

KARLO BABIĆ  
Split

## Sredstva za podvodno osvjetljavanje

Podvodno osvjetljavanje i sredstva koja se za tu svrhu koriste predstavljaju vrlo raznovrsnu materiju, koja se ne može obraditi samo u jednom napisu. Zbog toga je u prvom redu potrebno da se odmah naglasi da sredstva za podvodno osvjetljavanje, s obzirom na njihovu namjenu, možemo razvrstati u slijedeće grupe i to:

- sredstva za podvodnu signalizaciju,
- sredstva namijenjena isključivo za vizuelno osmatranje,
- sredstva za fotografsko i kinematografsko snimanje i
- sredstva za ribolov.

S obzirom na vrijeme trajanja ronjenja, a s tim u vezi i na vrijeme koje je potrebno za podvodno osvjetljavanje, sva ova sredstva možemo podijeliti na ona, koja se načelno koriste za ronjenje ili pojedinačne podvodne radove relativno kratkog vremena trajanja i ona koja treba da obezbijede podvodno izviđanje ili neke podvodne radove dužeg vremena trajanja i koji su bilo po svom karakteru ili po svom obimu od većeg značaja.

Razmatrajući ih u odnosu na mjesto razmještaja osnovnog izvora energije dobijamo slijedeću podjelu:

— autonomna sredstva za podvodno osvjetljavanje, koja su pretežno manje snage, namijenjena poglavito autonomnim ronionicima, čiji se izvori energije za osvjetljenje nalaze u istom okučju sa ostalim dijelovima i

— sredstva za podvodno osvjetljavanje veće snage, čiji se izvori energije nalaze na površini (čamcu, brodu ili obali), a sa kojima su povezana sa izoliranim kablovima.

U ovom slučaju najviše nas interesuju autonomna, tj. ručna sredstva za podvodno osvjetljavanje, kojima ćemo obratiti najveću pažnju i odvojiti najviše prostora.

Imajući u vidu da autonomna, tj. ručna sredstva za podvodno osvjetljavanje predstavljaju sastavni dio opreme lakih autonomnih ronilaca, bilo da se radi o sportskim, odnosno specijaliziranim ronionicima ili o pomorskim izviđačima i diverzantima u sastavu RM, od njih se u prvom redu traži da odgovore bar osnovnim uslovima rada i dejstva ovih stručnih ili borbenih specijalnosti i da maksimalno posluže namijenjenoj svrsi. Ovo znači, da ona po svojoj veličini i težini ne smiju praviti smetnje ronioncu kod plivanja i ronjenja, da su što lakša i jednostavnija za rukovanje, sa dovoljno dugim i intenzivnim snopom svjetlosti, zadovoljavajućeg raspona i vremena trajanja, kao i da se izvor energije može relativno lako zamijeniti ili ponovno napuniti energijom, a da za to ne bude potreban priključak na stalnu električnu mrežu. Osim toga, od ovih se sredstava traži da po cijeni koštanja budu što pristupačnija širem krugu potrošača i ljubitelja ovog podvodnog sporta.

Pošto se autonomni ronionci (bez obzira o kom se autonomnom ronioncu radi) mogu često puta naći u situaciji u kojoj su prepušteni sami sebi ili bez mogućnosti brzog dotura ili pravovremenog obezbjeđenja svih potrebnih tehničkih sredstava, potrebno je da su uvijek snabdjeveni jednim rezervnim izvorom svjetla dovoljne trajnosti ili pak da postoji mogućnost lakog ponovnog punjenja i to bez neophodnosti postojanja posebnih uređaja ili prisustva stalne električne mreže. U ovakvim slučajevima ručne električne lampe sa akumulatorima ili baterijskim člancima predstavljaju vrlo praktično i, tako reći, nezamjenljivo sredstvo.

Suprotno od ovoga, kad se razmatraju ronilačke djelatnosti u okviru neke škole za ronjenje ili ronilačkog kursa ili neke sportske organizacije, koja svoju sportsku djelatnost usmjerava na podvodno arheološko i drugo naučno istraživanje, potrebno je obezbijediti duži kontinuirani period izviđanja, a s tim u vezi i duže podvodno osvjetljavanje. Za ovu svrhu može se razmatrati upotreba mnogo skuplje i složenije opreme za osvjetljenje, ubrajajući u to i pojedine električne lampe, koje mogu biti i veće snage, da bi se izbjeglo transportovanje na kilograme baterija i to tim većeg

broja, ako se u blizini ne nalazi stalna električna mreža ili neki jači generator. Za potrebe podvodnih radova, imajući kod toga u vidu nužnost obezbjeđenja neprekidnog i uspješnog odvijanja istih, neophodno je da se raspolaze snažnijom opremom, a eventualno i nekim pomoćnim brodom (barkasom ili motornim čamcem) prisposobljenim za taj zadatak u ulozu stanice za podvodno osvjetljavanje, koji bi u tom slučaju predstavljao jedan dio cjelokupne opreme. Za ove potrebe su se kao najefikasnija pokazala sredstva za osvjetljenje, koja su sa izvorima energije, postavljenim negdje na površini, spojena elektrovodovima. Ne upuštajući se u razmatranje u cijenu ove opreme, koja je relativno visoka i zbog toga teško pristupačna širem krugu korisnika i na relativno velik broj elektrovoda, izvori energije koji se nalaze negdje na površini omogućuju da se stvori dovoljno intenzivna svjetlost vrlo dugog vremena trajanja, što je u ovakvim slučajevima vrlo poželjno.

### OSNOVNE KARAKTERISTIKE I MOGUĆNOSTI PRIMJENE BATERIJSKIH ČLANAKA I AKUMULATORA

Većina autonomnih sredstava za podvodno osvjetljavanje, koja se koriste danas, funkcioniše na bazi električne energije, koja energiju za osvjetljenje dobijaju iz baterijskih članaka ili akumulatora. Kod njih je u posljednjih nekoliko godina postignut značajan napredak. Poznato je da klasičnih suhih baterija ima uvijek na tržištu. Nasuprot tome, iako postoji raznovrstan i obiman izbor istih, najveći im je nedostatak u tome što su kratkog vremena trajanja. Pобољшанja su postignuta izradom pojedinih članaka, nazvanih »blindama«, koji su hermetički zatvoreni, čime je izbjegnuta opasnost štetnog uticaja morske vode. Međutim, ova sigurnost nije u potpunosti i u svim slučajevima ostvarena, zbog čega uslijed prodora vode na nekim uređajima dolazi do kvarova. Kod visokovrijednih potpuno hermetiziranih okučja veće se preimućstvo načelno daje suhim akumulatorima, koji se ponovo mogu puniti, a ne baterijskim člancima. Ako se obavezno moraju upotrebljavati baterijski članci, tada se ne smije dozvoliti da se isti ostavljaju duže vremena u kutiji, a da se za to vrijeme ne upotrebljavaju. Rezervne baterijske članke »blinde« preporučljivo je čuvati u plastičnoj hermetički zatvorenoj ambalaži i ne ostavljati ih na otvorenom, jer se pokazalo da u dodiru sa vlažnim morskim zrakom slabe.

Pored klasičnih, danas se raspolaze novim tipovima baterijskih članaka sa živinim oksidom, koji naročitu primjenu nalaze u prenosnim radiouređajima i filmskim kamerama. Ima ih također i vrlo velike snage kapaciteta do 4 ampera/sat. Za njihovu primjenu u svrhe koje nas ovdje interesuju važno je napomenuti slijedeću njihovu najinteresantniju karakteristiku. Mjesto da pri upotrebi daju postepeno sve slabiju i slabiju svjetlost, koja od intenzivno bijele dobija sve više i više žutu boju (slučaj kod klasičnih) ovi baterijski članci neprekidno daju svjetlost jednakog intenziteta, da bi potom u razmaku od nekoliko minuta i bez nekih primjetnih prethodnih znakova, koji bi na to pominjali, naglo prestali sa funkcionisanjem, odnosno sa davanjem svjetlosne energije. Zbog toga se kod njihove upotrebe pokazuje kao neophodno da se raspolaze sa jednim kontrolnim uređajem, koji bi davao podatke o preostaloj rezervi punjenja. Olovni akumulatori, koji su u prosjeku veće težine i zapremine, čiji je osnovni nedostatak u tome, što zbog sadržaja određene količine tečnosti ne mogu raditi u svim položajima i što ispuštaju pare korozivnog djelovanja, dosta ozbiljnog konkurenta danas nalaze u suhim akumulatorima. Ovi su po zapremini mnogo manji, lako se ponovno pune i mogu, tako reći, da izdrže bilo kakve udare i promjene i koji po izvršenom »formiranju«, odnosno po uključivanju i otpočinjanju sa radom ne zahtijevaju

jevaju nikakve posebne mjere održavanja. Ovdje spadaju kadmijum-nikleni, srebrno-cinkovi i srebrno-kadmijumovi akumulatori. Potrebno je, naravno, da se unaprijed obezbijede potrebni uređaji za njihovo ponovno punjenje. Međutim, pokazalo se također kao praktično da se raspolože sa većim brojem nabijenih akumulatora i da se za vrijeme upotrebe vrši zamjena jednih sa drugim, na način koji obezbjeđuje njihov povećan kapacitet, a time i autonomnost. Što se tiče ekonomičnosti baterijskih članaka i akumulatora pokazalo se da se ovi drugi, iako skuplji, u toku određenog vremena upotrebe mnogo ranije amortizuju.

Iz dana u dan sve širu i raznovrsniju primjenu za podvodno osvjetljavanje dobijaju baterije od 12 i 24 volta, naročito za napajanje kinematografskih kamera, pojedinih uređaja u vazдушnim letilicama, u istraživanju kozmosa, radioelektričnih uređaja, za različite svrhe u RM itd., dok njihovo ponovno punjenje daljim usavršavanjem postaje lakše, jednostavnije i jeftinije. Pojedini uređaji imaju ugrađenu napravu za punjenje energijom, a neki drugi imaju minijaturnu napravu za punjenje energijom, koja se ne može odvojiti iz kompleksa uređaja za ponovno punjenje.

Od interesa je da se ovdje također istaknu neke nove mogućnosti, koje se za podvodno osvjetljavanje ukazuju upotrebom sijalica na »jodnu paru«. Ove sijalice koje troše jednaku količinu energije daju mnogo veći svjetlosni učinak, koji sa foto-kinematografskog gledišta predstavlja nov kvalitet u termo-kolorimetrijskom pogledu.

Na jednom drugom polju idejnog stvaralaštva firma SAIPE u Francuskoj je prije izvjesnog vremena izradila sijalice »Autoflood SLM« i sijalice za snimanje sa sopstvenim izvorom elektroenergije, od kojih postoje dva tipa i to: SLM 24 V/250 W i SLM 12 V/100 W. U ovim sijalicama je ugrađen poseban reflektor, čiji svjetlosni snop ima raspon od 20°. Temperatura njihove svjetlosne boje je 3450° Kelvina. One se bez ikakvih teškoća mogu upotrebiti spajanjem na akumulator motornih vozila ili motornih čamac, kao i na male ultra-lake akumulator koji se ponovno mogu nabijati. Zahvaljujući postojećoj mogućnosti kombinacije ovih sijalica i ranije navedenih akumulatora stvorene su mogućnosti da se dođe do jednog srednjeg rješenja, za koje je već izrađeno vodonepropusno okučje podvodne fotokamere. Na taj način stvoreni su svi preduslovi za izradu snažnog i ekonomičnog podvodnog projektor. Jedina mjera predostrožnosti koju treba imati u vidu (izuzev, naravno, bezuslovne hermetizacije) sastoji se u tome »da se sijalice pale samo pod vodom«, zbog toga što zrače veliku količinu toplote pa bi teško mogle izdržati da zagrijane budu zaronjene u mnogo hladniju morsk vodu. Dodajemo k tome da vrlo sitne sijalice na jodnu paru tipa Osram od 6,6 ampera i 45, 100 i 200 W, čiji je vijek trajanja oko 1.000 sati, koje se mogu montirati na parabolične reflektore tipa automobilskih farova ili na sočivaste Fresnel projektore, mogu predstavljati vrlo interesantne izvore za podvodno osvjetljavanje.

