

## Вивчаючи морські глибини: сталь для підводних човнів і батискафів

Людство живе на суші, яка займає менше 30% поверхні планети Земля. Чисельність населення зростає, тому людей ваблять інші простори, потенційно придатні для життя. Насамперед ми, звісно, згадуємо про космос. Він нескінченний, але й відстані до найближчих зоряних систем із планетами, схожими на Землю, величезні. А зовсім поряд є ще один величезний світ — це моря й океани. Незважаючи на таке тісне сусідство, вивчення морських глибин перебуває на початковій стадії. На допомогу приходить високоміцна сталь для корпусів підводних човнів і батискафів.



### Історія

Перші свідчення про проекти підводних судів з'явилися понад 400 років тому. У цьому контексті згадувався навіть легендарний Леонардо да Вінчі. Але однією з найцікавіших для України історичних легенд є переказ про запорізьких козаків, які будували підводні судна на базі човнів «чайок». Основним джерелом інформації про те, що це не просто фантазія, є посилання на записи французького ченця Фурньє, який після візиту до Константинополя (зараз Стамбул) розповів про подробиці нападу північних слов'ян на турецькі фортеці. Нібито козаки перепливали Чорне море під водою й тому заставали зненацька своїх супротивників.

Але навіть якщо це правда, то основним матеріалом для перших субмарин було дерево. Лише у XIX столітті почали будувати суцільнометалеві підводні човни. Еволюція підходів до форми, двигунів та інших нюансів цієї техніки тривала аж до другої половини XX століття. Їй сприяло активне застосування підводних човнів у військових цілях. Завдяки цьому виявлялися та усувалися слабкі місця в багатьох елементах субмарин.



Проте паралельно підводні човни використовувалися також у мирних цілях. Наприклад, у середині XX століття — для транспортування вантажів і перевезення пошти у важкодоступні місця. Але найбільш успішною мирною галуззю застосування підводних човнів стала наука. Вважається, що вперше апарат для досліджень морського дна побудували німці в 1914 році. Це був човен «Лоліго». А в 1931 році американці трансформували військову субмарину «Наутілус». Один із її торпедних відсіків переобладнали в шлюзову камеру для водолазів, в інших встановили дослідне устаткування.

### Коли форма має значення

Перш ніж підводні човни набули сучасного сигароподібного зовнішнього вигляду, вони пройшли довгий шлях еволюції. Хоча ще в середині XIX століття іспанський винахідник і конструктор Нарсіс Монтуріол-і-Астарріол вважав, що субмарини повинні мати обтічний гідродинамічний зовнішній вигляд. Але це рішення стало популярним не відразу. Однією з причин відступу від безсумнівно ефективної форми субмарин було те, що на початку XX століття військові підводні човни значну частину часу проводили на поверхні морів. Це пояснювалося тим, що поширені тоді дизельні двигуни працювали ефективніше саме в такому положенні. Занурення відбувалося лише на невеликі відрізки часу. Тому форма корпусу була своєрідним компромісом: нагадувала військовий корабель, герметично закритий згори. У разі потреби він

міг швидко зануритися під воду, щоби сховатися від ворога.

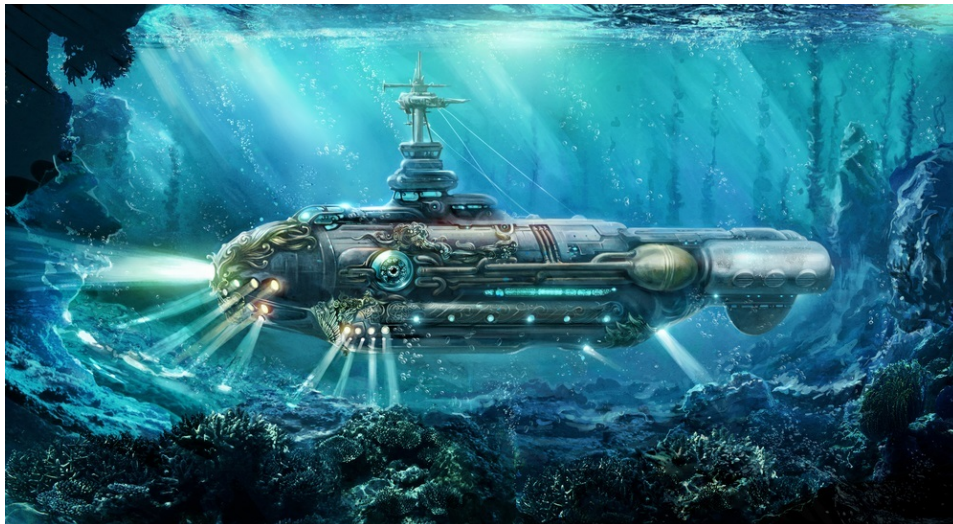
Проте, з одного боку, ефективність роботи в підводному режимі зростала (сьогодні підводні човни можуть ходити під водою в автономному режимі понад 100 діб). А з іншого, збільшилися й можливості радіолокації — виявлення об'єктів над і під водою. Тому конструктори повернулися до витоків. Доведено, що саме коло є найбільш раціональною формою поперечного перерізу підводного човна.



