А.А. Букатов, А.В. Кулагін, Р.М. Рейда

ДОСВІД ЗАСТОСУВАННЯ ТРАСЕРНОГО МЕТОДУ В АКВАТОРІЇ ХЕРСОНЕСА

Розглядається один з методів виявлення дії гідрофізичного чинника в прибережних водах і досвід його застосування під час підводних досліджень Херсонеса Таврійського в 2010 р.

К л ю ч о в і с л о в а: Херсонес, підводна археологія, трасерний метод, гідрофізичний чинник.

Історія підводних археологічних досліджень в акваторії Херсонеса Таврійського має досить тривалі традиції та налічує понад 70 років. Перші роботи в районі, проведені за допомогою водолазів ЕПРОП, здійснив К.Е. Гриневич у 1929—1930 рр. у районі Херсонеського маяка (Назаров 2003, с. 80). Під час цих розвідок уперше в практиці підводних археологічних досліджень застосовувалася кінозйомка під водою. Не дивлячись на неоднозначність результатів цих робіт, метою яких були пошуки «затонулого міста», саме застосування методики підводного пошуку та фіксації вочевидь мало позитивний результат для розвитку вітчизняної підводної археології (Зубарь 2009, с. 30).

Безпосередньо в акваторії Херсонеського городища першу підводну експедицію було проведено восени 1937 р. силами студентів водолазного технікуму. Очолив роботи професор і співробітник ЕПРОПу Р.А. Орбелі. Зважаючи на опубліковану інформацію, результати цієї експедиції мали досить загальний характер, хоча призвели до розуміння необхідності заходів для укріплення берегової лінії пам'ятки (Орбели 1947; Блаватский 1958, с. 76).

Від другої половини 50-х — середини 60-х рр. розпочався новий етап підводних археологічних досліджень, які поступово зі спорадичних стали більш-менш регулярними. Суттєво зріс і маштаб підводних досліджень. Останнє, зокрема, можна пов'язувати з винаходом і поширенням легкого водолазного спорядження сучасного типу, що значно здешевило проведення досліджень, а з іншого боку збільшило технічні можливості їх проведення. Це створило додаткові можливості для діяльності дослідників-ентузіастів.

Новий етап масштабних підводних досліджень пов'язаний з діяльністю відомого вченого, професора Московського державного університету ім. М.В. Ломоносова В.Д. Блаватського, який був ініціатором та організатором їх (Блаватский 1961, с. 150—156). Важливе місце в цих дослідженнях займала й акваторія Херсонеса Таврійського. Зокрема, було встановлено, що район південно-східної частини Херсонеського городища нині затоплений. Активний наступ моря простежений також і на інших ділянках узбережжя Херсонеса. Пізніше дослідження акваторії поблизу городища були продовжені С.Ф. Стржелецьким, В.І. Кадєєвим, М.І. Золотарьовим, А.А. Філіпенком, С.М. Зеленком та іншими вченими (Кадеев 1965; Зеленко 2002; Лебединский 2002; Назаров 2003, с. 79—83). Дослідники відзначали необхідність комплексного та систематичного підходу до вивчення підводних пам'яток із залученням інших дисциплін: геології, палеоботаніки, кліматології, океанології тощо.

Однією з актуальних проблем археологічних пам'яток, розміщених під водою, є взаємодія з ними навколишнього середовища, найперше води, яка набагато динамічніша й активніша субстанція ніж ґрунти для наземних пам'яток. Значний вплив води і в Херсонесі, де прослідковується руйнування берега внаслідок абразії, яка суттєво посилилася в останні роки. Через це до зони активного впливу хвиль потрапляють прибережні об'єкти та культурний шар городища. Крім того, тривалий час відвали з розкопок Херсонеса скидали у воду. Останнє може суттєво змінити картину потужності культурних нашарувань і наявності археологічних об'єктів у затопленій смузі. Додатковим важливим чинником тут є також транспортування фрагментів кераміки та інших предметів із розмитого культурного шару.

У цьому разі безперечний інтерес становить вивчення характеру мобільності наносів в акваторії пам'ятки з елементами культурного шару на затоплених ділянках з речами з берега, який руйнується, або тими, що потрапили на дно внаслідок можливих корабельних аварій. У першу чергу це стосується прогнозування швидкості руйнації того чи іншого археологічного об'єкта,

© А.А. БУКАТОВ,
А.В. КУЛАГІН, Р.М. РЕЙДА, 2013

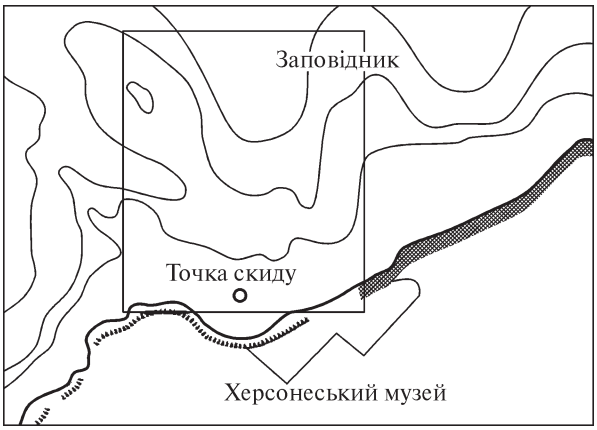

Рис. 1. Херсонес. Район проведення трасерного експерименту

точної локалізації його меж, а також місць корабельних аварій та якірних стоянок.

Морські хвилі для Херсонеса Таврійського — один з провідних чинників, які впливають на обриси берегової лінії (Букатов, Рейда, Хохлов 2010). Досягаючи прибережної мілини, хвилі трансформуються, а потім руйнуються, витрачаючи енергію на взаємодію з дном і на удар об берег. Під час скошеного підходу хвилі до берега значна частина енергії йде також на створення течій вздовж берега. На підводному схилі, де діє ще незруйнована хвиля, відбувається переміщення наносів уздовж берега. У зоні дії прибійного потоку діє берегове переміщення, яке охоплює одночасно і частину підводного схилу, і нижню надводну смугу пляжу або весь пляж. Дрібні фракції наносів (дрібний пісок та ін.) переміщуються під час впливу що хвильових рухів води, що штормової течії. Крупний пісок і гравій меншою мірою зазнають впливу течій, вони та ще крупніший матеріал транспортуються тільки під дією хвиль.

Одним з найбільш простих та ефективних методів дослідження руху наносів у прибережній смузі є трасерний метод. Для його застосування використовують фарбування фракцій наносів люмінофорами та іншими стійкими барвниками. Ще в 1938 р. Н.А. Бєлов досліджував переміщення пофарбованої гальки в Ліменській бухті та південному березі Криму (Белов 1938). Подібні експерименти провадили в 1949 р. В.В. Патрікеєв, у 1952 р. — А.В. Живаго, 1953 р. — А.Т. Владимиров, а також зарубіжні дослідники (Шуйский, Выхованец, Орган 2009, с. 207). Практично всі вказані автори відзначають високі максимальні швидкості переміщення гальки за помірних хвилювань у Чорному морі: 912 м/добу, 1032 м/добу (Зенкович 1962). Зокрема, А.М. Жданов пофарбував кольоровим цементом кілька тонн гальки та скинув її у воду поблизу м. Сочі. Відтак, з'ясувалося, що на ділянці, де провадився експеримент, найбільша середня швидкість переміщення спостерігалася не за найбільших хвиль, дієвішими виявилися хвилі середніх розмірів (4—5 балів). Зате потужні штормові хвилі здатні переміщувати одночасно найбільшу кількість матеріалу.

Рух гальки відзначається дослідниками на досить значних глибинах. На південному березі Криму до глибини 18 м вона утворює підводні вали. В 1960 р. на мисі Піцунда закладали донні майданчики з пофарбованої гальки на глибинах до 20 м. Водолазні обстеження їх, зроблені після шторму (висота хвиль 3,0 м), показали рух гальки до максимальної глибини закладання майданчиків. Відповідно, практично всі прибережні археологічні пам'ятки, які частково або цілком потрапили під воду (поселення, могильники тощо), включаючи частково й корабельні аварії, виявлені на досить значних глибинах, підлягають хвильовому впливу. Це повною мірою стосується також і прибережної зони навколо Херсонеса Таврійського.

Водночас абразивна дія хвиль на донні наноси може бути різною та залежить від багатьох чинників. Наприклад, під час трасерних експериментів 1969 р. Інститутом океанології АН СРСР і Науково-дослідним і конструкторсько-технологічним інститутом міського господарства було скинуто 400 кг стулок мушлі, пофарбованих родаміном, на глибину приблизно 3,0 м в районі Бердянської коси на узбережжі Азовського моря. За період від травня до липня ці мушлі перемістилися на відстань 1,5—2,0 км по обидва боки від місця вивантаження, а більша їх частина була викинута на пляж. Різні автори також відзначають суттєве стирання мушлі. У відкритому морі (нижня частина підводного берегового схилу) стулки мушлі досить добре зберігаються, що пов'язується з переміщенням їх у суцільній суспензії, яка захищає від подрібнення й тертя. Відповідно, вплив хвиль на археологічні пам'ятки та об'єкти, розміщені в певних умовах, буде різним. Це потребує проведення досліджень, спрямованих на виявлення інтенсивності прояву цього чинника для конкретних районів.

З метою виявлення в акваторії Херсонеса районів найбільшого впливу хвиль і течій, місць концентрації наносів з археологічним матеріалом, а також визначення можливих траєкторій розпорошення фрагментів кераміки — наймасовішого матеріалу пам'ятки та однієї з важливих ознак корабельних аварій та якірних стоянок античного часу — в 2010 р. автори поставили трасерний експеримент (Рейда, Бейліна, Букатов 2011; Reida, Beylina 2011). Він зводиться до спроби випрацювати метод дослідження прибережної зони

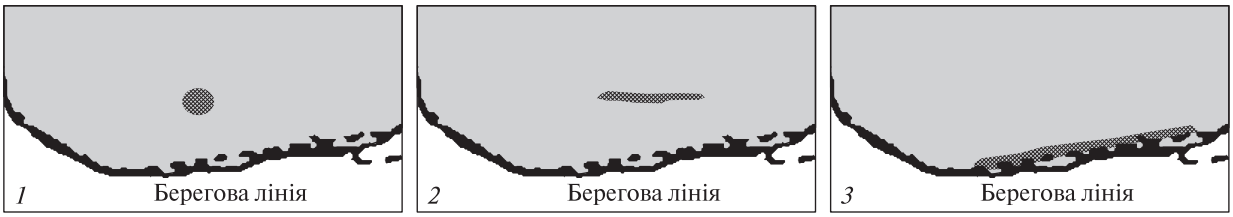

Рис. 2. План-схема руху маркованої кераміки: *1* — нульова фаза; *2* — перша фаза; *3* — друга—третя фази

археологічної пам'ятки та провадився наступним чином. Із керамічних опрацьованих залишків масового матеріалу було безсистемно відібрано близько 300 кг уламків посуду та технічної кераміки різного розміру з метою найбільшого наближення до реальної ситуації, що спостерігається в акваторії Херсонеса, де матеріал, який транспортується водою, здебільшого й складається з фрагментів кераміки. Вага уламків коливалася від 10 до 150 г.

Маркування уламків здійснено стійким до механічного та хімічного впливу барвником — акриловою фарбою світло-сірого кольору, призначеною для фарбування бетонних підлог. Цей колір фарби нехарактерний для донної поверхні акваторії Херсонеса та дисонує з навколишнім середовищем. Великі фрагменти фарбувалися широкими смугами, дрібні — повністю з обох боків. Одразу наголосимо про вдалий вибір барвника, який добре зберігся після тривалого перебування в морській воді та за постійного абразивного впливу.

Помарковані фрагменти скинули в воду 27.08.2010 р. о 6.0 год. в спокійну погоду за відсутності хвилювання за 50 м від берега на глибину приблизно 3,0 м біля північного берега городища, неподалік від «базиліки 1935 р.». Керамічні уламки було розміщено на рівному майданчику на скелі площею 2,0 м^2, а координати зафіксовано за допомогою GPS.

Після невеликого шторму, який відбувся через місяць (30.09.2010 р.) район скиду уламків було оглянуто в легкому водолазному спорядженні. Фрагменти були розтягнуті смугою завдовжки близько 10 м вліво від початкового їх місця вздовж берегової лінії. Керамічні фрагменти розміщувалися, в основному, серед великого каміння та в западинах природного походження по 3—4 фрагменти в межах видимості на дні. В бік берега марковані фрагменти не потрапили, тут було помітне збільшення піщаних наносів. Під час цього шторму середня довжина хвиль, вирахувана візуально за періодом, становила близько 32 м. Під час руху хвилі вода поблизу дна проходить прямолінійні відтинки шляху паралельно до поверхні дна в бік поширення хвилі та в зворотному напрямку. Крім цього, очевидно, в нашому випадку утворювався також і достатньо потужний рух водяних мас уздовж берега, які й розпочали транспортування маркованої кераміки.

Під час сезону 2011 р. дослідження вказаної ділянки обмежилися тільки візуальним оглядом донної поверхні. Встановлено, що фрагментів маркованої кераміки ні в місці скиду, ні в його районі не було.

2.09.2012 р. спільною експедицією новоствореного відділу підводної археології Національного заповідника «Херсонес Таврійський» і Варшавського університету було ретельно вивчено акваторію в районі скиду маркованих фрагментів кераміки. Шість осіб у легкому водолазному спорядженні обстежили донну поверхню за 300—400 м від берегової лінії до глибини 6—7 м (рис. 1). Дно тут має кам'янисту поверхню зі складним рельєфом, і глибина змінюється дуже поступово. Марковані фрагменти виявлено в зоні прибою на глибині близько 1,0 м у вигляді скупчень, перекритих дрібною галькою.

Під час огляду зазначеного району відзначено практично повну відсутність будь-яких — маркованих і немаркованих — уламків кераміки на глибинах понад 3,0 м. Піщані ж відклади в прибережній зоні насичені обкатаними фрагментами давніх керамічних виробів, які практично втратили первинний вигляд і перетворилися на гальку.

Незначну кількість знахідок навпроти північного узбережжя Херсонеського городища відзначали й інші дослідники. Зокрема, Азово-Чорноморська підводна експедиція в 1960 р. оглянула ділянку дна площею близько 4,0 га у районах навпроти Уваровської базиліки приблизно за 30—130 м від берега та на північний захід від будинку з мозаїкою елліністичного часу. Знахідок було небагато: уламки тарного посуду та черепиці (Блаватский 1961). У 1965 р. під час досліджень прибережної смуги від Карантинної до Піщаної бухт спільна експедиція Харківського та Уральського університетів і Херсонеського музею також не виявила жодних археологічних об'єктів.

Нашими роботами простежено кілька фаз переміщення уламків кераміки, скинутих з експериментальною метою, та зміни в них. Попередньо можна говорити про такі (рис. 2).

1. Нульова фаза характеризується чіткою локалізацією уламків на невеликому майданчику в місці скиду. