

VOSTOK AMFIBIA: ANALÝZA KONSTRUKČNÍ METODOLOGIE

Úvod

Potápěčské hodinky Amfibia se vyrábí v hodinářském závodě Vostok už více než půl století bez přestávky, pouze s drobnými vzhledovými změnami. Samotný název "Amfibia" by měl být považován za nedílnou součást konstrukčního a technického řešení, ze kterého tato řada hodinek vychází. Předkládám zde pokus o analýzu toho, jak konstruktéři dospěli k technickému řešení, které je velmi odlišné od mnoha jiných konstrukcí potápěčských hodinek, která se za ta léta objevily. Doufejme, že dospějeme k závěru, který těmto hodinkám přizná jejich oprávněné zásluhy.

Pozadí

Cílem řešení potápěčských hodinek je samozřejmě to, aby se zabránilo vniknutí vody při ponoření a aby se zajistil normální chod hodinek i pod zvýšeným tlakem vody. Během posledních desetiletí se vyzkoušelo mnoho různých přístupů k tomuto problému.

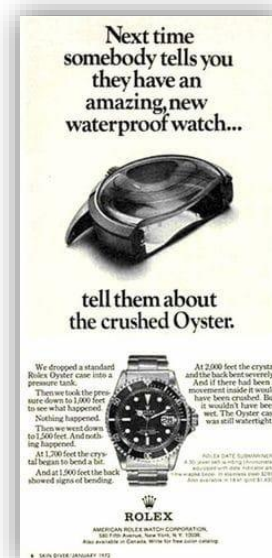
Existují mnohá tvrzení a protitvrzení o tom, které hodinky se dají považovat za první potápěčské hodinky. Je ale nesporné, že jedněmi z prvních takových hodinek byly Omega Marine, který byly uvedeny na trh v roce 1932. Jedná se o zcela běžné hodinky, dodatečně opatřené pevným krytem pro dosažení odolnosti proti vodě. Na fotografiích vidíme jednu z re-edicí těchto hodinek z roku 2007.



Pokud jde o design, nešlo o to, aby se docílilo vodotěsnosti samotných hodinek, ale o vložení hodinek do voděodolného pouzdra – asi jako kdybyste hodinky dali do zavařovací sklenice.



Ve zhruba stejné době vyráběla i řada dalších výrobců, jako Panerai, Hamilton, Waltham, atd, své potápěčské hodinky, kde byla vodotěsnost nedílnou součástí samotné konstrukce hodinek. Americké firmy dávaly přednost řešení pomocí krycí korunky – dodatečného šroubovacího uzávěru, který byl umístěn přes korunku, aby se zabránilo průniku vody skrze tubus. Tento design přejal i Zlatoust pro svou slavnou řadu profesionálních potápěčských hodinek.



Konec druhé světové války znamenal příchod mnoha dalších potápěčských hodinek, jako jsou Lip-Blancpain Fifty Fathom nebo Rolex Submariner - ty byly uvedeny na trh v roce 1950. Tyto hodinky byly ale navrženy pro profesionály nebo nadšence do potápění, spíše než pro širokou veřejnost.

Spolu s tím, jak dozrál trh pro potápěčské hodinky pro širokou veřejnost, se objevila celá řada nových potápěčských hodinek, a na tento trh se chtěl dostat i Vostok. Konstrukční řešení, které známe jako Amfibia, se od ostatních velmi lišilo.

Konstrukční cíle

Je samozřejmé, že potápěčské hodinky musí disponovat zvýšenou odolností proti vniknutí vody při úplném ponoření, a vydržet zvýšený tlak vody při hlubokém ponoru. Hodinky se skládají z mnoha dílů, ale v konstrukci hodinek existují tři hlavní místa, která mohou propustit vodu:

1. **Skříčko:** Číselník hodinek musí být viditelný, takže se na přední stranu dává průhledné skříčko – a právě systém uložení skříčka může umožnit vniknutí vody.
2. **Dýnko:** Hodinkový strojek se při montáži musí osadit do pouzdra, a pouzdro se poté uzavře dýnkem (zadním krytem hodinek).
3. **Korunka:** Se strojkem se musí dát manipulovat, například natahovat jej nebo nastavovat čas, takže hodinky musí mít korunku.