Ovdje je potrebno ukazati na još jedan iako ne tako nov sistem, koji se bazira na principu i primjeni ulja, koja se načelno ne mogu sabiti i koja nisu provodnici elektriciteta. Radi se o projektorima, koji su izrađeni iz tankog sintetičkog kaučuka, kod kojih je, pošto su ispunjeni uljem od vazelina, čime se izjednačava pritisak pri likom širenja uslijed djelovanja toplote, isključena mogućnost deformacije tijela projektor. Pošto bistro ulje od vazelina posjeduje indeks prelamanja svjetlosti, koji je vrlo blizak indeksu prelamanja svjetlosti u vodi, u ovom slučaju ne dolazi do prelamanja svjetlosnog snopa. Samim potapanjem u vodu jednog takvog projektor uspostavlja se savršen kontakt sa vodom, a time se obezbjeđuje i neprekidno hlađenje. Sijalice koje se u njemu koriste sferičnog su oblika, tako da im je i otpornost na pritisak vrlo velika. Osim toga, kao povoljnija mogućnost predviđa se upotreba sijalica na jodnu paru.

#### SREDSTVA ZA PODVODNO OSVJETLJAVANJE U SUVREMENOJ UPOTREBI

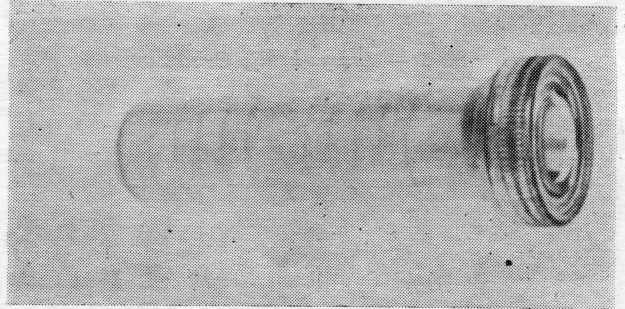
Iako najveći dio sredstava za podvodno osvjetljavanje, koja se danas upotrebljavaju u autonomnom ronjenju u praksi, radi na bazi elektriciteta, to ne znači da nema i nekih drugih, o kojima ćemo kasnije nešto reći.

Izbor ručnih električnih lampi je vrlo širok i raznovrstan. Tako imamo električnih lampi u vidu baklji sa jedno-

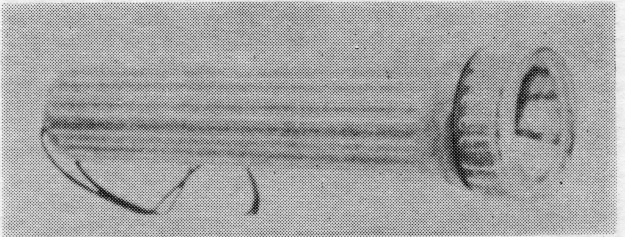
stavnim vodonepropusnim okučjem tipa Aquaflash i Aqualux sa 2 ili 3 baterijska elementa, koje su prikazane na sl. 1, 2, 3 (usvojene u opremi francuske RM), 4 i 5.

Sve ove ručne lampe su sastavni dio opreme lakih autonomnih ronilaca, a mogu poslužiti kako za podvodno osvjetljavanje noću, tako i za podvodno osvjetljavanje danju na većim dubinama, načelno do 100 m ili u škrapama, pećinama i pukotinama. Ručna lampa tipa »Cristal« (vidi sl. 5) sa tri elementa od 1,5 volta sa sijalicom blizu fokusa daje vrlo usmjeren svjetlosni snop. Hermetičnost je obezbjeđena do 100 m dubine. Paljenje se vrši okretanjem staklene kape.

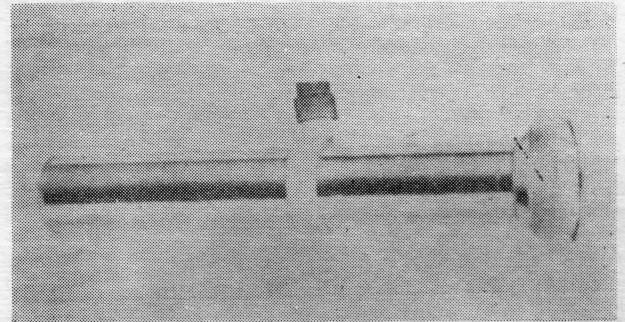
Od jačih, a istovremeno interesantnijih ručnih sredstava za podvodno osvjetljavanje navodimo slijedeće:



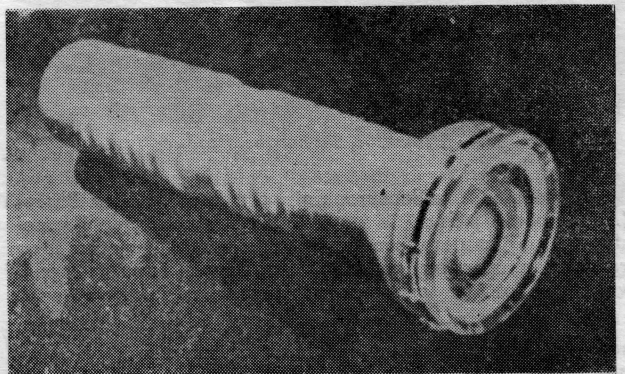
Sl. 1 — Lampa-baklja Aqua-flash sa 2 elementa



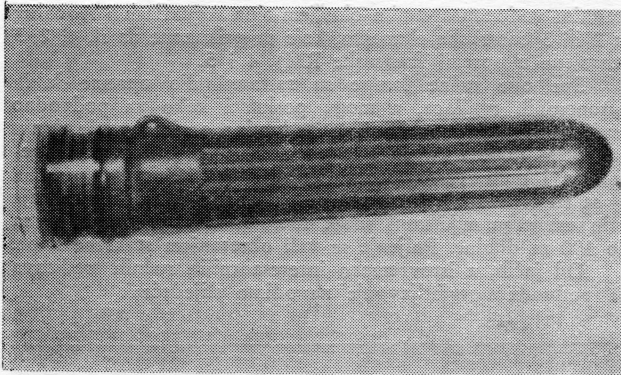
Sl. 2 — Lampa-baklja Super Aqua-flash sa 3 elementa



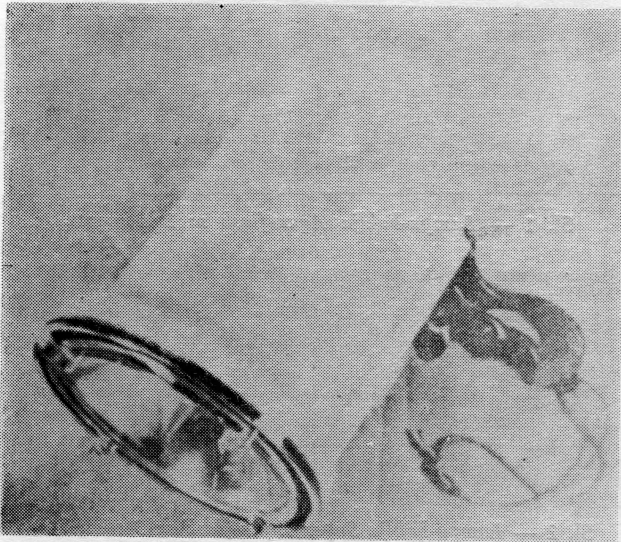
Sl. 3 — Lampa-baklja Aqualux sa 3 elementa



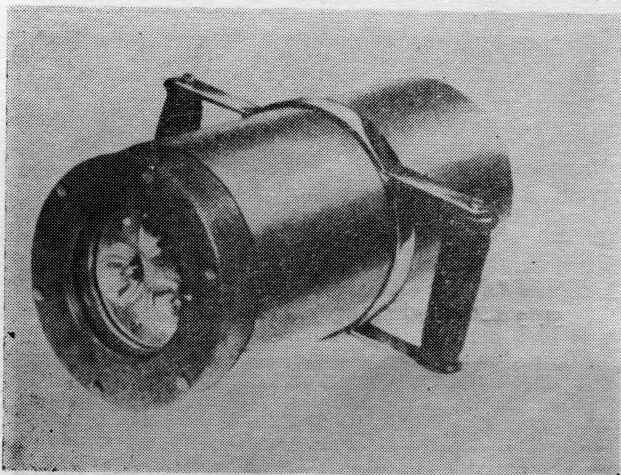
Sl. 4 — Lampa-baklja iz polistirena sa metaliziranim reflektorom



Sl. 5 — Lampa-baklja *Cristal*



Sl. 6 — Projektor *Cristal*



Sl. 7 — Projektor *Submarine Product Ltd.*

Autonomni vodonepropusni projektor »Aqua-Phare« (Aqua-Sports) jačine 7 V i 5/5 W dometa u slobodnoj atmosferi 150 m i raspona svjetlosnog snopa od 15°. Pogodan je za raznovrsnu upotrebu, podvodna istraživanja, izvođenje podvodnih radova na pristaništima, mostovima itd.

Francuska firma SOTRES izradila je projektor »Cristal« (vidi sl. 6) potpuno iz plastičnog materijala prvoklasnog kvaliteta sa staklom od plexistakla promjera 100 mm, čija se hermetizacija obezbjeđuje pomoću spojnih prstenova. Priključni uređaj je vrlo originalan, a radi na principu

magneta, koji privlači jednu metalnu pločicu u tijelu projektor. Magnet se pokreće u žljebu, koji se nalazi ispred ručice. Projektor se izrađuje u dva modela, čiji su baterijski ulošci 9 V, a žarulje 6 V i 1 amper.

Jedno od vrlo efikasnih, a po cijeni pristupačnih sredstava za podvodno osvjetljenje predstavlja projektor sa tri sijalice na bazi jodne pare jačine od po 100 W, proizvod američke firme Submarine Product Ltd (vidi sl. 7). Sve ove tri sijalice postavljene su na tjemenu jednog trougla pozadi stakla debljine 18 mm, koje može izdržati pritisak vode do 100 m dubine. Okučje projektor je u vidu cilindra, na kome su postavljene dvije ručice. Napajanje sijalica električnom energijom vrši se iz akumulatora tipa Varley. Ako se projektor koristi za kinematografsko podvodno snimanje u boji, oprema se sijalicama jačine 200 W. U SAD se također izrađuju projektori sa istom vrstom sijalica standardnog tipa »Seaquartz« i tipa »velike dubine« za upotrebu do dubine od oko 300 m sa prekaljenim staklom.

Poznata italijanska firma Galeazzi pored ručnih lampi — baklji tipa Sublux sa 2 — 5 baterijskih uložaka izradila je također i projektor tipa »Aqua-Phare« (Spot autonome). Ovaj projektor daje svjetlost oko 7 puta jaču od jedne uobičajene ručne podvodne lampe — baklje u trajanju od oko 18 — 20 sati sa člankastim baterijama. Ovaj projektor raspolaže vrlo značajnom karakteristikom, koja se sastoji u tome, što se može držati pomoću ručice u obliku revolverskog drška (vidi sl. 8) ili može biti privezan na podlaktici pomoću dva remnika. Na ovaj način svjetlosni snop je uvijek usmjeren u produžetku ruke, a u drugom slučaju ronilac pored toga ima i obadvije ruke slobodne za rad.

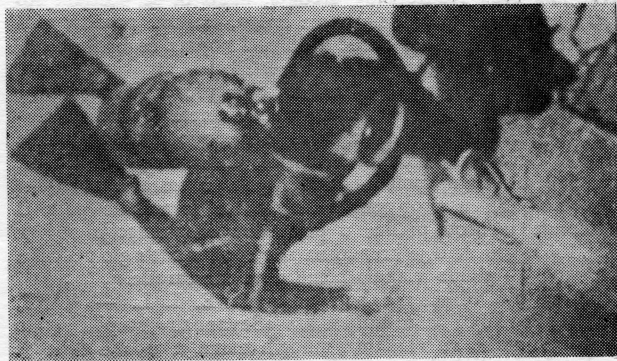
Osim navedenog postoje još i projektori sa vrlo velikom autonomnošću, kao što su, na primjer, pojedina torpeda model »Rebikoff«. Najzad, postoji vrlo veliki broj različitih svjetlosnih izvora trenutnog trajanja za podvodnu fotografiju na principu flashova u vidu sijalica ili elektronki, od kojih je jedan model izrađen u obliku torpeda. Jedan od ovakvih modela, koji je također autonomno sredstvo za podvodno osvjetljenje, je čelna lampa, sa kojom su opremljeni britanski pomorski diverzanti. Kao što smo to još ranije napomenuli, sijalice na bazi jodne pare i kadmijum-nikleni akumulatori omogućuju stvaranje sasvim jednostavne podvodne lampe — baklje, opremljene sa vrlo sitnom sijalicom i jednom baterijom vrlo malih dimenzija, koje bi bilo kao dopunsko ili kao pomoćno sredstvo, imalo mnogo manju težinu, a uz to bi bilo mnogo snažnije od postojećih, koje daju svjetlo pomoću suhih baterija.

Ovdje je potrebno još dodati da u okviru primjene elektronskih flashova ne bi bilo uputno podcijeniti baterijske uloške, koje su često praktičniji od akumulatora, a naročito u uvjetima, u kojima ne postoje mogućnosti za njihovo ponovno punjenje. Što se tiče flashova na magnezijum, koji za iniciranje svjetla sve više i više koriste uređaje na bazi nekog rijetkog metala, na primjer, reniuma, kod većine od njih koristi se modernija šema rješenja sa kondenzatorima i baterijskim ulošcima od 15 ili 22,5 volta dugog vremena trajanja i velikog učinka. Neke nove male sijalice sa reniumom, proizvod američke firme General Electric i Sylvania, ne samo da se mogu ravnati sa najvećim, već one još posjeduju takvu krivu, da mogu biti upotrebljene na najvećim brzinama skoro svih prekidača svjetlosti. Da bi se kontakti na lampama osigurali protiv oksidirajućeg djelovanja morske vode, lampe se ponegdje rade u vidu grla ili sa pozlaćenim prekidačem. Neki autonomni ronioč nose za pojasom malu čeličnu četkicu ili metalnu spužvu za čišćenje kontakata prije namještanja sijalica na lampama flashova.

Osim električnih sredstava za podvodno osvjetljenje, bilo je i ranije, a i danas se vrše pokušaji sa drugim izvorima svjetlosti. Tako je još prije oko 70 godina Louis Boutan, čuveni preteča podvodnog snimanja, vršio opite sa magnezijumom, koji su u fotomikrografskim laboratorijumima dali dosta dobre rezultate. Ovdje se, zapravo, radi o sagorijevanju magnezijumove niti (končica), koja se odmotava sa kalema uz pomoć satnog mehanizma. Sagorijevanjem magnezijuma u slobodnoj atmosferi, u kojoj ima dovoljno kisika, stvara se vrlo blještava svjetlost. Ako se ovaj metod primjeni pod vodom u unutrašnjosti jednog staklenog cilindra

ili u slobodnoj atmosferi, ništa se ne mijenja u hemijskom procesu sagorijevanja, koji je praćen izdašnom produkcijom magnezijumovog oksida u vidu neprozirnog bijelog oblaka. Jedan drugi mnogo praktičniji pirotehnički svjetlosni izvor, koji se danas vrlo široko koristi, je baklja Ruggieri, koja radi na principu hemijskog sagorijevanja. Pali se u slobodnoj atmosferi, a produžava da intenzivno gori i u vodi. Vrijeme trajanja njenog gorenja iznosi nekoliko minuta stvarajući vrlo intenzivnu svjetlost. Izvjestan broj ovakvih baklji izrađen za francuskog ronilačkog stručnjaka Cousteau-a zahtijevao je preduzimanje posebnih mjera sigurnosti. Prema raspoloživim podacima kasnije izrađena serija ovih svjetlosnih sredstava je znatno poboljšana.

*Literatura:* P. Guex »L'éclairage sous-marin« L'aventure sous-marine br. 50/64; »Moyens d'éclairage« L'aventure sous-marine br. 38/1962; »Nouveau« L'aventure sous-marine br. 49/64.



Sl. 8 — Projektor »Aqua-Phare«