2—амазка или смола; 3—стекло.

нение происходит за счет прижима стекла к прокладке из листовой резины. Прокладка прижата к корпусу

бокса. Для предотвращения выдавливания резины делаются специальные канавки. Прокладки вырезаются из листовой вакуумной резины, устойчивой к воздействию морской воды. Прижим осуществляется при помощи резбового кольца, которое обеспечивает равномерное затягивание и исключает перекосы стекла. Для уменьшения трения между стеклом и кольцом при завинчивании кладется шайба из мягкого металла (латунь, бронза). На рис. 19,б дана схема уплотнения при помощи резиновой манжеты, охватывающей края стекла. Это также надежный способ, но он требует специально изготовленных манжет.

Способ уплотнения, приведенный на рис. 19,в, пригоден для очень больших глубин. Здесь стекло, имеющее коническую посадочную поверхность, притирается к соответствующему месту стенки бокса. По краю канавки укладывается резиновый жгут. Такое самоуплотняющееся соединение было применено профессором О. Пикаром в качестве смотрового окна (с наружным диаметром 400 мм) для батискафа «Триест». Важным преимуществом варианта уплотнения является отсутствие сдвига стекла относительно его оси. Это используется в тех случаях, когда защитное стекло выполняет одновременно роль линзы прибора. На рис. 19,г дан пример жесткого неразъемного соединения стекла с корпусом бокса.

Разъемные соединения боксов

Наиболее ответственной задачей при конструировании боксов является герметизация разъемных соединений корпуса. В отличие от иллюминаторов, имеющих постоянное соединение, разъемы корпуса претерпевают многократные разъединения и каждый раз вновь должны надежно выполнять свои функции. Необходимо, чтобы конструкции разъемов обеспечивали быстрое открывание бокса для перезарядки аппарата, а при закрывании бокса гарантировали герметичность соединения.

Системы запирающих устройств боксов часто снабжены большим количеством винтов, расположенных на небольшом расстоянии друг от друга. Такие соедине-

ния надежно обеспечивают герметичность, но затяжка множества болтов требует времени (рис. 20,б). Запирающее устройство, изображенное на рис. 20,а, снабжено откидными барашками, завинчивающимися от руки.

Довольно широко используются системы прижимов, где сила затягивания прикладывается в одной точке (рис 20,в).

Зажимание резиновой прокладки производится затягиванием винта 1, при этом крышка 3, свободно расположенная на прокладке 5, надежно прижимается к ней. Вариант уплотнения, приведенный на рис. 20, г, отличается от предыдущего применением эксцентричного вала 1 и жесткой скобы 2, Такое зажимное устройство требует точного расчета эксцентрика и зазоров между деталями.

Автору удалось разработать ряд зажимных устройств боксов, работающих на принципе «платефонного замка». Надежно зафиксированные рычаги замков служат одновременно рукоятками для держания бокса. Эти замки обеспечивали быстрое открывание и закрытие боксов при полной их герметичности.

Наилучшим способом сжимания резиновой прокладки является вариант уплотнения, изображенный на рис. 20, д.

Прокладка 2 приклеивается ко дну паза в корпусе бокса 3. В крышке бокса соответственно пазу делается выступающий буртик 1, на торцовой стороне которого выполнена одна или несколько канавок. Поскольку буртик давит на прокладку не плоскостью, а рифленой поверхностью, в таком соединении удастся получить большое удельное сжатие резины за счет уменьшенной площади опоры.

Кроме того, ряд граней, прижимаемых к резине, создает на пути проникновения воды своеобразный «лабиринт». При сжатии воздух из канавок вытесняется и буртик плотно присасывается к прокладке. Прокладка, уплотненная в углублении паза, надежно защищается от механических повреждений при открытом боксе. Поскольку сжатие прокладки производится в замкнутом объеме, выдавливание резины не происходит даже на глубинах в несколько сот метров.

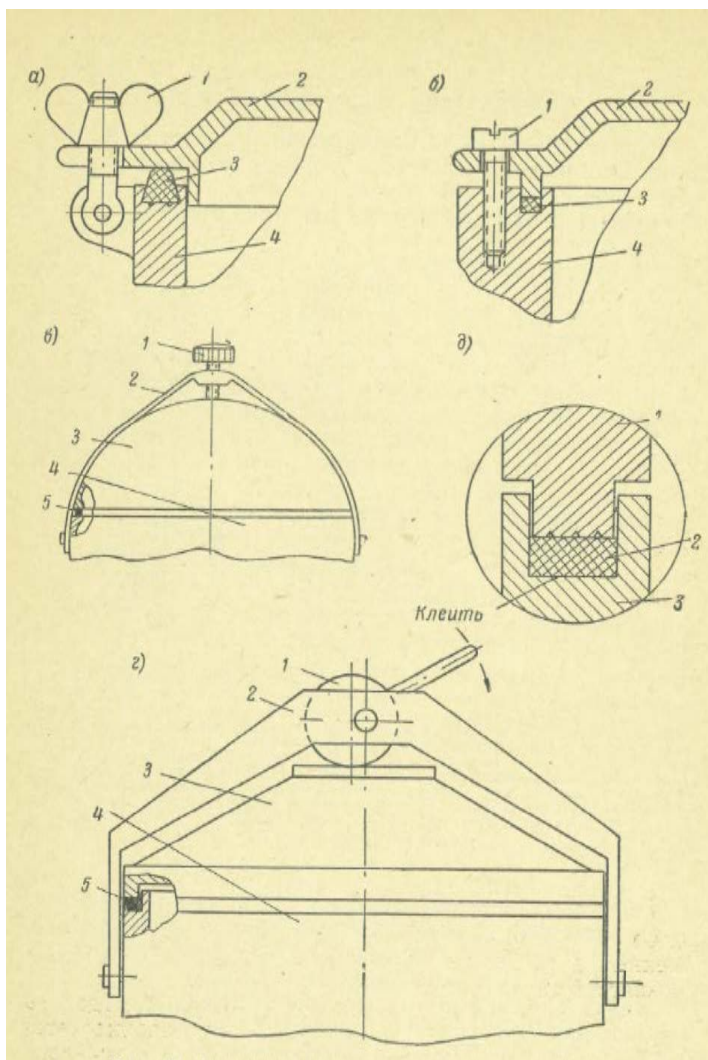


Рис. 20. Варианты герметизации разъемов боксов:

а 1 — откидной барашек; 2 — крышка; 3 — резиновая прокладка; 4 — корпус;

б 1 — винт; 2 — крышка; 3 — прокладка; 4 — корпус;

в 1 — барашек; 2 — лента; 3 — крышка; 4 — корпус; 5 — прокладка;

г 1 — эксцентрик; 2 — скоба; 3 — крышка; 4 — корпус; 5 — прокладка;

д — профиль уплотнения резиновой прокладки: 1 — выступающий буртик крышки бокса; 2 — резиновая прокладка; 3 — корпус бокса.

Герметизация вращающихся осей

Герметичность уплотнений подвижных осей, при помощи которых производится управление механизмами съемочной камеры, заключенной в бокс, обеспечивается применением различных способов (рис. 21).

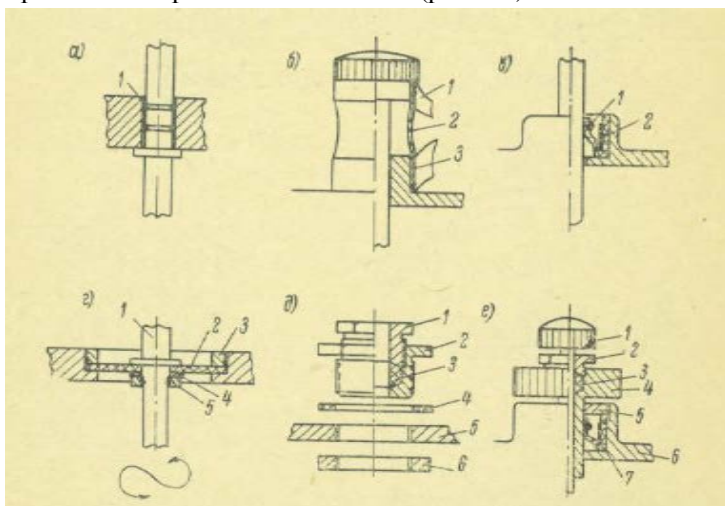


Рис. 21. Варианты герметизации вращающихся осей:

а — с резиновыми кольцами: 1 — резиновое кольцо; б — в резиновой трубке: 1 — клейкая лента; 2 — резиновая трубка; 3 — резиновый жгутик; а — самоуплотняющаяся манжета: 1 — резиновый жгутик; 2 — металлическая арматура; з — соединение, позволяющее выполнять шарнирные движения: 1 — ось; 2 — резиновая мембрана; 3 — резьбовое кольцо; 4 — шайба; 5 — гайка; д — корпус сальника в сборе: 1 — гайка; 2 — корпус сальника; 3 — фторопласт; 4 — резиновая прокладка; 5 — корпус бокса; 6 — контргайка; е — герметизация двух валов с общей осью вращения; 1 — головка внутреннего вала; 2 — уплотнительная гайка; 3 — фторопласт; 4 — наружный вал; 5 — резьбовое кольцо; 6 — корпус бокса; 7 — самоуплотняющаяся манжета.

На малых глубинах используется способ уплотнения с помощью резиновых колец (рис. 21,а), расположенных в канавках на оси. Упругие свойства резаны препятствуют проникновению воды в бокс.

Иногда применяют соединение (рис. 21,б), где ось, помещенная в резиновую трубку 2, не соприкасается с водой. Такое уплотнение обеспечивает герметичность, но из-за ограниченного скручивания резиновой трубки позволяет поворачивать ось лишь на малый угол. Подобные соединения возможны для управления диафрагмой, не требующей поворота более чем на 90° .

Большое распространение в подводном деле получили самоуплотняющиеся манжеты (рис. 21,б). Давление воды, возрастающее с глубиной, прижимает манжету к оси. На большой глубине трение между осью и манжетой может увеличиться настолько, что при скручивании манжета (из резины) порвется. Поэтому для глубин более 50—80 м манжеты ставятся по несколько штук одна над одной или применяются в сочетании с другими видами уплотнения.

Мембранные уплотнения (рис. 21,г), препятствуя проникновению воды, позволяют оси совершать шарнирные движения. Такие соединения полезны в тех случаях, когда приходится выполнять манипуляции с механизмами аппаратов, требующими поворотов в различных направлениях. Недостатками этих уплотнений следует считать быстрый износ резиновых мембран.

Наибольшую надежность уплотнений обеспечивают сальники с различными набивками. Автор в течение ряда лет применял в качестве уплотнителя втулки, выточенные из фторопласта, и считает, что этот материал наиболее пригоден для герметизации осей.

Фторопласт не смачивается водой, не набухает, имеет очень низкий коэффициент трения и обладает свойством холодной текучести.

На рис. 21, д приведена схема одного из таких сальников, где втулка из фторопласта 8 сжимается в корпусе 2 уплотнительной гайкой 1. Конусность обоих торцов втулки и соответствующая конусность корпуса и гайки вытесняют фторопласт к уплотняемой оси. Благодаря низкому коэффициенту трения фторопласта даже при сильном затягивании гайки обеспечивается свободное вращение осей.

Применение сальников с фторопластом не требует регулировки и подтягивания гаек в эксплуатации. Так, на некоторых боксах автора такие сальники отлично работают в течение 6—7 лет без единой разборки. Герметичность во многом зависит от чистоты обработки поверхности осей, проходящих через сальники.

Сальниковые уплотнения выполняются непосредственно в утолщениях стенок бокса, но изготавливаются и отдельно (рис 21,д). Такие сальники удобны тем, что могут устанавливаться в любом месте бокса даже в походных условиях. Для этого достаточно просвер-

лить в нужном месте отверстие и нарезать метчиком резьбу.

На рис. 21, е приведена схема двойного сальника, герметизирующего два вала с общей осью вращения.

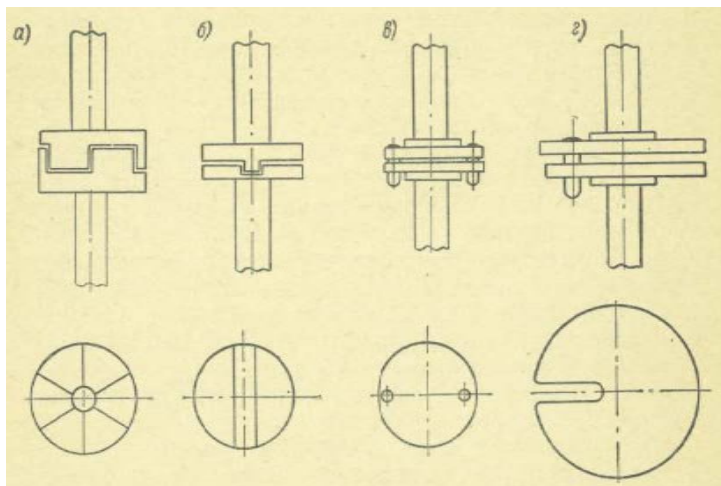


Рис. 22 Варианты сочленения разъемных осей

Иногда для управления механизмами съемочных камер в боксах применяются разъемные оси, работающие по принципу поводкового сцепления (рис. 22).

В зависимости от конструкций аппаратов и боксов к ним применяются те или иные варианты сочленения.

Фотобоксы

Ниже приводится описание некоторых боксов для фотокамер, так как ознакомление с их устройством может оказать помощь при конструировании приспособлений для подводной съемки.

Бокс для фотоаппаратов типов ФЭД и «Зоркий» (рис. 23) отлит из алюминиевого сплава. Бокс имеет прозрачную крышку из органического стекла, позволяющую видеть шкалы на объективе. На крышке установлен рамочный видоискатель. В конструкции этого

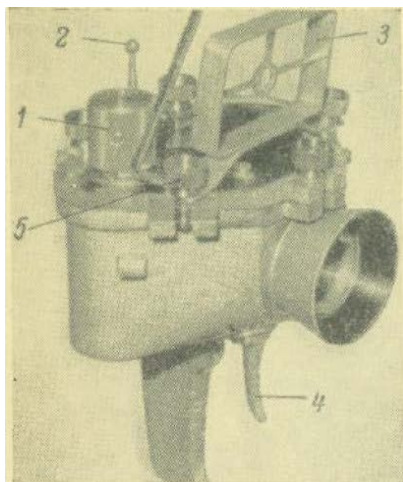


Рис. 23 Бокс для аппаратов типов ФЭД и "Зоркий":
 1 – рукоятка перемотки пленки; 2 – диоптр; 3 – рамка визира; 4 – рычаг спуска; 5 – откидной барашек.

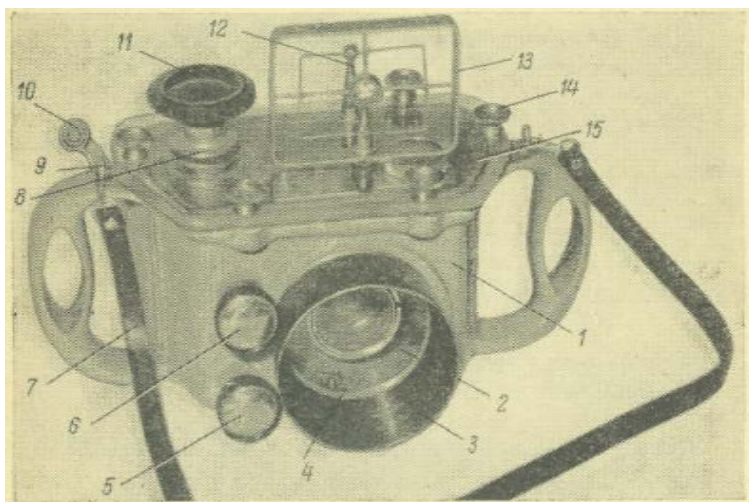


Рис. 24. Бокс с прозрачной крышкой для камеры "Ленинград":
 1 – корпус бокса; 2 – защитное стекло; 3 – бленда; 4 – резиновая прокладка; 5 – рукоятка установки диафрагмы; 6 – рукоятка установки метража по шкале объектива; 7 – нашейный ремень; 8 – корпус сальника; 9 – ушко для крепления нашейного ремня; 10 – рычаг спуска затвора; 11 – рукоятка перемотки пленки; 12 – диоптр; 13 – рамка видоискателя; 14 – уплотняющие винты; 15 – крышка из оргстекла.