Stojí mimochodem za zmínku, že hodinky Zlatoust eliminovaly druhý zmiňovaný faktor, protože nemají odnímatelné zadní víčko: osazení hodinek strojkem probíhá zepředu, a těsnění korunky je řešeno pomocí už zmiňované krycí korunky. Tyto hodinky se ovšem vyráběly v omezeném množství jako nástroj pro profesionální potápěče, takže výrobní náklady a snadná údržba nehrály v konstrukčních úvahách příliš velkou roli.

Konstrukční řešení Amfibia

Konstruktéři Michail Fědorovič Novikov a Věra Fědorovna Bělova pečlivě prozkoumali stávající potápěčské hodinky na trhu a zjistili, že běžná konstrukční řešení jsou nevyhovující. Aby se vyrovnala s problémem vodního tlaku, používala všechna konstrukční řešení v podstatě hrubé síly, a to u každého rizikového faktoru. Sovětští konstruktéři všechna tato řešení zavrhli, a přišli s nejelegantnějším, integrovaným technickým řešením, na které se podrobněji podíváme.

Základní koncepce řešení Amfibia není použití hrubé síly k vyrovnání se s vodním tlakem, ale naopak využití tlaku vody pro zvýšení odolnosti vůči vniknutí vody. Tuto konstrukční filozofii můžeme vidět ve všech třech aspektech, které jsme výše uvedli.

1. Skříčko

Je samozřejmé, že potápěčské hodinky mají poměrně silná a pevná skříčka, a vypouklá skříčka mají další výhodu v tom, že jsou ještě silnější. Novikov a Bělova se rozhodli použít akrylové skříčko, které se dle konvencí montuje do přední části hodinek.

To, čemu říkáme akryl, je vlastně transparentní termoplastický polymer, známý pod technickým názvem (polymethylmet)akrylát, nebo pod zkratkou PMMA, a známější spíše pod svými obchodními jmény Lucite, Perspex nebo plexisklo. Kombinace PMMA materiálu a tvaru kupole vytváří zajímavé vlastnosti: zatímco tvar kopule vydrží značné tlakové zatížení na konvexní - externí - stranu, mírná pružnost umožňuje nepatrnou deformaci, což při tlakové zátěži zároveň zvyšuje průměr skříčka.

Profil sklíčka hodinek Amfibia - tloušťka, a vnitřní i vnější tvary - byl pečlivě vypočten s ohledem na mechanické vlastnosti PMMA. Při výrobě musí být každé sklíčko zvlášť opracováno s vysokou přesností, aby těsně zapadlo do pouzdra hodinek, a aby se tak uzavřela první fáze konstrukčního řešení voděodolnosti. Při ponoření hodinek způsobí zvyšující tlak vody zploštění sklíčka, takže se jeho obvod nepatrně zvětší, což zvyšuje účinnost těsnění mezi sklíčkem a pouzdem hodinek.

Uvažovalo se tak, že v hloubce 200 m dosahuje tlak vody 20 kg na čtvereční centimetr, což stlačí sklíčko směrem dovnitř asi o 0,5 mm. Ve fázi, kdy se vyvíjel profil sklíčka, byla zvláštní péče věnována tomu, aby se počítalo s dostatečnou vůlí, aby se vnitřní strana sklíčka nedotkla mechanismu hodinkových ruček.

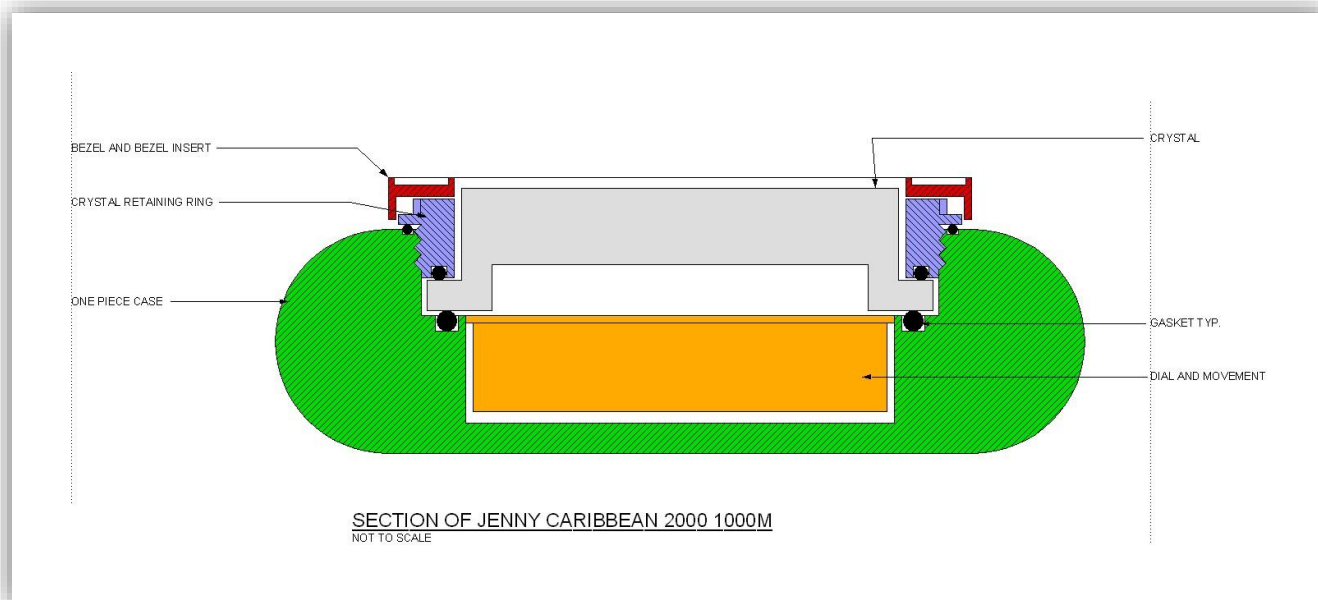
Na druhé straně, konvenční konstrukce potápěčských hodinek se snaží pouze o to, aby bylo sklíčko tak silné, jak je to jen prakticky možné, a aby bylo usazeno do pouzdra maximální silou – tedy řešení přístupem hrubé síly. To platí zvláště v případech, kdy se při konstrukci používají plochá minerální sklíčka a sklíčka ze syntetického safíru – která jsou nyní hodně v módě. Ta se nemohou deformovat vůbec, prostě se rovnou roztříští.

Dále musíme uvést, že použití skla jako materiálu pro konstrukci sklíčka hodinek, ať už se jedná o minerální sklo či syntetický safír, by znamenala obrovskou zátěž, pokud by bylo sklíčko konstruováno v klenuté formě. Při běžné konstrukci, kdy je sklíčko vsazeno do přední strany hodinkového pouzdra, je obvod sklíčka pod obrovským radiálním zatížením; jinými slovy, luneta, která sklíčko zajišťuje, jej zároveň neustále stlačuje, a jakoby zmenšuje průměr sklíčka. To způsobuje, že sklíčko je samo o sobě pod velmi vysokým vnitřním tlakem, a je-li na povrchu i velmi malý vryp nebo škrábanec, stává se z něj stresový zlom, kudy se tlak uvolní, a to v podobě sklíčka explodujícího s velkou silou. Příkladem mohou být moderní hodinky známé jako "Mini Fiddy", a jejich klenuté sklíčko s dobře zdokumentovanými výskyty explodujícího sklíčka, které nejsou nijak zvlášť vzácným jevem. Sklíčko vyrobené z PMMA by se tomuto problému zcela vyhnulo.

Zde je fotografie sklíčka hodinek Amfibia, osazeného v pouzdru typu 470 – všimněte si výšky sklíčka, které přesahuje pouzdro a dává nám představu o tom, jak je silné.



Pro srovnání, tato kresba (od člena WUS „cmoy“) ukazuje průřez pokročilou konstrukcí potápěčských hodinek z dílny Jenny Carribean, kteří vlastní slavnou značku Doxa:



I když funguje dobře, můžeme vidět, že je zapotřebí masivní šroubovací kroužek lunety, aby držel všechno pohromadě, a ne méně než tři těsnící O-kroužky k zajištění sklíčka. Jak dobře je sklíčko s dobrým těsněním zabezpečeno proti vniknutí vody závisí především na tom, jak dobře je kroužek se závity zašroubován a jak pevně drží v dané poloze. Kromě toho má použití O-kroužků tímto způsobem své vlastní specifické problémy, které jsou dále rozebrány v následující části. Jedná se o efektivní konstrukci, ale jen potud, pokud byla montáž provedena správně a pokud jsou těsnící kroužky v dobrém stavu, což je u hodinek, které jsou konstrukčně řešeny montáží zepředu, jako hodinky Zlatoust, vcelku nutnost. Jsem si jist, že existují další potápěčské hodinky s dýnkem, které používají podobný systém zajištění sklíčka, ale v tomto kontextu to není tak elegantní přístup, jaký zvolili konstruktéři hodinek Amfibia.

2. Dýnko

Stejně jako sklíčko, i dýnko Amfibií využívá tlaku vody ke zvýšení odolnosti vůči vodě. Stručně řečeno, aby bylo dýnko odolné proti vodě, dá se celý problém shrnout do dvou slov: mačková pryž. Ale nakolik se má pryž zmáčknout, a jak přesně se zmáčkne, jsou neméně důležité otázky.

Konvenční potápěčské hodinky mají jednodílný zadní kryt s poměrně tenkým gumovým O-kroužkem, obvykle připevněným k dýnku, což má zaručit voděodolnost. Když je kryt zašroubován do zadní části pouzdra, O-kroužek je stlačen, čímž vytvoří těsnění.

Tato metoda však má výrazné nevýhody. Je-li zadní víčko zašroubované, stlačení O-kroužku působí trvalé tangenciální smykové zatížení po celém obvodu. Podstatou spojovacího závitu je to, že značnou mírou otáčení se docílí malého tlaku, těsnící O-kroužek proto musí být dost tenký, aby tuto míru smykového zatížení umožnil. Použití maziva na O-kroužky pomáhá snížit počáteční smykovou deformaci, ale je neoddelitelnou součástí tohoto řešení, což také znamená, že celkový povrch těsnění je malý. Významná deformace O-kroužku také vyžaduje jeho výměnu pokaždé, když se zadní kryt otevře, a také znamená, že dýnko se musí testovat pod tlakem, aby se zjistilo, je-li O-kroužek stále v dobrém stavu. Pokud se použije větší ploché těsnění, pak nedojde k dostatečné smykové deformaci a nedojde k požadovanému stlačení, takže toto řešení nelze použít.

Konstrukce Amfibia eliminuje tyto problémy jedním tahem. Zadní kryt pouzdra je konstruován tak, aby přesně zapadal do zadní strany hodinkového pouzdra, a je opatřen dvěma výstupky, které zapadnou do odpovídajících drážek v pouzdře. Toto opatření zcela brání tomu, aby se dýnko bý i jen pootočilo. Poté se dýnko zajistí jistícím kroužkem, který je opatřen závity. Tím se dýnko tlačí na poměrně velkou plochu pryžového těsnění, který tak

musí snést pouze kompresní zatížení. Toto řešení znamená, že těsnění může být velmi velké, a celkový povrch těsnění je několikanásobně větší než plocha, kterou může nabídnout běžná konstrukce, která používá O-kroužek. Netřeba říkat, že toto těsnění se naprosto neopotřebává, a není proto absolutně žádná potřeba je pravidelně měnit.

Zde jsou fotografie běžných hodinek Amfibia, zobrazující dvoudílné dýnko, a jak vypadá po otevření, v rozloženém stavu.



Pod vysokým tlakem vody je i dýnko mírně stlačováno. V hloubce 200 m je těsnění stlačeno o dalších přibližně 20 - 30%. To ale nezpůsobuje vůbec žádné problémy: ve skutečnosti to zvyšuje odolnost proti vodě. Novikov a Bělova však zjistili, že běžné gumové těsnění, jako je například to, které se používá v modelové řadě Komandirskie, má zásadní problém, daný použitým materiálem. Při vynořování by měl pokles tlaku umožnit, aby se těsnění zároveň vrátilo zpět do své původní tloušťky, ale původní pryžový materiál to nedokázal. Byly vyvinuty nové metody výroby gumy, a odsouhlasen výrobní postup slinování: pryžový materiál se nejprve rozemlel na jemný prach, a potom byl vystaven vysoké teplotě a tlaku. Díky tomu se jednotlivé částice materiálu spojí, a výsledným produktem je plát rovnoměrné a hladké pryže, ze které se těsnění vysekávají matricemi. Tato slinutá guma už má správné parametry pružnosti a je schopná zajistit voděodolnost během celého vynořování.

Tento obrázek ukazuje těsnění vyjmuté z pouzdra. Na fotografii je patrné, že je to široký, plochý kus pryže.



Dvoudílná konstrukce dýnka Amfibie je bezesporu výrazně kvalitnější řešení, než konvenční jednodílná konstrukce. Je to sice řešení poměrně nákladné na výrobu a vyžaduje více dílů, které jsou navíc drahé. Ale jeho výhody jsou nesporné - není třeba instalovat nový díl a provádět zkoušky, aby se zjistilo, zda tento nový díl skutečně funguje pokaždé, když se otevře zadní kryt: pokud by těsnění nefungovalo, hodinky se prostě zaplaví.

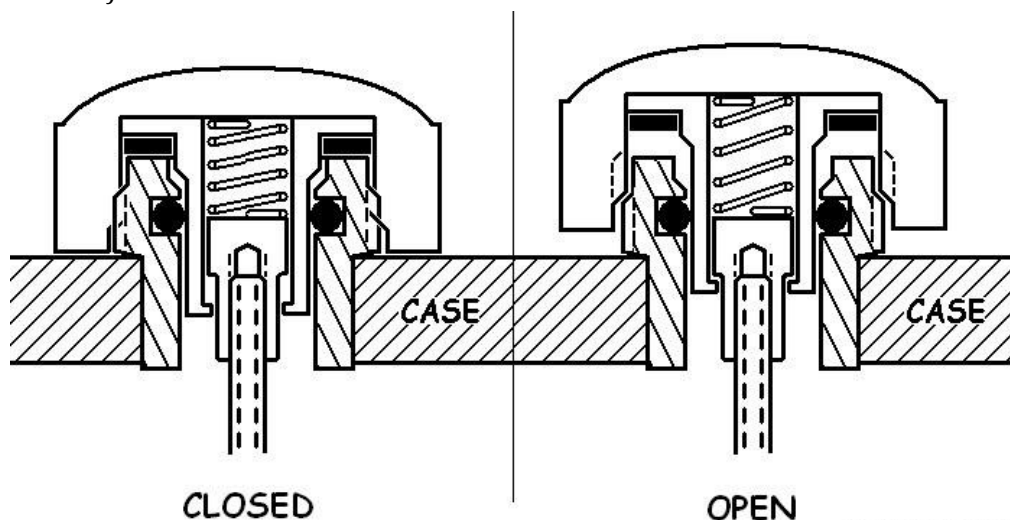
3. Korunka

Většina potápěčských hodinek se vyrábí tak, aby mezi hřídelí a uložením hřídele bylo co nejméně míst, a při správném použití vhodného maziva, lze dosáhnout určitého stupně odolnosti proti vodě. Šroubovací korunka odolnost ještě zlepší.

Hodinky se standardními bezklíčovými strojky mají dvě základní pozice hřídele: hřídel je zamáčknutá (ta je pevně spojená s korunkou, dá se tedy mluvit o zamáčknuté korunce), a v této poloze se strojek hodinek natahuje; a hřídel je vytažená – v této poloze se nastavují ručičky hodinek. Ale hodinky se šroubovací korunkou musí mít tři polohy: korunka (respektive hřídel) musí v poloze, kdy je zašroubovaná, zamáčknuta ještě dál, a strojek musí být opatřen spojkou, takže když je strojek plně natažený a hřídel už nelze otáčet, dá se přesto ještě otáčet korunkou, aby se dala zašroubovat do krčku.

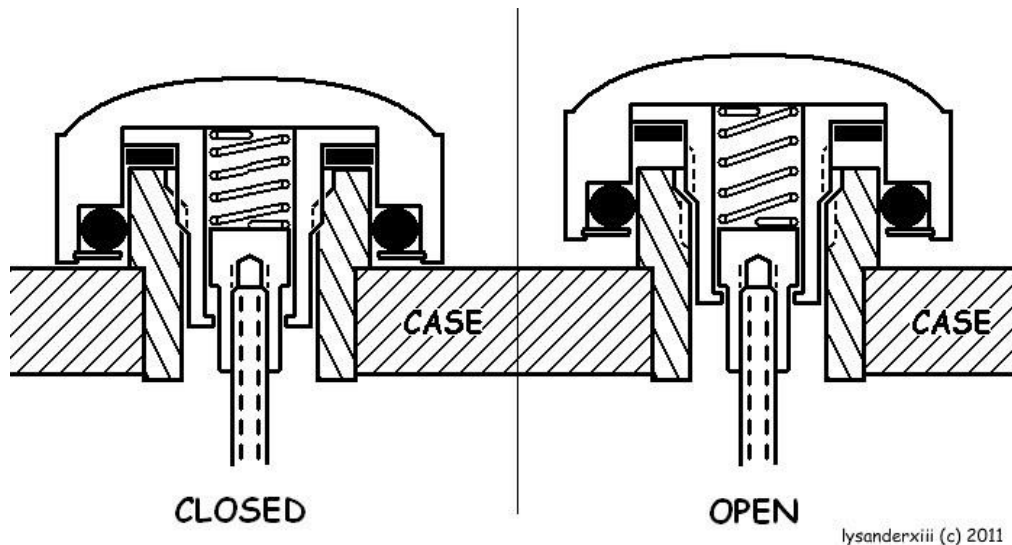
Konvenční švýcarský přístup je ten, že zahrnuje buď vnitřní, nebo vnější závit v krčku, jak to můžeme vidět na obrázcích, které laskavě poskytl člen fóra WUS lysanderxiii:

Korunka a krček s vnějším závitem:



lysanderxiii (c) 2011

Korunka a krček s vnitřním závitem:



V obou případech můžeme vidět, že korunka je opatřena vnitřní pružinou, která ji má odtláčit od hřídele, a přitom zajistit, aby byla spojka zapojená. Pouze tehdy, když je korunka zašroubována, se spojka vypojí, protože hřídelka se nemůže zasunout dále do strojku, a to navzdory tlaku, který pružina vyvíjí. Hřídel je tedy pod neustálým tlakem, a je tlačena do hodinového strojku. Zároveň je spoj mezi hřídelí a krčkem velmi těsný, a neposkytuje žádný prostor pro pohyb.

Původní návrh počítal s využitím strojku Vostok Mir 2209 s ručním nátahem, a konstruktéři mohli klidně využít tuto výše popisovanou osvědčenou konstrukční řešení. Ale pravidelné ruční natahování vystavuje hodinky riziku – i když velice malému – že by boční tlak mohl časem vést k deformaci hřídele, pokud není hřídel vyrobena dostatečně robustně.

Mnozí nováčci jsou znepokojeni charakteristickou "rozviklanou korunkou", ta je ale součástí konstrukčního řešení, a nese s sebou další výhody.

Podobně jako konstrukční řešení uvedená výše, i Amfibia má korunkou a hřídel, které zahrnují spojku, která je mezi těmito dvěma díly, a je schovaná v korunce. Oba díly se spojí pouze tehdy, když je korunka mírně povytažena od hřídele, jinak jsou odpojeny a korunka se tak vůči hřídeli zdá poněkud rozviklaná. Během natahování - a nastavování času – se korunka musí ručně lehce odtáhnout, protože neobsahuje vnitřní pružinu, což eliminuje tlak, který by zbytečně působil na mechanismus strojku, a Amfibiím charakteristická "rozviklanost" tak také chrání hřídelku před ohnutím.

Když je korunka zašroubovaná, spojka se odpojí, což znamená, že z korunky a pouzdra se stane de facto jeden jediný díl, zatímco z hodinového strojku a hřídele se stane druhý spojený díl. V nepravděpodobném případě, kdy by hodinky byly vystaveny vážnému otřesu, a kdy by se strojek v pouzdru mírně pohnul, znamená toto odpojení, že hřídel nebude vystavena žádné zátěži, o což se postará široká mezera mezi hřídelí a vnitřní stranou krčku. Konvenční konstrukce tuto dodatečnou vestavěnou ochranu nenabízejí.

Tento obrázek ukazuje velmi tenkou hřídel ve srovnání s relativně velkou korunkou.



Závěr

K popisu ruského konstruktérství, průmyslového designu a inženýrství se používá mnoha výrazů; nejčastěji je to něco ve smyslu: "hrubé, ale účinné". Je zbytečné klást si otázky, zda je konstrukce Amfibií účinná a zda funguje; pravdou je, že je mnohem vyspělejší než cokoli jiného. Mít jasnou vizi toho, co se od výrobku opravdu požaduje, a pak dospět k neefektivnějšímu řešení, to je všechno možné, jen ne hrubé. Vlastně to je konstrukční um ve své nejryzejší podobě. Pro srovnání lze říct, že bez ohledu na to, jak precizně je vyrobeno a vyšperkováno jednoduché dýnko, stále to nebude o nic víc než o něco lepší nazdobená verze víčka k zavařeninové sklenici. Chcete-li být realisté, je lepší považovat konstrukci Amfibií za vzorný příklad konstrukčního řešení, a ne za "ruské" řešení, a posuzovat jeho přednosti podle konstrukce.

Co kdyby Novikov a Bělova pracovali ve Švýcarsku, a konstrukce Amfibie by byla vyvinuta jako zadání pro jedno z velkých jmen některého švýcarského výrobce hodinek? Co kdyby známý model Fifty Fathom značky Lip-Blancpain byl uveden o několik let později a využíval systém Amfibie? Nad tím můžeme jen spekulovat. Jedna věc je jistá: Amfibie je mistrovské dílo, které ukazuje, jak by projektanti měli přistupovat k problémům a požadavkům. Konstrukce Amfibie je jedním z největších konstrukčních řešení v panteonu hodinářských dějin, stejně tak jako její talentovaní tvůrci. V době, kdy je povrchní styling zaměňován s konstrukčním designem, nechť tento materiál slouží jako podrobná případová studie toho, co je skutečnou podstatou samotného konstrukčního a vývojového procesu.

Článek napsal člen fóra WUS pod jménem Seele; [poslední verze článku](#) je z 21.2.2011.
Přeložil [little w](#). Poslední revize 24.10.2018.