Також зазначимо, що Нарсіс Монтуріол-і-Астарріол у конструкції своїх субмарин дотримувався ідеї двокорпусної конструкції. Це означає, що всередині обтічного, відносно легкого та водонепроникного зовнішнього корпусу знаходиться водонепроникний міцний корпус, здатний витримувати підвищений тиск. Але якщо в іспанського конструктора зовнішній корпус був дерев'яним, то зараз його роблять зі сталі й покривають спеціальними гумовими сумішами для зниження шуму під час пересування.

Сьогодні велика частина міцних корпусів робиться методом зварювання окремих частин. Середня частина або частини, як правило, мають форму циліндра різного перерізу. А по краях до них приварюються елементи конічної форми. У середині підводного човна особливо великі частини розділені водонепроникними сталевими перегородками. Вони мають дві основні функції: додаткове ребро жорсткості та розділення корпусу на герметичні відсіки, що підвищує живучість судна.

### Сталь для субмарин



Сталь, яка використовується під час будівництва міцного корпусу підводного човна, має відповідати певним критеріям. Перший — висока питома міцність. Чим глибше занурюється підводний човен, тим сильніше на нього тисне вода. Водночас має бути забезпечена висока пластичність як металу для корпусу підводних човнів, так і зварних швів. Субмарини досить часто занурюються й піднімаються на поверхню води. Через це вони мають багато циклів навантаження, що може призвести до втомних тріщин. Це означає, що до матеріалу висувається вимога високої втомної й динамічної міцності. Як і в надводних суднах, особливо важлива висока стійкість до корозії, а для військових підводних човнів — ще й низька магнітність для зниження ризику виявлення радіотехнічними засобами.

З урахуванням цих і деяких інших вимог і розроблялися низьколеговані спецсталі для підводних човнів.

Першопроходцями у виробництві сталі для субмарин вважаються американці. У 1943 році в США була створена сталь марки NT з межею плинності 45 кгс/мм<sup>2</sup>. Від них не відставали й інші держави з підводним флотом.

На початку 1950-х в СРСР була розроблена сталь АК-25, у якої межа плинності становила 60 кгс/мм<sup>2</sup>. Фактично це був матеріал нового класу: високоміцний, зварюваний, стійкий до вибухів і корозії. Перший підводний човен із корпусом із цієї сталі був побудований у 1958 році. У подальшому вдосконаленні матеріалів для радянських субмарин активну участь брали й фахівці українських металургійних підприємств «Запоріжсталь» і «Азовсталь». Зазначимо, що в 1970-і роки для виробництва таких сталей широко використовувалася технологія електрошлакової переплавки, розроблена в київському Інституті електрозварювання імені Є. О. Патона. Зараз необхідні параметри сталі досягаються завдяки позапичній обробці.



### Вершина еволюції

Військово-морський флот — це найбільша сфера застосування субмарин. Вони стоять на службі в більш ніж 30 країнах світу. Найбільшим досягненням на сьогодні є атомні підводні човни. Але секрети їхньої конструкції та виробництва зберігаються «за сімома замками». А ось науковими досягненнями, навпаки, прийнято хвалитися.

Вершиною конструювання підводних апаратів, які коли-небудь застосовувалися для мирного дослідження морського дна, можна назвати батискаф Deepsea Challenger. Саме цей апарат під управлінням всесвітньо відомого режисера Джеймса Кемерона у 2012 році досяг дна Маріанської западини. Його устаткування зафіксувало глибину 10994 метри, де тиск перевищує атмосферний на поверхні океану більш ніж у 1000 разів.

Будівництво цього апарату тривало 8 років в Австралії в режимі найсуворішої секретності. Але відомо, що Кемерон перебував у сферичній сталевій гондолі діаметром майже 1 метр з товщиною стінок 6,4 см. Цей відсік, створений із двох листів сталі, захищав режисера від надмірного тиску. А згори над ним був надбудований вертикально-занурюваний апарат, загальна конструкція якого нагадує підводний човен, поставлений вертикально. Завдяки цьому зануренню вдалося відкрити 68 нових видів живих організмів. І це був лише другий випадок в історії, коли людина змогла опуститися так глибоко. У 1960 році американець Дон Волш і швейцарець Жак Пікар занурилися на дно Маріанської западини на батискафі Trieste.

50 років не пройшли дарма. Deepsea Challenger виявився в 10 разів легшим від Trieste, а спуск і підйом були в рази швидше. Можливо, якісь технології, використані в цих дослідженнях, уже скоро стануть основою для колонізації морського дна людьми.