бокса предусмотрено только два вывода — для перемотки пленки и спуска затвора.

Бокс с прозрачной крышкой для фотоаппарата «Ленинград» (рис. 24). Этот бокс является также универсальным для аппаратов «Зоркий» (1—4-я модели), ФЭД и, при незначительных изменениях, «Киев» и «Зени».

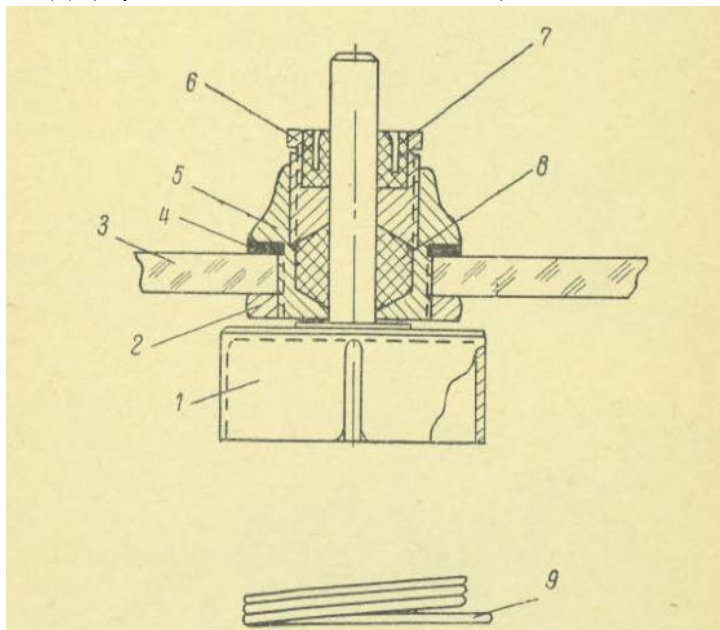


Рис. 25. Механизм перемотки пленки:
1 — барабан; 2 — гайка; 3 — крышка бокса; 4 — резиновая прокладка; 5 — корпус сальника; 6 — уплотняющая гайка; 7 — манжета самоуплотнения; 8 — втулка из фторопласта; 9 — пружина.

Бокс имеет выходы для выполнения всех операций с механизмами аппаратов, за исключением установки экспозиции.¹

Корпус бокса отлит из алюминиево-магниевого сплава АЛ-8.

Крепление аппарата в боксе осуществляется двумя пластинчатыми пружинами, прижимающими аппарат к задней стенке бокса.

¹ Устройство этого бокса описано автором в журнале „Советское фото“, № 3, 1960 г.

Перемотка пленки или завод пружины аппарата «Ленинград» производится при помощи несложного механизма (рис. 25). На головку завода пружинного механизма плотно надевается пружина 9 с отогнутым концом. Если за этот конец вращать пружину по направлению витков, то она заклинивается и начнет вращать головку. Головка аппарата вместе с пружиной накрывается колпачком барабана 1, при этом конец пружины проходит через прорезь в колпачке.

На верхней крышке бокса, изготовленной из органического стекла, смонтирован рамочный видоискатель. На примере расчета видоискателя к данному боксу познакомимся с общими принципами конструирования рамочных визиров для подводных съемок.

Данный видоискатель рассчитан на применение двух объективов, для чего в наружную рамку, соответствующую объективу с фокусным расстоянием $f = 35$ мм, впаена внутренняя рамка для объектива с $f = 50$ мм. Позади рамки устанавливается стойка с отверстием (диоптр). Чтобы объект съемки попал в кадр, нужно совместить диоптр с отверстием в центре рамки. Угол зрения видоискателя будет соответствовать углу изображения нужного объектива, если маска прижимается к задней стенке бокса.

Вопросы визирования при подводной съемке имеют первостепенное значение, но только правильно рассчитанный видоискатель обеспечивает получение хороших «неурезанных» снимков.

Известно, что поле изображения объектива под водой при плоском иллюминаторе сужается на $1/4$. Поэтому ширина рамки S определяется по формуле

$$s = 0,75 \frac{lm}{f} \quad (7)$$

где f —расстояние от рамки до глаза;
 m — ширина кадра в данной камере;
 l — фокусное расстояние объектива.

В приведенном ниже примере размеры рамки вычислены следующим образом. Глаз человека в маске удален от стекла примерно на 40 мм. Если мы устанавливаем рамку на расстоянии 70 мм от заднего края

крышки бокса, то для объектива с фокусным расстоянием 35 мм ширина рамки будет равна

$$s = \frac{0,75(70 + 40)36}{35} = 85 \text{ мм}$$

Так как отношение ширины кадра (24 x 36) к высоте равно 1,5, мы легко найдем высоту рамки, которая будет равна приблизительно 57 мм (85 : 1,5). Таким же способом мы находим размеры рамки для объектива с фокусным расстоянием 50 мм, которые будут равны 59,5 x 39,6 мм или округленно 60 x 40 мм.

Чтобы не увеличивать размеров рамки для применения объективов с меньшим фокусным расстоянием, можно поместить ее ближе к глазу.

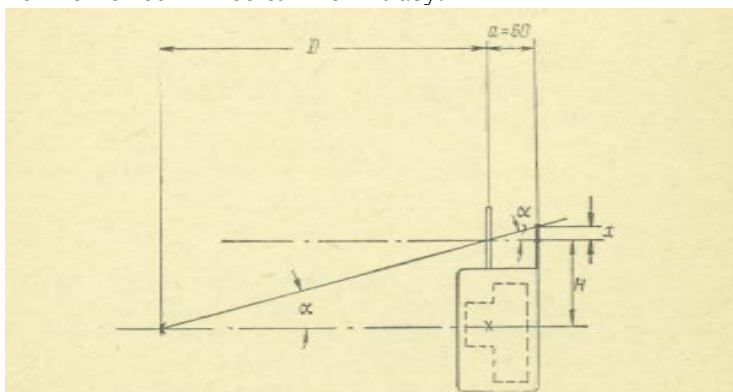


Рис. 26. Параллакс рамочного визира

Если высота центра отверстия рамки равна высоте диоптра, видоискатель направляет объектив аппарата, находящегося в боксе, на предметы, лежащие в бесконечности. При установке визира, направленного на более близкие дистанции, следует учитывать явление параллакса, т. е. положение, когда поле зрения видоискателя смещено относительно поля изображения объектива. Несмотря на то, что под водой мы снимаем кажущееся (приближенное) изображение предметов, параллакс следует учитывать для действительных расстояний.

Рассмотрим рис. 26. Направление визирной линии видоискателя определяется центрами отверстий рамки и диоптра. Ось видоискателя находится выше оптиче-

ской оси объектива на величину H . Для компенсаций параллакса следует наклонить визирную ось видоискателя так, чтобы точка пересечения ее с оптической осью объектива лежала в плоскости съемки. Исправление параллакса достигается изменением высоты диоптра или установкой нескольких диоптров, соответствующих различным расстояниям. Очевидно, что чем ближе находится предмет, тем выше относительно центра рамки должен быть расположен центр диоптра. Величина смещения диоптра вычисляется по формуле

$$x = a \tan \alpha \quad (8)$$

где a — длина видоискателя;

$$\tan \alpha = \frac{aH}{D} \quad (9)$$

где H — расстояние от оси объектива до центра отверстия в рамке;

D — кажущееся расстояние до объекта съемки;

n — показатель преломления воды.

Тогда

$$x = \frac{aH}{Dn} \quad (10)$$

При желании вычислить поправку на параллакс для расстояний 0,5; 1,0; 1,5 и 3 м при величине $f = 100$ мм и $a = 60$ мм мы получим:

$$D_1 = 500 \text{ мм}; \quad x_1 = 9 \text{ мм}$$

$$D_2 = 1000 \text{ мм}; \quad x_2 = 4,5 \text{ мм};$$

$$D_3 = 1500 \text{ мм}; \quad x_3 = 3 \text{ мм}$$

$$D_4 = 3000 \text{ мм}; \quad x_4 = 1,5 \text{ мм}.$$

В стенку бокса можно вмонтировать велосипедный ниппель для подкачки воздуха, чтобы по выделяющимся пузырькам воздуха определить места неплотного соединения. Следует иметь в виду, что по устройству велосипедный ниппель свободно пропускает воздух

(или воду) внутрь боксов при неплотно навинченном колпачке и, таким образом, ниппель из индикатора для определения неплотностей соединений может превратиться в причину протечек. Кроме того, нагнетание воздуха внутрь бокса нарушает работу самоуплотняющихся соединений.

Для съемок под водой наиболее удобным является фотоаппарат «Ленинград», обладающий рядом преимуществ перед другими камерами. Благодаря пружинному приводу этим аппаратом можно снять 10—12 кадров без дополнительного подзавода пружины. Это позволяет делать ряд повторных снимков при съемке быстро движущихся объектов (например, рыб).

Если объект съемки движется «на аппарат», то сделав 2—3 снимка, можно не сомневаться, что один из них будет резким. Когда подводник погружается в комплекте № 1 и, следовательно, способен пробыть под водой всего 20—30 сек., преимущества камеры «Ленинград» становятся еще более очевидными.

Металлический бокс для фотоаппаратов. Боксы, описанные выше, имеют ряд недостатков, из которых главный — большая затрата времени на их открывание и закрывание. Кроме того, плоская крышка из органического стекла не обладает достаточной жесткостью, что на значительных глубинах (30—40 м) может привести к нарушению герметизации.

На рис. 27 изображен бокс, который, сохранив расположение основных узлов описанной выше конструкции, имеет перед нею ряд существенных преимуществ. Крышка, так же как и корпус бокса, отлита из сплава АЛ-8. Для наблюдения за шкалами объективов в крышке имеется смотровое окно. Визирная рамка и стойка складные. Удобно в этом боксе решена герметизация соединения корпуса с крышкой, которая достигается за счет двух затяжных «патефонных» замков. Применение замков при достаточно жесткой конструкции крышки обеспечивает надежную и быструю герметизацию разъема. Замки создают начальное уплотнение соединения, необходимое для погружения в воду; дальнейшая герметизация происходит за счет давления воды. При толщине стенок в 5 мм этот бокс выдерживал давление на глубине 100 м.

Бокс рассчитан на применение фотоаппарата «Ленин-

град» и ряда других камер. Крепление аппарата и система управления механизмами в этом боксе применялись такие же, как в боксе УКП, описание которого дано ниже.

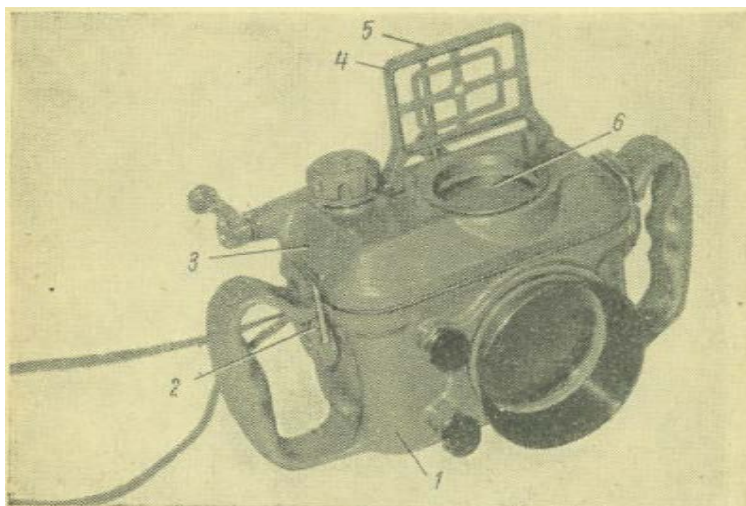


Рис. 27. Металлический бокс с затяжными замками:

1 — корпус бокса; 2 — затяжной замок; 3 — крышка; 4 — рамка визира; 5 — диоптр; 6 — смотровое окно.

Универсальный фотобокс УКП, принятый к производству Ленинградским объединением оптико-механических предприятий (ЛООМП) в 1961 г., рассчитан на широкий круг подводных фотографов. Особое удобство представляет его универсальность для различных фото камер (рис. 28). Бокс УКП в основном сконструирован для фотоаппарата «Ленинград», но допускает использование камер ФЭД (1—3-я модели), «Зоркий» (1—4-я модели). Кроме того, этот бокс может быть легко приспособлен под аппарат «Киев» или «Зенит».

Бокс имеет удобную, обтекаемую форму. Корпус его выкрашен в ярко-желтый цвет, различаемый под водой на большом расстоянии. Красный цвет крышки помогает подводному фотографу визуально определить степень целесообразности съемки на цветную пленку в зависимости от глубины (по исчезновению красного цвета). Способ уплотнения соединения корпуса бокса

с крышкой особенно удобен. Герметизация производится движением рукояток 1. При закрывании бокса буртик крышки вставляется в паз (куда вклеена резиновая прокладка), крюки 4 вводятся в пазы на крышке и рукоятки 1 опускаются вниз. Для предотвращения

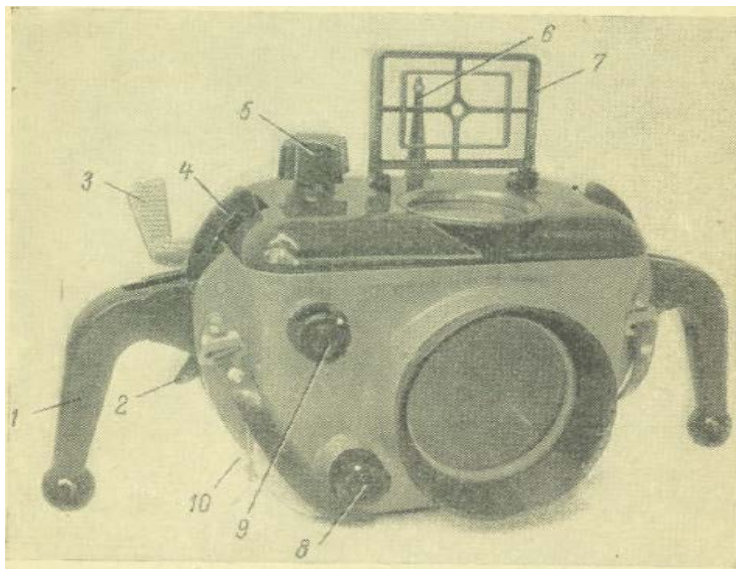


Рис. 28, Универсальный фотбокс УКП:

1 — рукоятка бокса, выполняющая также функции рычага затяжного замка; 2 — фиксатор замка; 3 — рычаг спуска затвора; 4 — крюк; 5 — рукоятка перемотки пленки; 6 — диоптр; 7 — рамка видоискателя; 8 — рукоятка установки метража; 9 — рукоятка установки диафрагмы; 10 — гнездо для подключения импульсной лампы-вспышки.

самооткрывания рукояток служит фиксатор 2. Сила затягивания замка регулируется поворотом эксцентричных осей, на которых крепятся крюки.

Для установки в бокс аппарат подготавливается следующим образом (рис. 29):

1) к аппарату крепится кронштейн 1 при помощи винта 5. Так как у разных моделей аппаратов штативное гнездо расположено в различных местах, в кронштейне имеются соответствующие гнезда для винта 5;

2) на головку пружинного привода аппарата «Ле-

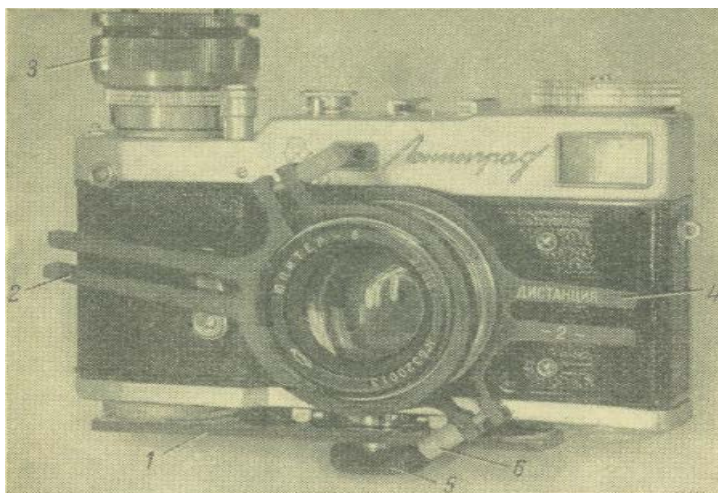


Рис. 29. Подготовка аппарата „Ленинград“ к установке в бокс:
 1 — кронштейн; 2 — поводок для управления кольцом диафрагмы; 3 — цага пружинной головки; 4 — поводок для управления дистанционным кольцом объектива; 5 — винт крепления кронштейна; 6 — винт, стягивающий хомутик поводка.

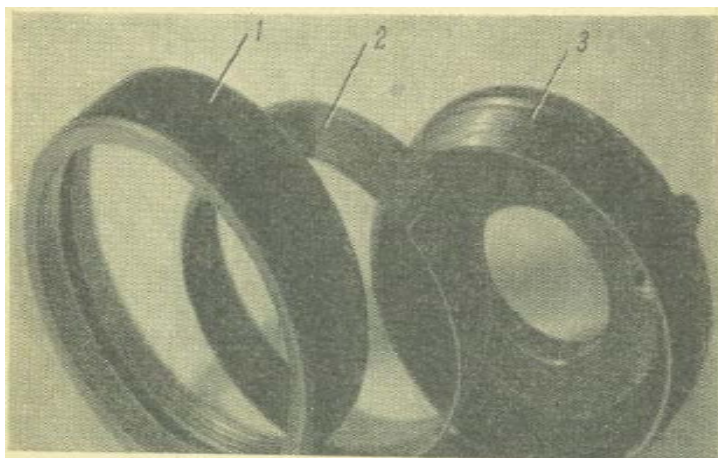


Рис. 30. Устройство цаги для головки пружинного привода аппарата „Ленинград“:
 1 — резьбовое кольцо; 2 — разрезное коническое кольцо; 3 — барабан.

нинград» надевается цанга с двумя пальцами, которые при закрывании бокса соединяются с узлом перемотки пленки, вмонтированным в крышку.

Цанга состоит из трех деталей (рис. 30). Кольца 1 и 2 имеют взаимную конусность. Навинчивание кольца 1 на барабан 3 заставляет разрезное кольцо 2 сжиматься, что обеспечивает плотное соединение цанги с головкой аппарата.

Для аппаратов ФЭД, «Зоркий», имеющих другие размеры головок перемотки пленки, применяются переходные цанги;

3) на кольца метража и диафрагмы объективов надеваются разрезные хомутики-поводки, стягивающиеся винтом. Комплект хомутиков-поводков бокса УКП обеспечивает съемку объективами «Юпитер-8», «Юпитер-12» и «Индустар-26М». При вдвигании аппарата в бокс по направляющим салазкам, расположенным на задней стенке кронштейна, палец шестерни 1 (рис. 31) попадает в прорезь хомутика, управляющего кольцом метража, а палец поводка 2 вводится в прорезь хомутика управления диафрагмой.

В конструкции бокса УКП предусмотрено подключение импульсной лампы-вспышки.

Бокс рассчитан для съемок на глубине до 40 м и имеет незначительную отрицательную плавучесть.

Бокс КПФ для зеркальной фотокамеры «Старт» выпускается Красногорским механическим заводом с 1963 г. (рис. 32).

Многие узлы конструкции бокса УКП полностью повторены при изготовлении бокса КПФ: горизонтальный разъем, система замков на рукоятках бокса, конструкция видоискателя, узел подключения лампы-вспышки, конструкция сальников, управление кольцами объективов и т. д. В связи с тем, что верхняя крышка бокса КПФ имеет несколько большие размеры, чем в боксе УКП, для герметизации разъема установлены дополнительные замки 3. Переднее окно на крышке бокса предназначено для наблюдения за шкалами объективов, а заднее — для наводки на резкость по матовому стеклу аппарата «Старт», имеющего съемную шахту

Стереосъемка и бокс для фотокамеры «Спутник». Стереосъемка представляет собой фотографирование двух отдельных изображений одного, и того же объекта

съемки с двух точек зрения. Каждый из двух объективов стереокамеры снимает несколько отличающиеся одно от другого изображения. Если мы смотрим на

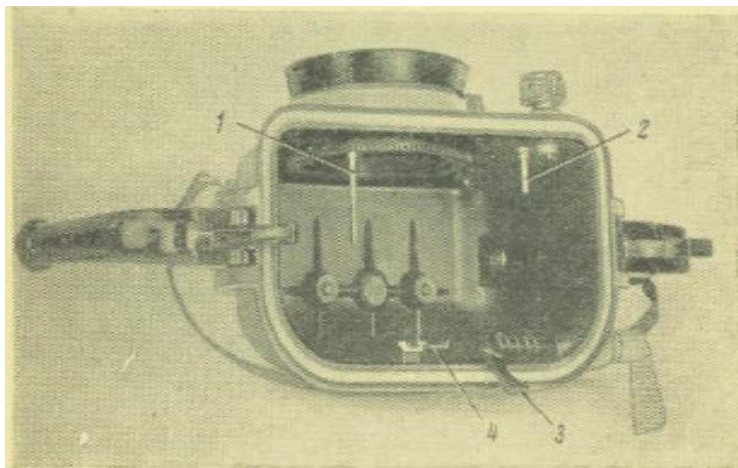


Рис. 31. Внутреннее устройство бокса УКП:

1 — шестерня с пальцем для управления дистанционным кольцом объектива; 2 — поводок с пальцем для перестановки диафрагмы; 3 — рычаг, нажимающий на кнопку спуска; 4 — фиксатор кронштейна.

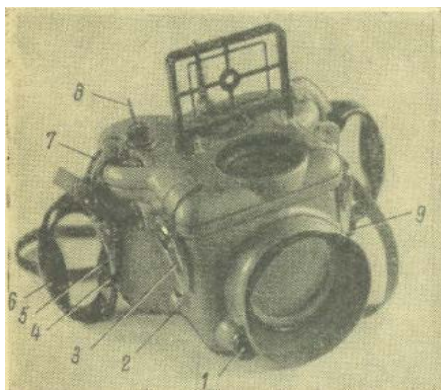


Рис. 32. Бокс КДФ для зеркального фотоаппарата "Старт":

1 — рукоятка установки метража по шкале; 2 — гнездо для подключения лампы-вспышки; 3 — дополнительный замок; 4 — рычаг спуска; 5 — фиксатор замка; 6 — рукоятка бокса, выполняющая также роль рычага замка; 7 — крюк; 8 — рукоятка привода на курковый взвод аппарата; 9 — рукоятка установки диафрагмы.

отдаленные предметы, то оптические оси наших глаз практически параллельны. С приближением предмета глазные мышцы поворачивают глаза человека так, что

их оптические оси пересекаются в плоскости изображения рассматриваемого объекта. Хрусталики глаз аккомодируются (фокусируются) на рассматриваемый предмет, и мы видим его резко. Но благодаря тому, что правый и левый глаза рассматривают объекты под разными углами зрения, возникает стереоэффект, позволяющий человеку видеть предметы трехмерными (объемными) и расположенными в глубину пространства. То же происходит и при съемке стереоскопическим фотоаппаратом. Каждый объектив снимает изображение, соответствующее рассматриванию правым и левым глазом при условии, что объективы установлены на расстоянии, равном расстоянию между оптическими осями глаз человека (63—65 мм). Оба снимка, полученные стереокамерой, называются стереопарой. При рассматривании их в стереоскопе оба изображения сливаются в одно общее и предметы кажутся объемными. Применение подводной стереосъемки дает исключительно впечатляющие снимки, позволяющие судить об объеме и масштабах снимаемых предметов. Влияние «размытого», рассеянного подводного освещения, скрадывающего рельеф предметов, на стереоснимках менее заметно. Даже действие светового тумана при стереосъемке проявляется в меньшей степени.

Поскольку оси обоих объективов на стереокамерах устанавливаются параллельно друг другу, стереоэффект удастся получить обычно с расстояния от 3 м до бесконечности.

Бокс, показанный на рис. 33 изготовлен под фотокамеру «Спутник». Этот аппарат удобен для подводной съемки тем, что позволяет получить 6 стереопар или 12 отдельных снимков форматом 60X60 мм. С таких негативов можно сделать отпечатки площадью в 1 м². При желании аппаратом «Спутник» можно снимать отдельно каждым объективом и получить 12 обычных снимков. Центральные затворы обоих объективов позволяют снимать с импульсными лампами на любой экспозиции. При съемке с этим боксом наводка на резкость производится через верхний иллюминатор по матовому стеклу аппарата. Конструкция бокса допускает фокусировку объективов, изменение диафрагмы, перемотку пленки и съемку с лампой-вспышкой.

Для получения стереоэффекта при съемке предме-

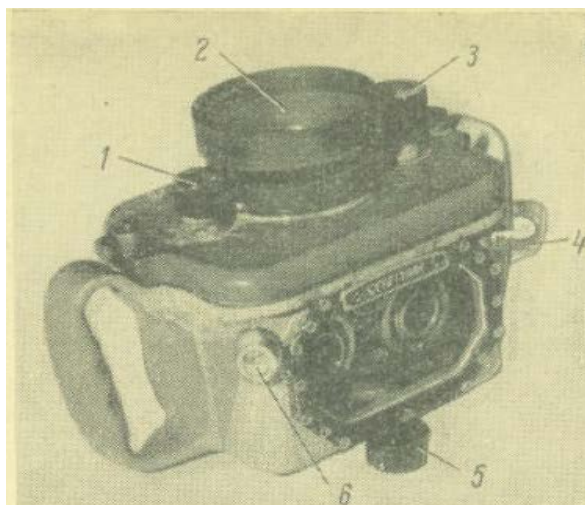


Рис. 33. Бокс для стереоаппарата „Спутник“:

1 — рукоятка взвода и спуска затвора; 2 — иллюминатор для наводки на резкость по матовому стеклу; 3 — рукоятка перемещения пленки; 4 — рукоятка фокусировки объективов; а — рукоятка установки диафрагмы; б — гнездо подключения лампы-вспышки.

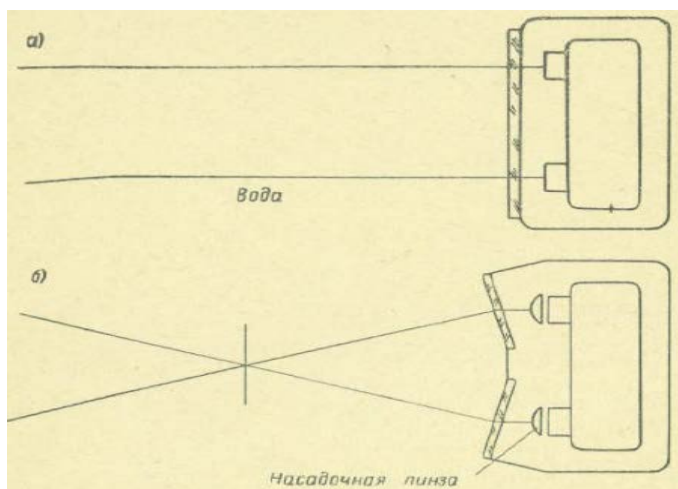


Рис. 34. Установка иллюминаторов перед объективами стереокамеры:

а — плоский иллюминатор; б — иллюминаторы, установленные под углом

тов, расположенных на близких дистанциях, нужно наклонить оптические оси обоих объективов друг к другу. При подводной съемке сведение оптических осей достигается установкой перед объективами иллюминаторов, которые располагаются под углом (рис. 34). Угол, под которым установлены иллюминаторы, определяет дистанцию съемки. В данном случае вода действует как призма и изменяет направление лучей света, идущих в объектив. Так как объективы подобных аппаратов не фокусируются ближе чем на 1 м, для съемки с более близких расстояний на объективы надеваются насадочные линзы. Такое приспособление обеспечивает получение с близких расстояний объемных снимков, представляющих научную ценность при съемке морских животных, растений, надписей на затонувших памятниках, рельефа дна, дефектов подводных сооружений и т. п.

Кинобоксы

По съемочному формату принято различать крупноформатные киносъемочные камеры, рассчитанные на стандартную перфорированную кинолентку шириной 35 мм; среднеформатные, снимающие на пленку шириной 16 мм и малоформатные. Малоформатные подразделяются на двухдорожечные («2 x 8») с применением специальной пленки шириной 36 мм, но с меньшим шагом перфорации и односторонние («1 x 8»), снимающие на пленку с односторонней перфорацией шириной 8 мм.

Крупноформатные киносъемочные камеры (35-мм) применяются профессионалами и самодеятельными любительскими киностудиями для съемки фильмов, предназначенных к демонстрации большому количеству зрителей.

Камеры среднего формата (16-мм) употребляются для съемки профессиональных научных и технических цветных и черно-белых фильмов, а также любительских фильмов для показа аудитории в 100—500 человек.

Большинство любителей пользуется малоформатными кинокамерами для показа фильмов небольшой аудитории.

Под водой, в зависимости от целей съемки, применя-

ются кинокамеры, относящиеся к любой из перечисленных групп.

Желательно, чтобы аппарат имел малые габариты, кассеты с большим запасом пленки, короткофокусные объективы, а механизм обеспечивал длительную протяжку пленки. Большой запас пленки необходим потому, что подводные съемки ведутся несколько ускоренно (например, вместо 24 кадров в секунду — 28—32), а такая съемка увеличивает расход пленки. Фильм, снятый ускоренно и продемонстрированный на экране со скоростью 24 кадра в секунду, поражает зрителя фантастической замедленностью движений.

Наиболее удобными для подводных съемок являются киноаппараты, имеющие электрический привод. К таким аппаратам относятся: «Конвас-Автомат» (35-мм), «Адмира-16-Электрик» (16-лш) и «Спорт» («2X8»). Электропривод позволяет заснять без остановок всю пленку, не опасаясь, что во время съемки механизм аппарата остановится, как это бывает в камерах с пружинным заводом.

Бокс для киноаппарата «Спорт», снимающего на узкую пленку («2X8»). Этот аппарат имеет электропривод от батарейки карманного фонаря, одну скорость и постоянную наводку на резкость, что позволяет сделать на боксе минимальное количество выводов — для пуска камеры и управления диафрагмой (рис. 35).

В этом боксе, созданном автором в 1959 году, применен необычный косой разрез корпуса, который позволяет при открытой крышке не извлекать аппарат из бокса для перезарядки (рис. 36). Герметизация разъема производится при помощи затяжного замка (рис. 37). Для этого рукоятка 3 отводится назад и крюк 4 вставляется в паз на крышке. Движением рукоятки вперед бокс закрывается. Поворот рукоятки фиксатора 1 предвращает самооткрытие замка.

Киноаппарат крепится в боксе штативным винтом. Зубчатый сектор внутри бокса работает в зацеплении с шестерней, надетой на кольцо диафрагмы объектива. При нажатии большим пальцем правой руки на рычаг пуска 2 включается мотор аппарата. Установка диафрагмы производится по наружной шкале. Наблюдение за счетчиком метража пленки ведется через смотровое окно. Рамочный видоискатель укреплен на левой

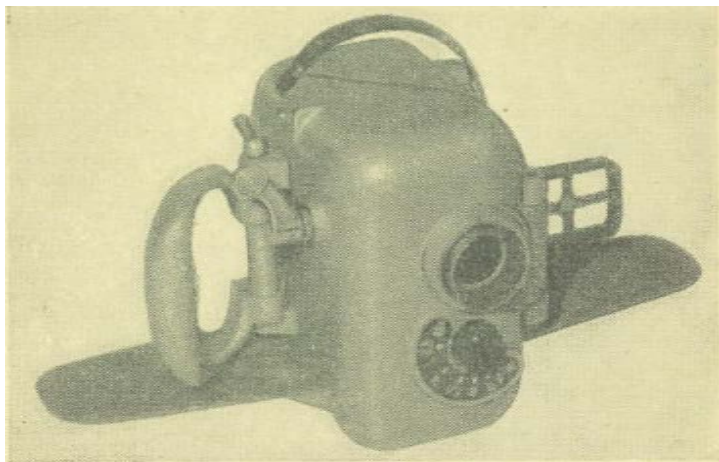


Рис. 35. Бокс для киноаппарата „Спорт“,

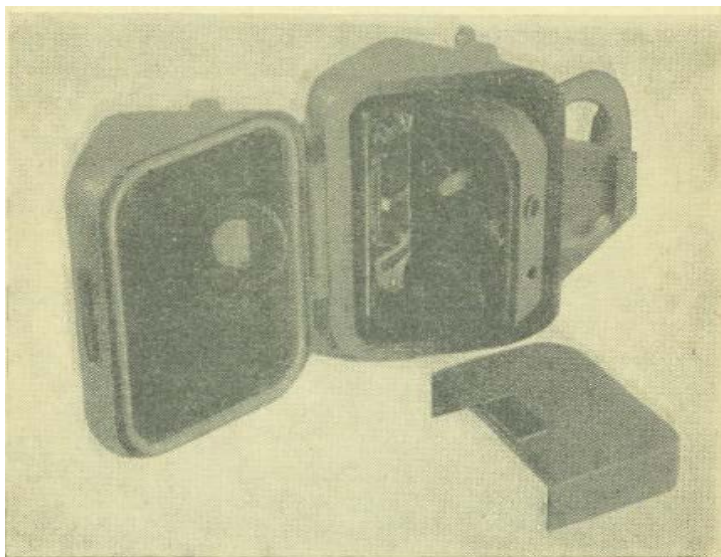


Рис. 36. Бокс для киноаппарата „Спорт“ в открытом виде.

стенке бокса. Крылья-стабилизаторы устраняют раскачивание камеры в воде, что позволяет получить устойчивое изображение при просмотре фильма на экране, Бокс с аппаратом имеет нулевую плавучесть.

Бокс ПКБ-2 для киноаппарата «Спорт» выпускается оптико-механической фирмой ЛООМП (рис, 38). Основная компоновка и расположение узлов в этом боксе соответствуют описанному выше.

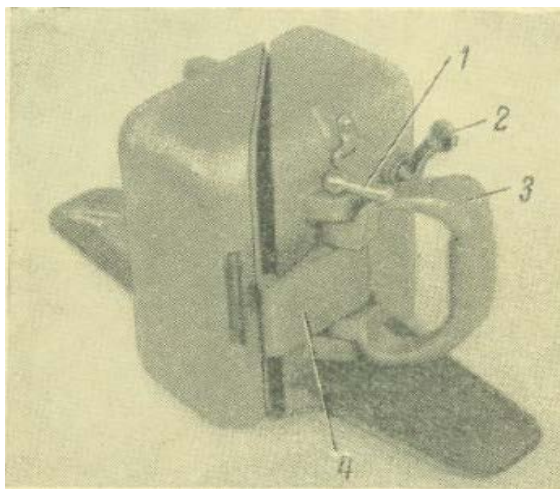


Рис 37. Герметизирующий замок бокса для киноаппарата „Спорт“:

1 — фиксатор рукоятки замка; 2 — рычаг спуска камеры;
3 — рукоятки замка; 4 — крюк.

Диафрагма устанавливается по шкале через зубчатый сектор, надеваемый на объектив. Изменен в боксе ПКБ-2 разъем и в связи с этим запирающее устройство. Для массового производства такой разъем более технологичен, так как не требует индивидуальной подгонки корпуса с крышкой в каждом боксе. Герметизация достигается вращением маховика винта, натягивающего ленту и прижимающего крышку к резиновой прокладке в корпусе. Корпус и крышка окрашены соответственно в красный и желтый цвета (см. описание бокса УКП). Складной рамочный видоискатель съемный. Бокс допускает съемку на глубинах до 40 м. Вес бокса с камерой под водой около 300 г.

Бокс для киноаппарата «Киев-16С-2» (рис, 39).

Корпус и крышка бокса отлиты из сплава АЛ-8 и для большей герметичности перед окраской бакелизированы в вакууме (для глубин свыше 40 м).

Крышка притягивается к корпусу при помощи хомута одним винтом, заворачиваемым от руки. Стекло иллюминатора при транспортировке предохраняется заглушкой. На левой стенке корпуса имеются два смотровых окна — переднее позволяет следить за установкой диафрагмы под водой, а через заднее виден калькулятор экспозиции и счетчик метража пленки. Рукоятка пистолетного типа позволяет удобно держать камеру одной рукой и одновременно производить киносъемку при помощи спускового крючка. Скоба на рукоятке предохраняет спусковой крючок от случайных ударов и нажатий. Легкосъемные крылья придают камере устойчивость, что очень важно при работе под водой в условиях плохой опоры и быстро меняющихся объемов съемки. Вес бокса с камерой в воде около 200 г отрицательной плавучести.

Устройство и взаимодействие механизмов бокса даны на рис. 40. Любители, разбирающиеся в технике, могут изготовить подобный бокс в соответствии со своими возможностями. Герметичность вращающихся деталей достигается сальниками из фторопласта и самоуплотняющимися манжетами.

Кадрирование производится при помощи рамочного визира.

Расположение видоискателя над оптической осью объектива полностью устраняет имеющийся в аппарате «Киев-16С-2» горизонтальный параллакс, но зато вертикальный параллакс аппарата в боксе значительно увеличивается. Поэтому при установке видоискателя внесена поправка на параллакс для расстояния 3,5 м. Визир рассчитан на применение обоих объективов киноаппарата «Киев-16С-2» (малая рамка соответствует объективу с $f = 50$ мм, а большая объективу с $f = 20$ мм. При повороте рукоятки 4 флажок 5, находящийся между лепестками хомутика, надетого на кольцо диафрагмы, поворачивает последнее на соответствующий угол. Пистолетная рукоятка крепится к корпусу болтом 10, в который упирается задний конец пружины, возвращающий спусковой крючок в переднее положение.

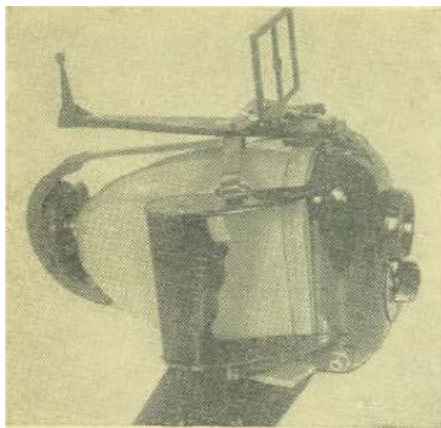


Рис. 38. Бокс ПКБ-2
для кинокамеры „Спорт”

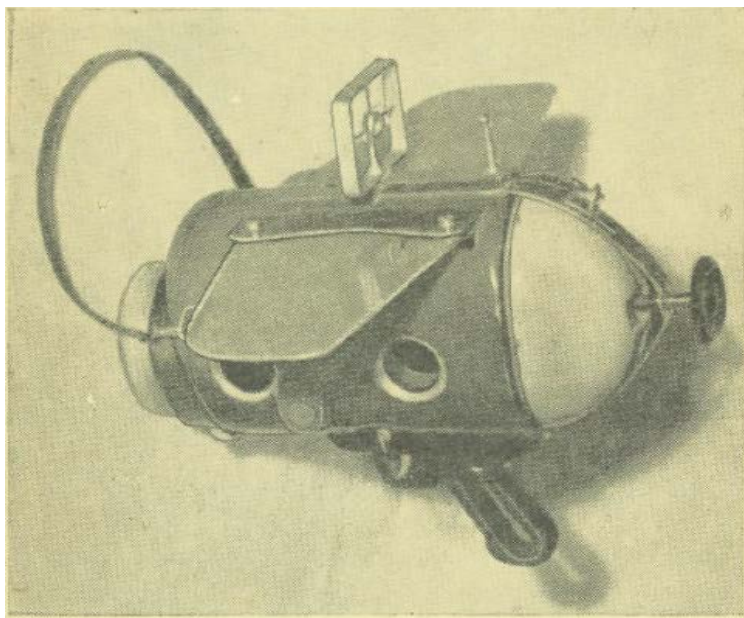


Рис. 39. Бокс для кинокамеры „Киев-16С-2”.

нас. Хорошо подогнанные крылья удерживаются в пазах за счет трения и затяжки винтов не требуют.

Для смены кассет аппарат из бокса извлекать не требуется, достаточно снять крышку бокса и открыть дверцу аппарата.

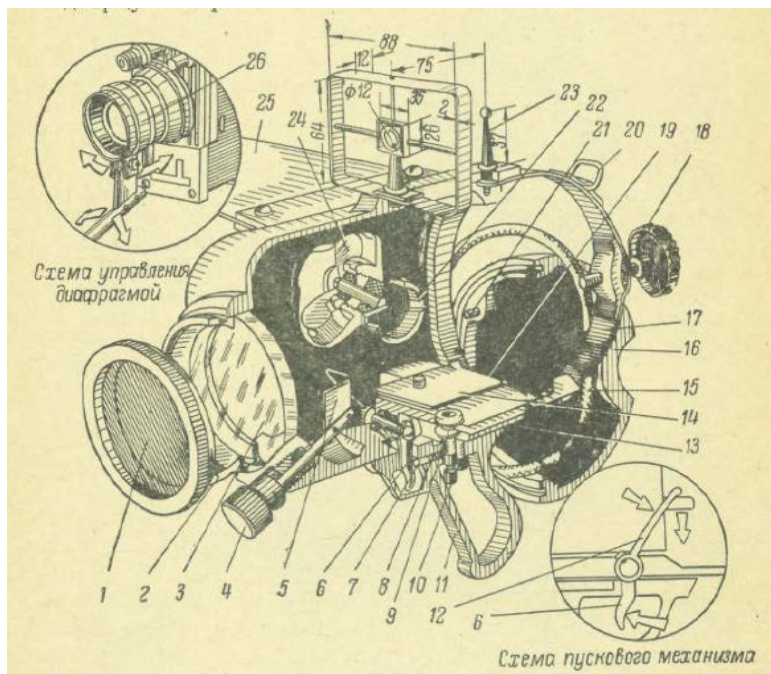


Рис. 40. Взаимодействие узлов бокса для камеры „Кисв-16С-2“:

1 — заглушка; 2 — уплотнительное кольцо; 3 — стекло иллюминатора; 4 — рукоятка установки диафрагмы; 5 — флажок; 6 — спусковой крючок пуска камеры; 7 — толкатель возвратной пружины; 8 — возвратная пружина; 9 — nipple для подкачки воздуха; 10 — болт, крепящий рукоятку; 11 — рукоятка бокса; 12 — рычаг пуска; 13 — ось хомута; 14 — плата; 15 — резиновая прокладка; 15 — крышка бокса; 17 — хомут; 18 — зажимной винт с маховиком; 19 — винт крепления платы; 20 — кольцо для нашейного ремня; 21 — выправляющие, фиксирующие положение крышки; 22 — барабан заводной пружинной; 23 — диоптр; 24 — рукоятка пружинного привода; 25 — крылья; 26 — хомутик кольца диафрагмы,

Бокс кинокамеры «Адмира-16-Электрик». Чешская кинокамера «Адмира-16-Электрик» с электроприводом очень удобна для съемок под водой. Бокс, сконструированный для этого аппарата (рис. 41), во многом похож на бокс с косым разъемом для киноаппарата «Спорт»

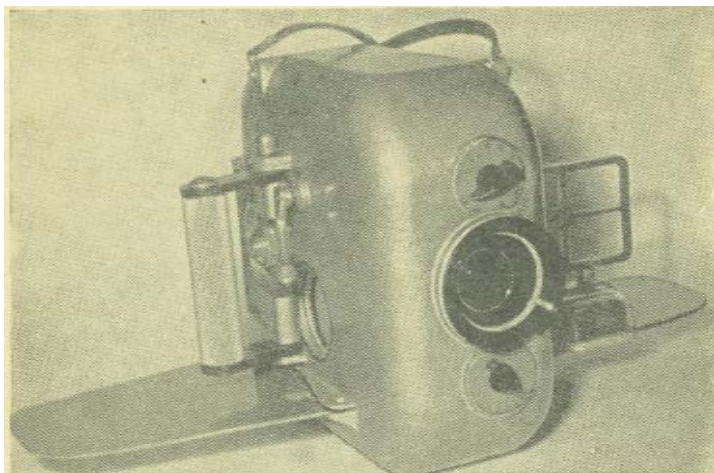


Рис. 41. Бокс для кинокамеры „Адмира-16-Электрик“.

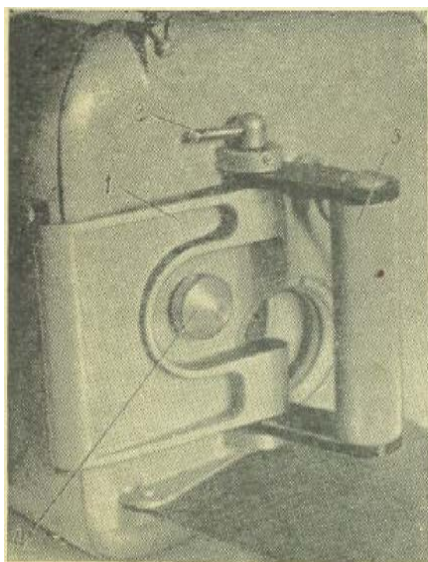


Рис. 42. Запирающее устройство бокса:

1 — крюк; 2 — фиксатор замка; 3 — рукоятки бокса, выполняющая также роль рычага замка; 4 — рукоятка изменения скорости съемки.

(стр. 72). Конструкция бокса допускает управление всеми механизмами аппарата. Корпус бокса отлит из сплава АЛ-8. Герметизация производится затяжным замком при помощи рукоятки 5 и крюка 1 (рис. 42). Крышка бокса снимается за счет разъемной петли. Перед установкой в бокс к аппарату штативным винтом крепится планка (рис. 43), на которой располагается пистолетная рукоятка аппарата с аккумулятором.

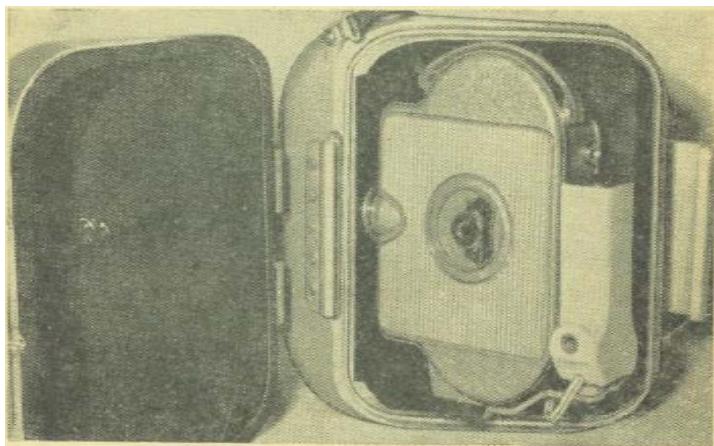


Рис. 43. Бокс с киноаппаратом „Адмира-16-Электрик* в открытом виде.

Планка, имеющая форму ласточкина хвоста, вдвигается в соответствующее гнездо на внутренней стороне дна бокса и удерживается в этом положении фиксатором. На кольца объектива надеваются шестерни, которые работают в зацеплении с шестернями, находящимися в боксе. Поворачиванием соответствующих рукояток устанавливается нужная диафрагма или метраж по шкалам. Механизм рассчитан для пользования короткофокусным объективом «Ларгор-12,5» и объективом «Меопта Опенар» с фокусным расстоянием 20 мм. Складной рамочный видоискатель имеет поправки на параллакс для расстояний в 1 и 3 м. Рукояткой 4 изменяется скорость съемки от 8 до 32 кадров. Большим преимуществом этого бокса является возможность смены под водой светофильтров, закрепляемых

на бленде иллюминатора при помощи штыкового замка. Окно на правой стенке бокса служит для наблюдения за счетчиком метража пленки.

В подводном положении во время съемки правой рукой бокс держат за рукоятку, а левой рукой за крыло. Отведением рычага пуска назад включается

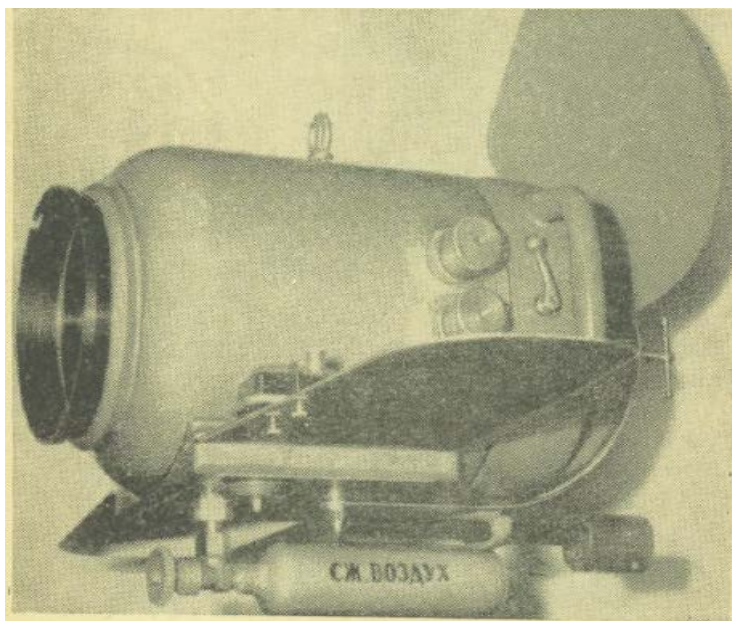


Рис. 44. Бокс «Дельфин» для киноаппарата «Конвас-Автомат».

мотор аппарата. Определение экспозиции ведется по экспонометру, помещенному в специальный бокс. Вес бокса с камерой под водой около 50 г отрицательной плавучести.

Бокс «Дельфин» для киноаппарата «Конвас-Автомат» (рис. 44). Отечественная кинокамера «Конвас-Автомат» является одним из лучших современных кино съемочных аппаратов, снимающих на пленку шириной 35 мм. Камера работает от электродвигателя и имеет набор объективов, обеспечивающих съемку в различных условиях. Для съемок широкоэкранных фильмов киноаппаратом «Конвас-Автомат» служит анамор-

фотная насадка, имеющая так называемую цилиндрическую оптику. Насадка, устанавливаемая перед объективами, вносит определенные искажения в изображение, которое при демонстрации на экран исправляется соответствующей проекционной приставкой. Такой способ дает возможность получить широкоэкранный развернутое киноизображение с кинокадра нормального формата.

Под кинокамеру «Конвас-Автомат» был сконструирован бокс, названный автором «Дельфин». Бокс рассчитан для съемок на глубинах до 100 м и более.

Конструкция бокса допускает съемку объективами с фокусным расстоянием 16, 18, 22, 28, 35 и 50 мм и для широкого экрана с анаморфотной насадкой объективами с фокусным расстоянием 35 и 50 мм. Корпус и крышка бокса отлиты из сплава АЛ-8 с последующим оксидированием, бакелизацией и покрытием их специальными красками.

Герметизация соединения корпуса и крышки производится при помощи хомута и барашка. В задней стенке крышки имеются два смотровых окна. Верхнее окно служит для наводки на резкость через лупу прямой наводки аппарата, а сквозь нижнее виден тахометр скорости съемки и счетчик метража пленки на кассете.

Для подводной съемки с маской окуляр лупы аппарата пересчитан на удаление глаза на расстояние 75 мм. Возможность вести под водой наводку на резкость через лупу аппарата совершенно исключает параллакс, свойственный рамочным видоискателям.

Лампочки освещения внутри бокса питаются от батареи аккумуляторов аппарата.

Устойчивость бокса в подводном положении обеспечивается крыльями и стабилизатором. Для сохранения горизонтального положения бокса под водой имеется передвижной балансир. Вес прибора под водой около 200 г положительной плавучести, но по желанию может изменяться регулировочными грузами.

Если бокс с аппаратом имеет нулевую плавучесть, то для смены кассет оператор, не поднимаясь на поверхность, снимает один из грузов, и бокс всплывает. После перезарядки кассет в шлюпке к боксу крепится необходимый груз и он, приобретая отрицательную плавучесть, погружается на дно.

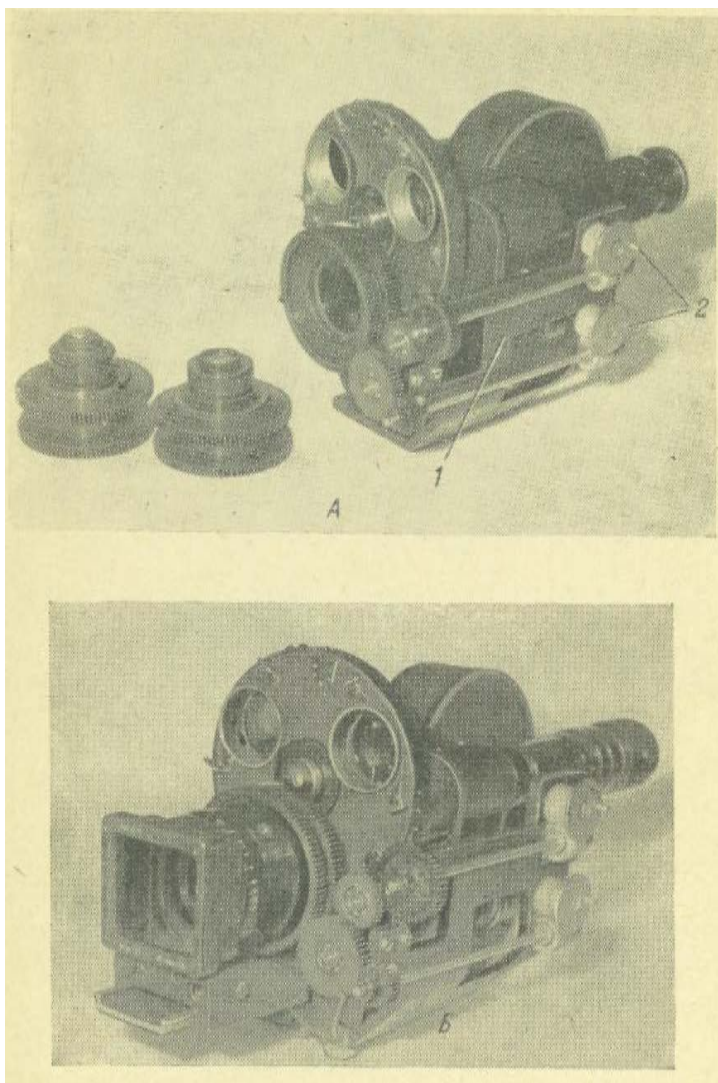


Рис. 45. Подготовка аппарата к установке в бокс 'Дельфин':

А — киноаппарат 'Конвас-Автопат' с объективами;

1 — кронштейне механнзм для управления кольцами объективов; *2* —

падьцы-поводки;

Б — киноаппарат с анаморфотной насадкой,

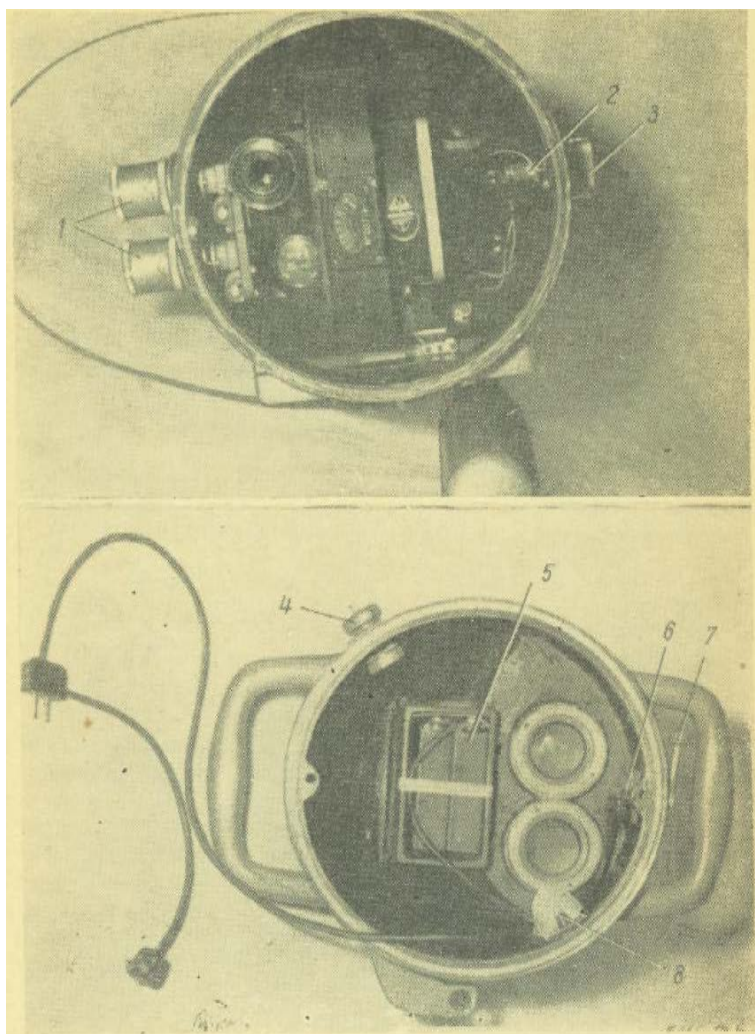


Рис. 46. Боке "Дельфин" в открытом виде:

1 — обоймы барабанов установки метража и диафрагмы; 2 — реостат; 3 — рукоятке изменения скорости съемки; 4 — травящий кланан; 5 — батарея аккумуляторов; 6 — переключатель куса мотора камеры и включения внутреннего освещения; 7 — рычаг переключателя; 8 — лампочка освещения шкал.

Крылья и стабилизатор окрашены в ярко-красный цвет, что позволяет быстро обнаружить плавающий на поверхности бокс.

Крылья, укрепленные в нижней части бокса, не мешают обзору, и на них удобно располагаются экспонометр, глубиномер, компас, часы или таблички для записей отснятых сюжетов.



Рис. 47, Бокс „Дельфин“ в подводном положении.

Специальная система, состоящая из баллона со сжатым воздухом и воздушного автомата, вмонтированного в дно бокса, автоматически создает внутреннее контрдавление, превышающее на $0,1 \text{ атм}$ наружное давление воды. Это исключает протечки даже при неплотных соединениях (о чем будут сигнализировать выделяющиеся пузырьки воздуха). В то же время такой незначительный избыток давления не нарушает работу самоуплотнений. Специальный травящий клапан обеспечивает своевременное удаление избыточного воздуха при всплытиях. Таким образом, глубина погружения бокса «Дельфин» лимитируется только запасом воздуха в баллоне. При выключенной системе выравнивания

давления бокс рассчитан для съемок на глубинах до 50 м.

Перед установкой в бокс аппарат крепится штативным винтом к кронштейну (рис. 45), на котором смонтирован механизм управления кольцами объективов диафрагмы и метража. При вдвигании кронштейна с аппаратом в бокс пальцы-поводки 2 входят во взаимодействие с осями барабанов (см. рис. 22, г) и при этом включается весь механизм кронштейна. Обоймы 1 (рис. 46) имеют ряд фиксированных положений. Каждое положение обоймы соответствует определенному объективу — через окна обоймы видна нужная шкала. Шкалы со значениями диафрагмы и метража выгравированы на барабанах. Скорость съемки изменяется рукояткой 5 через реостат 2. Мотор камеры включается нажимом на рычаг 7 у левой рукоятки бокса.

Испытания этого бокса в течение нескольких лет в различных условиях показали его высокую надежность в эксплуатации при съемках научных и художественных фильмов.

Глава V

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКСПОЗИЦИИ ПРИ ЕСТЕСТВЕННОМ ОСВЕЩЕНИИ

Подводники, занимающиеся съемками, постоянно сталкиваются с трудностями определения экспозиции. Если на поверхности многие фотографы легко определяют экспозицию на глаз, исходя из времени суток, состояния неба, а также чувствительности и типа пленки, то под водой такой метод, даже при наличии опыта, совершенно непригоден.

На освещенность предметов в воде влияет много факторов: положение солнца над горизонтом, облачность, прозрачность воды, глубина, на которой ведется съемка, близость и окраска дна и т. д. Значительную трудность представляет определение выдержки для цветной пленки. Освещенность объектов съемки под водой непрерывно меняется из-за рассеяния света водной средой, а также в зависимости от глубины и приближения к светлым участкам дна. Кроме того, движение волн на поверхности, при небольших глубинах, часто создает дополнительное освещение дна. Только фотоэлектрический экспонометр может помочь с наибольшей точностью определить экспозицию под водой.

Примитивным боксом для экспонометра может служить герметичная прозрачная стеклянная или пластмассовая банка. Поскольку в таком «боксе» поворачивание диска экспонометра невозможно, на внутренней

стенке приклеивается табличка с обозначением всех значений диафрагмы при каждом показателе канала экспонетра. Таблицу можно составить для одной выдержки, например в $\frac{1}{100}$ сек.

Бокс для экспонетра «Ленинград» (рис. 48), разработанный автором, в течение ряда лет применялся подводниками Ленинграда, Москвы, Харькова и Одессы и получил положительную оценку.

При изготовлении такого бокса встречаются некоторые трудности, зато в готовом виде он отличается надежностью и позволяет быстро определить экспозицию.

Бокс состоит из двух основных частей: дна к крышки (рис. 49). В дне, изготовленном из дюралюминия, делается паз, в который вклеивается прокладка из вакуумной резины. Крышка выдавливается в горячем состоянии из органического стекла толщиной 3 мм.

Для этого должны быть изготовлены пуансон и матрица. Пуансон имеет рабочую поверхность, повторяющую форму и размеры внутренней поверхности крышки, а в матрице делается окно с размерами и контурами наружного профиля крышки. Перед операцией выдавливания пуансон и матрицу следует нагреть, а лист органического стекла кладут в горячую воду. После выдавливания неровные края крышка подрезаются в соответствии с размерами. С внутренней стороны крышки приклеивается колодка из органического стекла (клей дихлорэтановый). В колодке нарезается резьба под винт крепления ушка экспонетра. В крышку вклеивается втулка из органического стекла, имеющая гнездо для уплотнителя сальника и резьбу под прижимную гайку. Гайка вытачивается из латуни и имеет накатку для завинчивания от руки. Уплотнительная втулка сальника из фторопласта имеет с обеих сторон конус с углом при вершине 90—120°. Управление диском экспонетра в боксе производится рукояткой, находящейся на крышке бокса. Зубчатый край диска использован как шестерня, работающая в зацеплении с торцевой муфтой.

Крышка вставляется в паз дна и прижимается к резиновой прокладке скобой при помощи двух барашков. Нижняя кромка крышки должна быть

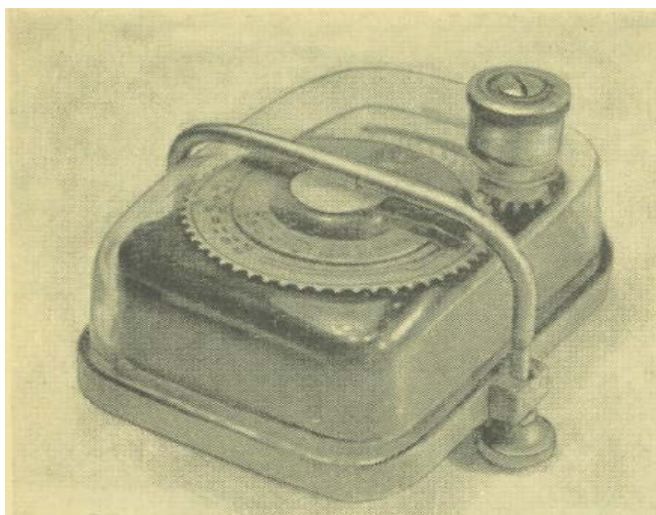


Рис. 48. Бокс для фотоэлектрического экспонометра . Ленинград"

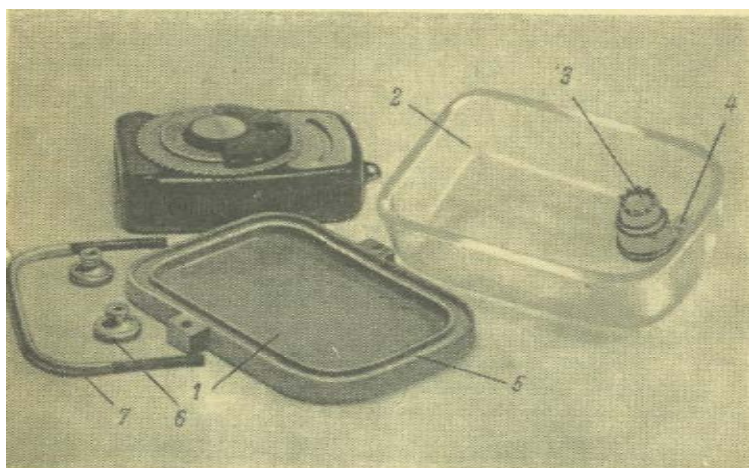


Рис. 49. Устройство бокса для экспонометра:
 1 - дно бокса; 2 - Крышка; 3 - зубчатая муфта; 4 - винт крепления экспонометра-6
 — резиновая прокладка; 6 — барашки; 7 — скоба

хорошо обработана по плоскости для лучшего прилегания к прокладке. Все латунные детали никелируются.

При определении экспозиции фотоэлемент экспонометра направляется в сторону снимаемого объекта, вращением барабана индекс на диске подводится к каналу, указываемому стрелкой гальванометра. Теперь против значения нужной выдержки выбирается значение диафрагмы. Перед заключением экспонометра в бокс устанавливается значение светочувствительности пленки. Если съемка производится на пленке одной чувствительности, извлекать экспонометр из бокса не потребуется.

Бокс под экспонометр «Ленинград-2» делается по такому же принципу, но размеры бокса по ширине будут несколько больше.

Поскольку экспонометры градуируются в расчете на дневной свет, показания экспонометра под водой могут быть неточными вследствие поглощения водой лучей красного и желтого цветов в большей степени, чем синего и зеленого. Нарушение спектрального состава света изменяет также кратность светофильтров, которая указывается для белого света. Поэтому для более точного определения экспозиция под водой следует закрывать фотоэлемент выбранным для съемки светофильтром. Этот способ весьма пригоден при съемке на изопанхроматическую пленку, для которой градуируются экспонометры. При некотором опыте работы с экспонометром подводный фотограф научится свободно определять экспозицию.

Если съемка ведется в непосредственной близости от дна, имеющего светлую окраску, освещение объекта заметно усиливается, причем увеличение освещенности бывает весьма значительным. Ниже приводится табл. 4, составленная автором на основании многочисленных измерений освещенности на различных глубинах в Черном море у Медведь-горы.

В этом месте было светлое, песчаное дно, а глубина равнялась 37 м. В яркий солнечный день, около 13 часов для черно-белой пленки с чувствительностью 90 единиц ГОСТа при глубине видимости по белому диску 14 м были получены следующие результаты.

**Изменение экспозиции в зависимости от освещенности на
различных глубинах**

Глубина, я	Экспозиция, сек.	Диафрагма
0,5	1/100	16
1	1/100	14
3—6	1/100	11
6-12	1/100	8
12—20	1/50	5,6-4
20-30	1/50	2—1,8
30-37	1/50	5,6-4

Из табл. 4 видно, насколько сильно влияние света, отраженного от дна. Почти всегда под водой может быть применена экспозиция в $\frac{1}{100}$ сек. Съемка с такой экспозицией ликвидирует «смазанность» быстродвижущихся объектов, особенно на близком расстоянии.

Глава VI

СЪЕМКА С ИСКУССТВЕННЫМ ОСВЕЩЕНИЕМ

Получение хороших цветных снимков на глубинах свыше 7—10 м и черно-белых на больших глубинах может быть достигнуто только применением искусственного освещения. Для уменьшения пути света в воде наиболее целесообразным является расположение источников освещения вблизи объекта съемки. Применение искусственного света не только повышает освещенность предметов, но и восстанавливает их естественную окраску, измененную водой,

В качестве источников света употребляют лампы накаливания, дуговые, ксеноновые, ртутные и импульсные лампы. Наиболее простыми в обращении являются лампы накаливания, поэтому они широко используются, особенно в подводных киносъемках. Питание этих ламп производится по кабелям с поверхности или от аккумуляторов, находящихся под водой. Ксеноновые лампы высокого давления дают световой поток большой интенсивности и обладают высокой светоотдачей, но не могут работать без применения специальных пусковых устройств, что значительно увеличивает габариты подводных осветителей.

Многие подводники применяют передвижные осветители с аккумуляторами, где источником света служат авиационные или автомобильные лампы-фары, дающие узконаправленный световой поток большой яркости.

Чтобы осветить объект съемки под водой, требуется значительно более сильный свет, чем на таком же рас-

стоянии на воздухе. Однако увеличивать интенсивность освещения снимаемого объекта можно только до какого-то оптимального предела, необходимого для правильной экспозиции, так как с увеличением яркости освещения увеличивается и свечение светового тумана, образованного взвешенными частицами. В этом состоит одна из трудностей применения под водой искусственного света.

Наилучшим источником искусственного освещения для фотосъемок под водой служит электронная импульсная лампа, отличающаяся портативностью, автономностью и дешевизной.

Бокс для импульсной лампы-вспышки. В осветительном приборе, показанном на рис. 50, использована импульсная лампа ИФК-120 с питанием от стандартной батареи 330-ЭВМЦГ-1000 и конденсатора емкостью 1300 мкф. На поверхность бокса выведен только выключатель 4, ось которого герметизирована сальником. Лампа прикрепляется к органическому стеклу, закрывающему иллюминатор. Для неоновой лампы, сигнализирующей о готовности прибора к работе, делается смотровое окно в любом месте корпуса. Можно установить неоновую лампу вместе с импульсной, тогда не потребуется дополнительного окна.

Блок питания импульсной лампы собирается в герметичном корпусе. При выполнении монтажа электрической схемы нужно очень тщательно изолировать все соединения, так как конденсаторы прибора накапливают высокий потенциал. Разряд конденсаторов в морской воде при нарушении нормальной работы осветителя может привести к несчастному случаю.

Корпус прибора притягивается к фотобоксу двумя винтами, при этом провода, идущие к синхроконтакту фотоаппарата, автоматически соединяются.

Герметичный штепсельный разъем этих проводов показан на рис. 51.

Потенциальный провод, идущий на синхроконтат, присоединяется к винтам-контактам, которые изолированы от корпуса манжетами и фибровыми прокладками.

Такой штепсельный разъем позволяет быстро присоединить импульсную лампу к фотобоксу.

Герметичность разъема обеспечивается за счет обжима манжет давлением воды.

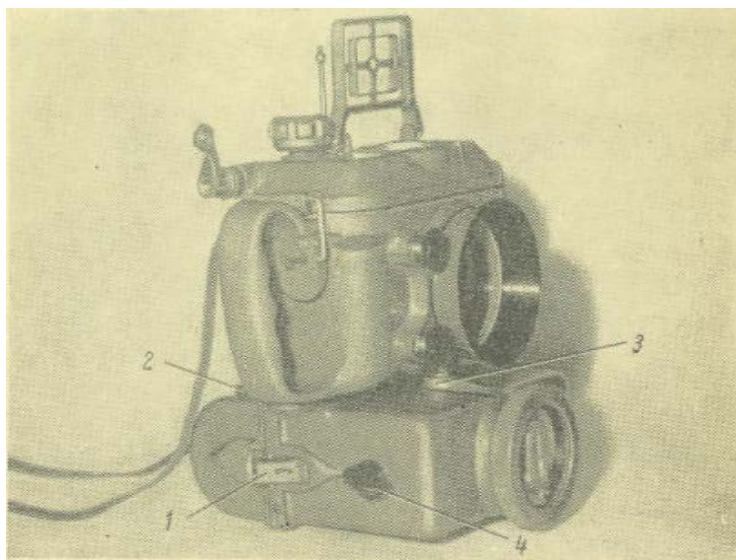


Рис. 50. Бокс для импульсной лампы-вспышки, прикрепленный к фотобоксу:

1 — затяжной замок; 2 — окно для неоновой лампы; 3 — место подключения синхроконтakta прибора; 4 — выключатель.

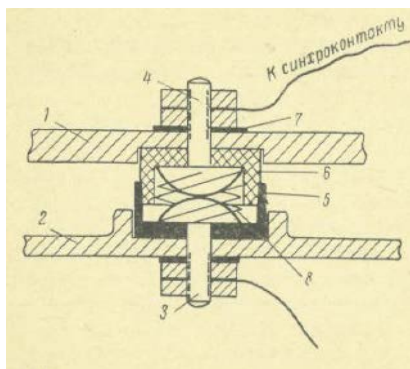


Рис. 51. Схема подключения синхроконтakta прибора к фотобоксу:

1 — дно фотобокса; 2 — корпус бокса лампы-вспышки; 3 — винт-контакт лампы; 4 — винт-контакт фотобокса; 5 — резиновая манжета; 6 — манжета из фторопласта; 7 — фибровая шайба; 8 — пружинный контакт.

Весь монтаж данного осветительного прибора выполнен по схеме, приведенной на рис. 52.

Этот осветитель обеспечивает хорошее освещение объектов съемки на расстоянии 3—5 м (в зависимости от прозрачности воды).

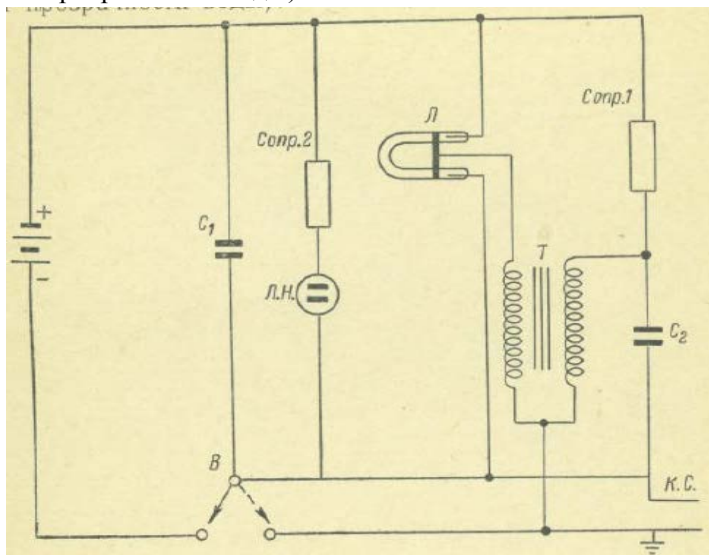


Рис. 52. Электронная схема импульсной лампы:

БЗ30-ЭВМЦГ-ШЮ; В- выключатель; С₁ - конденсатор питания лампы 1300 мкф, 300 в; С₂ - конденсатор 0,1 миф, 300 о; Л- лампа ИФК-120; Л.Н. — вывод на синхроконтакт; Сопо, 1 — сопротивление 0,3 мам 1 ет; Сопр.2—со противление ВС-0,2э а47!) тысяч ом; Т - импульсный трансформатор 30/2000 витков; Л. Н. — лампа неоновая МН-15.

Ведущие числа прибора для определения экспозиции под водой даны в табл. 5.

Эти данные не могут являться стандартом для любых водоемов и нуждаются в корректировке опытным путем.

Пример определения экспозиции. Производится съемка в морской воде средней прозрачности. Расстояние (истинное) до объекта 2 м, чувствительность пленки 180 единиц.

При определении расстояния от аппарата до объекта съемки нужно учитывать, что оно будет равняться

**Ведущие числа для определения экспозиции при съемках
с импульсной лампой-вспышкой**

Чувствительность пленки в единицах ГОСТа	45	65	90	130	180	250	350
Ведущее число для морской воды	20	24	29	33	40	47	56

Примечания, 1. При использовании данного осветительного прибора для съемок в Черном море вносить поправку на поглощение света водой не нужно, ибо она уже учтена при выводе ведущих чисел.

2. При хорошем освещении на малой глубине (1—3 м) можно при вычислении значения диафрагмы увеличивать ведущее число на 25—30%.

двойному, истинному расстоянию до объекта, так как луч света проходит путь от лампы до объекта съемки и затем к объективу аппарата.

По табл. 5 находим для этой пленки ведущее число. Оно равно 40. Делим ведущее число на 4 (двойное расстояние), получаем значение диафрагмы — 10. Если применяется двукратный светофильтр, то мы устанавливаем диафрагму 5 (10:2). Поскольку съемка фотоаппаратами со шторно-щелевыми затворами ведется со скоростью $1/25$ сек., то на малой глубине при хорошем солнечном освещении пленка может быть дополнительно экспонирована этим общим светом. Поэтому и следует несколько уменьшать относительное отверстие (см. примечания к табл. 5).

Если нет уверенности в правильном расчете экспозиции, лучше сделать 2—3 снимка с различными значениями диафрагмы. Это позволит получить хотя бы один хороший негатив.

Расположение источника освещения в непосредственной близости от объектива, как это сделано в приборе, показанном на рис. 50, приводит к образованию светящейся световой завесы, закрывающей объект съемки. Поэтому для достижения правильного освещения приходится применять более громоздкие конструкции.

Желательно, чтобы импульсная лампа с рефлектором была вынесена вперед и в сторону от аппарата и светила под некоторым углом к оси съемки. Чем больше отнесен в сторону от объектива осветитель, тем рельефнее будет изображение на снимке. Однако отделение осветителя от питающей части прибора значительно усложняет всю конструкцию. На рис. 53 бокс с лампой-



Рис. 53. Для более правильного освещения снимаемых предметов бокс с лампой-вспышкой вынесен вперед и в сторону.

вспышкой вынесен в соответствии с указанными требованиями. Но в данном случае вследствие значительного веса бокса пришлось уравнивать прибор кусками пенопласта. Несмотря на неудобную форму, с помощью этой лампы-вспышки удалось сделать ряд хороших цветных снимков.

Подводный импульсный осветительный прибор, смонтированный в цилиндрическом корпусе (рис, 54).

Этот осветитель, сконструированный и испытанный автором совместно с инженером И. В. Дубовиком, создает световой поток высокой интенсивности и может быть использован на глубинах до 50 м. Мощность при-

бора 230 дж. Все элементы электродной схемы располагаются в корпусе из дюралюминиевой или пластмассовой трубы. В передней части корпуса прибора установлена поворотная фара с двумя импульсными лампами ИФК-120, а к задней крепится бокс с фото-

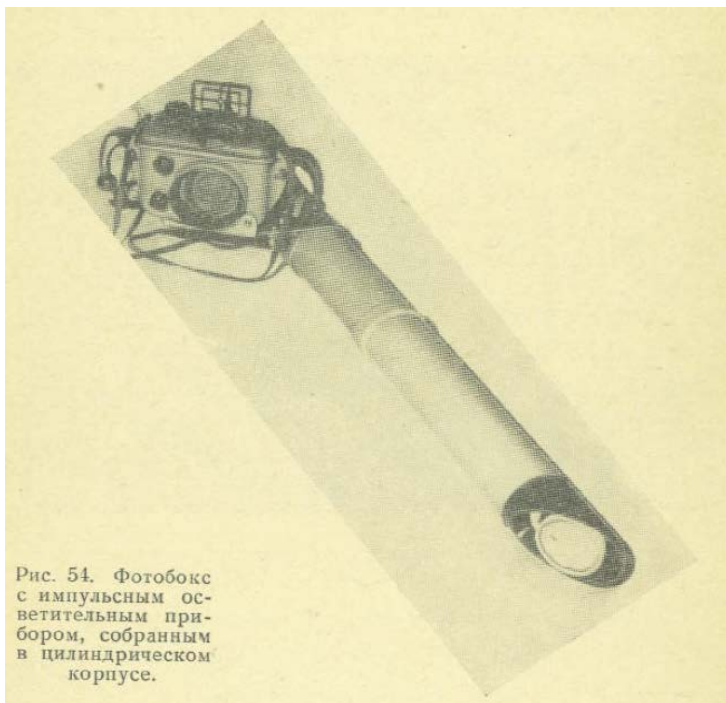


Рис. 54. Фотобокс с импульсным осветительным прибором, собранным в цилиндрическом корпусе.

аппаратом. Преимущества такой конструкции с цилиндрическим корпусом заключаются в том, что длина трубы может быть весьма значительной. Это позволяет помещать в лей необходимое количество конденсаторов для создания прибора большой мощности.

Лампа, находясь на конце трубы, максимально приближается к объекту съемки, обеспечивая тем самым

наиболее выгодное освещение. Лучшим способом изменения направления света является поворачивание лампы с отражателем, не изменяя положения корпуса прибора относительно фотобокса (рис 55). При этом удается добиться максимального уменьшения пути света в воде. Кроме того, крепление прибора к фотобоксу с помощью

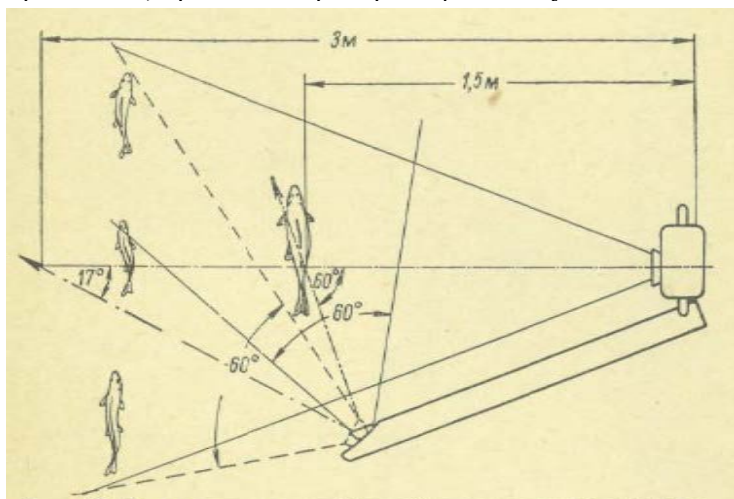


Рис. 55. Изменение направления светового потока поворачиванием фары.

подвижного соединения допускает регулирование на правления светового потока в больших пределах.

Монтаж элементов электродной лампы в трубе позволяет, меняя соотношение объема с весом прибора и дополнительных грузов, получать желаемую степень плавучести и балансировку всей установки. Источником питания служит стандартная батарея «Молния». Она состоит из 10 элементов, располагаемых друг за другом, по пять штук. В этом приборе смонтировано две отдельные схемы импульсных ламп с общим источником питания. В трубе находится четыре конденсатора по 1300 мкф каждый (по два на каждую схему). Фара с лампами имеет фиксированные положения для съемки с расстояний 1; 1,5; 3 и 6 м. Обе лампы срабатывают одновременно от синхроконтакта в аппарате, но могут включаться в работу и поочередно, отдавая половину

мощности прибора. На задней крышке корпуса находится переключатель прибора и неоновые лампы, сигнализирующие о готовности прибора к работе. Ввод в бокс кабеля, идущего к синхроконтракту аппарата, осуществляется через штепсельный разъем. Весь прибор уравновешен таким образом, что его центр тяжести

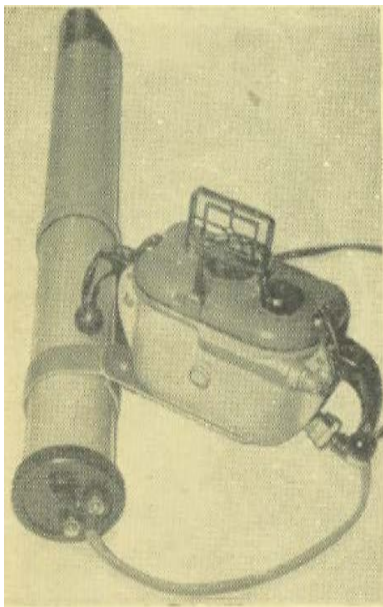


Рис. 56. Подключение осветительного прибора к фотобоксу (на крышке видны переключатель и неоновые лампы)

с достаточной яркостью, но с еще большими цветными искажениями.

Таким образом, проблема выбора спектрального состава освещения при цветных подводных съемках сводится к выбору — либо применить свет с преобладанием голубых лучей, проникающих на большее расстояние, и проиграть на цветопередаче, либо использовать источник света с преобладанием красных лучей, добываясь наибольшей их интенсивности и стремясь сократить пути света в воде.

находится у бокса, и поэтому затруднений при передвижениях под водой не возникает.

При выборе спектрального состава освещения подводных объектов для цветной съемки с искусственным светом руководствуются следующими соображениями. Свет импульсных ламп по спектру приближается к дневному и поэтому с увеличением пути (от лампы до объекта и от объекта к аппарату) возрастут искажения вследствие поглощения водой красных лучей.

С другой стороны, изменив спектральный состав освещения в сторону преобладания голубых лучей беспрепятственно проходящих сквозь воду, мы получим освещение

Хороших результатов в подводной съемке можно добиться только при постоянном экспериментировании. В каждом отдельном водоеме нужно учитывать спектральное пропускание света водой, спектральную чувствительность пленки, спектр света нашего источника, внося поправки в эти соотношения, изменением пути света в воде и соответствующими светофильтрами.

Глава VII

СЪЕМКА В МУТНОЙ ВОДЕ

Большинство водоемов нашей страны характеризуется исключительно низкой прозрачностью воды. Речь идет о реках, озерах и участках морей в портовых зонах.

Вследствие большой насыщенности взвешенными частицами и загрязнения этих водоемов промышленными отходами прозрачность воды (дальность видимости) очень мала и часто колеблется от 2—3 м до нескольких сантиметров. Так, например, дальность видимости в реке Неве (по белому диску) в некоторых участках достигает 20—25 см. Подводные съемки обычными средствами в таких водах практически бесполезны. В то же время в глубинах этих мутных вод находятся подводные части промышленных гидросооружений, плотин, дамб и пр. Содержание в исправности и своевременное устранение повреждений подводных сооружений является чрезвычайно важной и очень трудной задачей. Визуальное обследование водолазами дефектов сооружений зачастую служит единственным, но далеко не лучшим способом наблюдений за их состоянием. Недостатком этого метода является ограниченность дальности видимости в мутной воде, не позволяющая водолазу охватить взглядом всю площадь поврежденных (часто достигающих многих квадратных метров). Осушка шлюзов или водоемов гидростанций требует их остановки и сопряжена с очень большими затратами, которые могут оказаться напрасными, если

повреждений не обнаружится. Кроме того, осушка многих сооружений (мостов, стен причалов) очень сложна. Наличие хороших фотографий нужных объектов, дающих масштабное представление о них, очень ценно.

Улучшения качества снимка, сделанного в мутной воде, можно достигнуть рядом приемов, о которых уже говорилось. Например, применением желтых светофильтров, приближением источников освещения к объекту съемки и т.д.

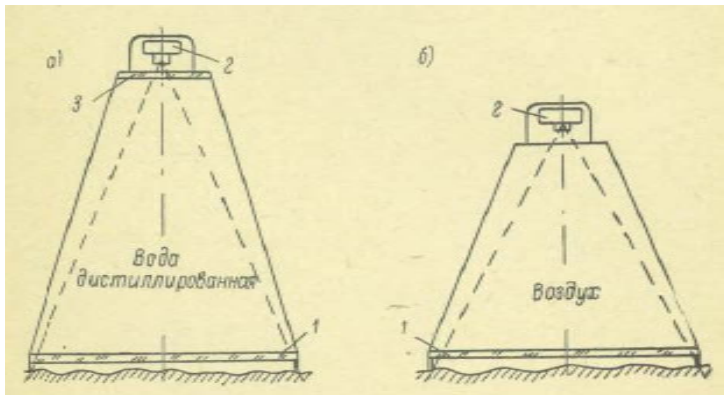


Рис. 57. Принципиальные схемы водяной и воздушной пирамид:
а — водяная; 1 — нижнее стекло; 2 — фотоаппарат в боксе; 3 — верхнее защитное стекло; *б* — воздушная.

Однако получение удовлетворительных снимков с помощью указанных средств возможно в мутной воде, где глубина видимости по белому диску не менее 1,5—2 м. При худшей видимости применяются другие способы.

В ряде стран для фотографирования в мутной воде употребляют насадки с дистиллированной водой или другой прозрачной жидкостью, например глицерином или бензином. Смысл применения этих насадок заключается в том, что, будучи помещенными перед объективом, они как бы увеличивают прозрачность воды. Поскольку дистиллированная вода обладает высокой степенью прозрачности, съемка фактически ведется через тонкий слой мутной воды, находящейся между защитным стеклом насадки и объектом съемки.

Инженерами Ленинградского гидрометеорологического института А. В. Майером и В. Е. Джусом была

предложена идея создания насадки, где в качестве прозрачной среды был впервые использован сжатый воздух. Применение такой установки, получившей название воздушной пирамиды, позволило добиться очень высокого качества снимков. Кроме того, по конструкции и удобству в эксплуатации воздушная пирамида выгодно отличается от водяной пирамиды. Для сравнения рассмотрим рис. 57.

Для получения снимка площади объекта 60X90 см одним и тем же объективом высота водяной пирамиды должна быть на $\frac{1}{4}$ больше, чем у воздушной, потому что при съемке через воздух угол поля изображения объектива не будет уменьшаться. Увеличение высоты на $\frac{1}{4}$ при равных основаниях приводит к значительному увеличению объема. При указанной площади кадра объем водяной пирамиды будет равен 300—350 л. Транспортировка такого количества дистиллированной воды и содержание ее в идеальной чистоте практически сложны. В случае применения водяной пирамиды преломление и рассеяние света происходит в следующих средах: в верхнем стекле 3, в слое дистиллированной воды, в нижнем стекле пирамиды, в слое мутной воды между нижним стеклом и объектом.

В воздушной пирамиде, где съемочный аппарат помещается в ней самой, мы имеем преломление и рассеяние только в двух последних слоях — в нижнем стекле и в слое мутной воды. А это приводит к повышению четкости и контрастности снимков. Насадка выполнена в виде усеченной четырехгранной пирамиды, на верхнем основании которой крепится бокс с фотокамерой, а нижнее закрыто защитным плоскопараллельным стеклом (рис. 58). Герметичность всех соединений обеспечивается резиновыми прокладками, а вращающихся осей — сальниками. Корпус пирамиды сварен из листового дюралюминия. Нулевая или некоторая отрицательная плавучесть (1—5 кг) установки достигается за счет изменения веса свинцовых грузов, надеваемых на специальные рельсы.

Свинцовый балласт в отличие от воды компактен и удобен в перевозке. Меняя расположение грузов, можно переместить центр плавучести всей пирамиды таким образом, что появляется возможность снимать горизонтальные или вертикальные поверхности объектов.

В пирамиде применена система автоматического выравнивания внутреннего давления, состоящая из баллона со сжатым воздухом, воздушного автомата и клапана, вытравливающего избыточный воздух. Баллон при необходимости может быть вынесен на поверхность,

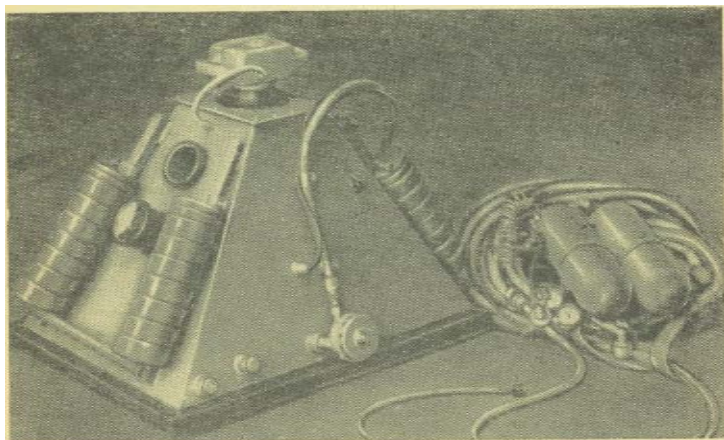


Рис. 58. Воздушная пирамида с баллонами, подающими воздух с поверхности по шлангу.

и подача воздуха внутрь пирамиды при этом будет производиться по шлангу. Воздушный автомат должен оставаться на корпусе установки.

Внутри пирамиды смонтировано электрооборудование для питания двух импульсных ламп ИФК-120 (батарея «Молния», конденсаторы по 1300 мкф, трансформатор и др.). Съемки производились фотоаппаратом «Ленинград» с объективом «Орион-15» и двойной заводной пружиной, позволяющей заснять всю кассету пленки (35—40 кадров) без дополнительного подзавода. Визуальное наблюдение за внутренним оборудованием пирамиды и фотографируемой площадью ведется через смотровые окна. Для освещения внутреннего оборудования применена лампа, которая питается от аккумуляторов, расположенных внутри пирамиды или по кабелю с поверхности. Во внутренних углах боковых

граней помещены влагопоглощительные патроны с силикагелем. Поглощение силикагелем водяных паров предотвращает конденсацию влаги на нижнем стекле.

Освещение снимаемого объекта достигается синхронизированным включением обеих импульсных ламп.

Трудности размещения импульсных ламп заключа-



Рис. 59. На снимке, полученном с помощью воздушной пирамиды в очень мутной воде р. Нарвы, видны детали железобетонных конструкций и раковины в бетоне (белые точки).

ются в том, что блики, получаемые как результат отражения источников света от нижнего стекла, попадают на пленку и маскируют участки объекта. Ликвидация бликов на снимке может быть достигнута применением элементарного расположения источников света по принципу репродукционных фотоустановок. Однако при этом способе приходится выносить источники света далеко в сторону, что значительно увеличивает габариты пирамиды. В некоторых случаях возникновение световых бликов можно «погасить» поляризационными

светофильтрами. Для этого плоскость пропускания света поляридом нужно совместить с плоскостью поляризации отраженного света. Но применение поляридомов затруднено тем, что здесь приходится иметь дело с отражением от двух ламп, а плоскость поляризации обоих отраженных лучей может не совпадать,

В воздушной пирамиде равномерное освещение снимаемой площади при полном отсутствии бликов обеспечивается системой отражающих экранов.

Для получения представления о размерах снимаемых объектов по краям нижнего стекла пирамиды помещаются масштабные линейки. Линейки, попадая в кадр, затем на фотографии позволяют приблизительно судить о масштабах снятых предметов.

С помощью воздушных пирамид удалось получить в мутной воде высококачественные снимки подводных сооружений общей площадью в десятки квадратных метров (рис. 59).

Глава VIII

НЕКОТОРЫЕ СОВЕТЫ НАЧИНАЮЩИМ ПОДВОДНЫЕ СЪЕМКИ

Прежде чем приступить к подводным съемкам в глубинах открытых водоемов, начинающим фотографам рекомендуется пройти тренировки в плавательном бассейне или на мелководье.

Овладев приемами ныряния и погружений с аквалангом, приступают к освоению съемочной и осветительной аппаратуры в подводных условиях.

Съемку начинают с подводного фотографирования на черно-белую пленку при естественном освещении, и только добившись получения качественных снимков, переходят к освоению цветной съемки и применению искусственного освещения. К подводным киносъемкам, как наиболее сложным, приступают после приобретения некоторого опыта в фотографировании.

Наилучшее время дня для съемок при естественном освещении от 11 до 15 час., когда солнце стоит достаточно высоко над горизонтом и от поверхности воды отражается мало света. Результаты съемок в большой степени зависят от правильно подобранной экспозиции. Экспозицию определяют с помощью фотоэлектрического экспонометра на разных глубинах с тем, чтобы можно было вывести среднюю выдержку для данного времени и для данного водоема. С накоплением опыта снимающий научится вносить поправку в эту компромиссную выдержку.

Если при съемке применяется светофильтр, то более точно экспозиция может определяться закрыванием фотоэлемента экспонометра избранный светофильтром. Такой прием оправдывает себя при съемке на изопанхроматическую пленку, имеющую равномерную спектральную чувствительность, близкую к характеристической кривой фотоэлемента.

В водоемах с прозрачной водой в солнечную погоду всегда удается подобрать наиболее выгодное освещение подводных объектов. Особенно эффектно выглядят снимки, сделанные из подводных гротов и пещер, когда позы снимаемых предметов находится светлая поверхность воды или источник освещения, при этом темные силуэты людей четко выделяются на светлом фоне.

Съемка рыб представляет известные трудности. В большинстве наших водоемов при встречах с человеком рыбы мгновенно уплывают. Приблизиться удастся только к молоди или рыбам, ведущим малоподвижный образ жизни и защищенным от врагов ядовитыми иглами (к скарпенам, скатам-хвостоколам, драконам и др.). Сфотографировать крупных рыб с близкого расстояния почти не удастся. Однако очень хорошие снимки рыб удастся сделать ночью с искусственным светом, применяя лампы накаливания или импульсные лампы-вспышки. Если используются подводные светильники, то рыбы сами заплывают в освещенное пространство. При таком способе освещения можно с успехом вести киносъемки рыб. Для получения качественных фотографий крупных, «пугливых» рыб лучше применять импульсные лампы. Знание повадок рыб и мест их скопления во время ночевки помогает быстро отыскать желаемые объекты съемки с помощью подводного фонаря. Большинство видов рыб, попадая в луч света фонаря, не уплывает, что позволяет приблизиться к ним почти вплотную и спокойно навести аппарат. Даже вспышка света импульсного прибора зачастую не спугивает рыб. В таких случаях представляется возможность сделать несколько повторных снимков. Мощный световой поток импульсных ламп обеспечивает выгодное освещение при цветной фотографии в ночных условиях.

Поскольку присутствие человека под водой отпугивает рыб или оказывает влияние на их поведение, что снижает ценность научных наблюдений за жизнью и повадками и подводных обитателей, можно пользоваться управлением съемочной аппаратурой на расстоянии. Для этого аппарат укрепляется на штативе или неподвижной опоре, а к рычагу спуска камеры подводится любое приспособление, позволяющее действовать с некоторого расстояния. Фотограф удаляется от бокса с камерой в укрытие и ждет, пока рыбы успокоятся. Когда в поле зрения объектива появляется рыба — производится съемка. Наиболее удобными в подобного рода киносъемках являются камеры с электроприводом, которые по кабелю могут включаться на любом расстоянии. Для фотографирования применяются аппараты, требующие на подготовку очередного снимка минимальное количество операций. Легче других можно приспособить для съемок на расстоянии фотоаппарат «Ленинград» в боксе УКП, установив заранее скорость съемки, метраж и диафрагму.

Иногда встречается необходимость произвести подводную съемку с поверхности, т. е. когда бокс с аппаратом опускается в воду, а снимающий находится на поверхности. Автор предлагает для подобных съемок воспользоваться несложным приспособлением, изображенным на рис. 60.

К боксу крепится двойная штанга, а к рычагу спуска протягивается тросик. При помощи этого тросика нажимают на спуск, когда аппарат направлен на снимаемый объект. Большую помощь для получения снимков с гарантированной резкостью и кадрировкой оказывает ограничительная рамка перед объективом (см. рис. 15).

Предлагаемое приспособление поможет производить подводные съемки с поверхности в условиях, затрудняющих погружение подводника, например на мелководье, в прибрежной зоне озер, заросшей камышом, в холодных водах северных морей, через проруби подо льдом или при киносъемке поведения рыб в естественных условиях. Зная повадки рыб, умело используя подкормку, можно в какой-то мере влиять на поведение подводных обитателей и получить такие уникальные кадры, как охота хищных рыб, икрометание, поведение мальков и др.

Съемки с поверхности можно вести, находясь на

причале, в лодке. Этот вид съемки доступен даже людям, не умеющим плавать, и может быть использован для научной съемки.

Фотографируя под водой пловцов, следует стремиться к тому, чтобы показать их за выполнением

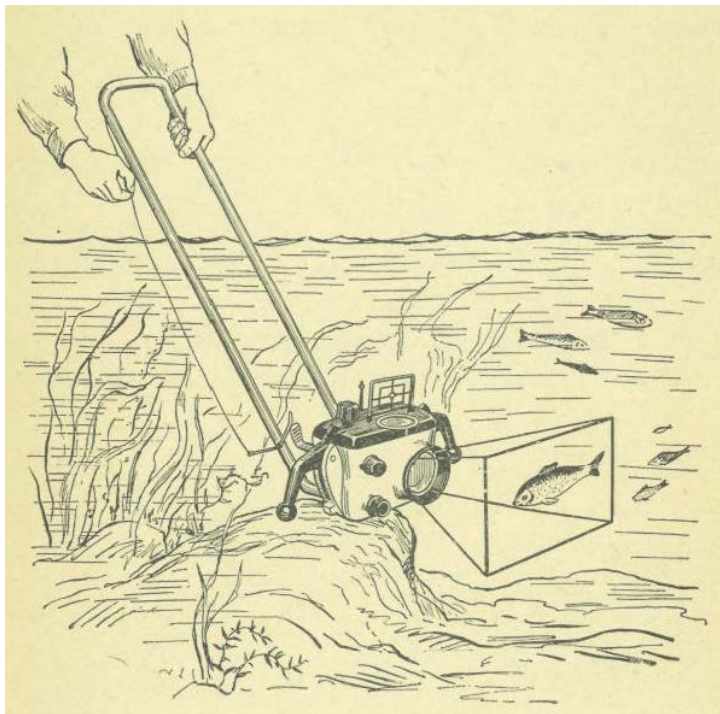


Рис. 60. Приспособление для подводной съемки с поверхности.

характерных для подводников действий — охоты, сбора морских растений или раковин и т. д. Большинство снимков, сделанных начинающими подводными фотографами, изображает людей со стороны спины на фоне дна или «вдогонку», со стороны ног. Это говорит о том, что при фотографировании, а тем более при киносъемках, необходимо «позирование» снимающихся. Каждый снимок должен быть продуман и подготовлен



Рис. 61. В засаде. Условия съемки:
камера „Ленинград“; объектив „Юпитер-12“; пленка А-2; импульсная лампа -
вспышка мощностью 600дж; расстояние 1,3 м; диафрагма 22; Черное море; глу-
бина 16 м.



Рис. 62. Проводница. Условия съемки:
камера „Ленинград“; объектив „Орнон-15“; диафрагма 6; пленка В; 1/100
сек.; Черное море; глубина 12 м.

с учетом условий освещения, прозрачности воды, окружающего фона и т. д.

При киносъемках очень важно придать устойчивое положение аппарату во время работы, в противном случае при демонстрации фильма на экране будет видно



Рис. 63. Подводник с боксом „УКП”. Условия съемки: камера „Ленинград”; объектив „Гидроруссар”; диафрагма 8; пленка А-2; 1/100 сек.; 10 час.; глубина 14 м.

неприятное для глаза покачивание кадра. В некоторой степени это можно устранить применением крыльев на кинобоксе. Как было сказано выше, киносъемки следует вести широкоугольным объективом с повышенной частотой кадров.

Прежде чем приступить к съемкам фильма, нужно иметь сценарий или хотя бы сценарный план. Каждая сцена, каждый кадр должны быть тщательно продуманы и, если требуется, отрепетированы. Следует заранее договориться о жестах и сигналах, при помощи которых члены съемочной группы будут объясняться между собой под водой. Во время киносъемок старшим

под водой должен быть оператор. Его указания определяют все передвижения аквалангистов. Дисциплина и слаженность в работе способствуют успешным съемкам. Не нужно часто применять панорамирование — это утомляет зрителя. Так как любой эпизод или сцена в кинофильме состоят из чередования крупных, средних

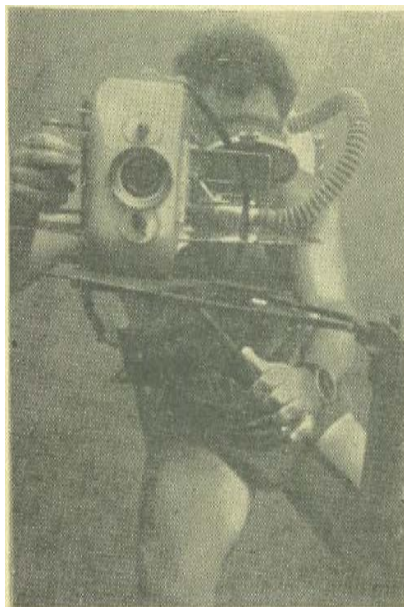


Рис. 64. Использование неподвижной опоры при киносъемках. Условия съемки:

камера „Спутник“; объективы Т-22; пленка 65 ед.; диафрагма 8; 1/50 сек.; 13 час.; Черное море; глубина. 10 м.

и общих планов, а съемка под водой ведется обычно одним объективом, оператор должен быстро передвигаться под водой, то приближаясь к объекту, то удаляясь от него, чтобы получить планы с различным масштабом изображения. Чтобы предотвратить конденсацию водяных паров на защитном стекле во время съемок в холодной воде, не рекомендуется лержать бокс перед погружением на солнце. Начав погружение, следует опустить бокс иллюминатором вниз и осмотреть стекло. Если на нем видна хоть одна капля воды, необходимо всплыть и проверить герметичность бокса.

Нужно тщательно следить за чистотой кадрового окна и кассет аппарата. Пыль, попавшая в кассету, является причиной царапин на пленке, а скопление пылинок в кадровом окне или волосок при увеличении на экране выглядят огромными и безвозвратно губят отснятый материал.

Для выбора светофильтра при подводных съемках



Рис. 65. Групповое погружение. Условия съемки (снято против света на фоне поверхности);
камера „Ленинград“; объектив „Орион-15“; пленки 90 ед.; диафрагма 5,6;
1/50сек.; 16 час.; Черное море; глубина 6 м..



Рис. 66. Подводник с аквалангом. Условия съемки:
Камера „Ленинград“; объектив „Юнитер-12“; пленка А-2; диафрагма 16; 1/100 сек.;
Черное море; глубина 6 м

пользуются белым диском. Рассматривать диск нужно на расстоянии 1—1,5 м. Этот способ позволит определить, какой оттенок имеет вода в данном месте, и избрать нужный светофильтр.

Цветную пленку с целью проверки правильности экспозиции, резкости или точности установки рамочного видоискателя можно обработать в обычном черно-белом проявителе. В процессе проведения киносъемок следует проявлять отрезанные концы из каждой отснятой кассеты (не более 1 м). Пробные проявки желательно делать в условиях экспедиции, с тем чтобы при съемках каждой последующей кассеты пленки можно было бы уверенно вносить коррективы. Если весь материал проявить в экспедиции не удастся и фотограф желает обработать пленку в условиях оборудованной фотолаборатории, нужно упаковать отдельно каждый ролик пленки с описанием условий съемки и рекомендациями к обработке. Для того чтобы можно было при проявлении «концов» отснятой кинопленки определить правильность экспонирования, многие операторы прибегают к следующему способу.

До отъезда в экспедицию снимается эталонный ролик пленки. Эталоном может явиться киноизображение человека, снятого средним планом на фоне зданий, деревьев или неба. Отрезок эталона длиной 1 — 1,5 м обрабатывается в том же проявителе и при том же режиме, при котором впоследствии будут производиться пробные проявки «концов». Остальная часть непроявленного эталона берется в экспедицию и проявляется отрезками по 20—40 см вместе с пробными «концами» из каждой отснятой кассеты.

Отклонения, полученные во время пробных проявок эталона в экспедиции, обнаруженные при сравнении с эталоном, снятым ранее, дадут возможность внести коррективы в экспозицию при дальнейших съемках и сделать пометки с рекомендациями к проявлению каждой отснятой кассеты.

Пленку хранят в металлических коробках. Места соединения крышки с коробкой обклеиваются изоляционной лентой или лейкопластырем, так как пленка портится под воздействием высокой температуры и повышенной влажности воздуха.

Собираясь в экспедицию, рекомендуется распределить обязанности по подготовке к предстоящим съемкам фильма. Создание фильма — дело коллективное. Поэтому, пока одни готовят сценарий, изучают условия съемки в намеченном районе (прозрачность воды, подводная флора и фауна, колебания температуры воды и т. д.), другие в это время готовят водолазную и съемочную аппаратуру. Вся аппаратура должна быть тщательно проверена и испытана. Необходимо иметь с собой инструменты и запчасти для исправления поврежденной аппаратуры в условиях экспедиции. Полезно иметь подробный перечень всего, что нужно собрать и приготовить в дорогу. Только серьезная подготовка к съемке, дисциплина, слаженность в работе всех членов группы и стремление к единой цели — снять фильм — принесет желаемые результаты.

ЛИТЕРАТУРА

- Бунимович Д. З. Справочник фотолюбителя. КОГИЗ, 1957.
Ванеев В. И. и Сонин Е. К. Электронные лампы-вспышки.
Го сзн ергоиз дат, 1959.
Васильев В. К. и др. Негативные и позитивные фотоматериалы.
Изд-во «Искусство», 1959.
Вертинский Н, В. Подводное телевидение. Госэнергоиздат, 1960.
Королев Ф. А. Курс физики. Учпедгиз, 1962.
Кругер М. Я. и др. Справочник конструктора оптико-механических приборов. Машгиз, 1963.
Массарский А. С. Статьи о конструировании боксов. «Советское фото», № 9, 1959; № 3, 1960; № 2, 4, 1961; № 7, 1962.
Неблит К. Б. Фотография. Изд-во «Искусство», 1958.
Пятницкий Ф. С. Определение экспозиции при съемке и печати.
Изд-во «Искусство», 1960.
Richter H. Underwasser-Fotografie und Fernsehen. Leipzig, 1960./
Романовский В. и др. Море. Изд-во иностранной литературы, 1960.
Торндайк Е. М. Широкоугольный объектив для подводной камеры. Jorn. Optical Soc. of Amer., 1950.
Фадеев В. Г. и др. Человек под водой. Изд-во ДОСААФ, 1960.
Шевк Г., Кендал Г. Подводная съемка. Изд-во «Искусство», 1960.
Шулейкин В. В. Физика моря. Изд-во АН СССР, 1953

ОГЛАВЛЕНИЕ

Глава I. Физические свойства воды, снаряжение подводника и плавание под водой.....	3
Физические свойства водной среды.....	4
Распространение звука в воде.....	5
Давление воды.....	6
Плавучесть.....	7
Снаряжение подводника.....	8
Нырание и плавание под водой.....	18
Глава II. Оптические свойства водной среды.....	22
Прозрачность и дальность видимости в воде.....	22
Цвет и цветовая коррекция.....	24
Поляризация света.....	27
Преломление света и оптика.....	30
Глава III. Светочувствительные материалы.....	41
Черно-белые пленки.....	41
Цветные пленки.....	43
Глава IV. Аппаратура и боксы для подводной съемки ...	46
Иллюминаторы.....	50
Разъемные соединения боксов.....	51
Герметизация вращающихся осей.....	54
Фотобоксы.....	56
Кинобоксы.....	70
Глава V. Определение экспозиции при естественном освещении.....	85
Глава VI. Съемка с искусственным освещением.....	90
Глава VII. Съемка в мутной воде.....	100
Глава VIII. Некоторые советы начинающим подводные съемки.....	106
Литература.....	115

29 коп.

Лениздат

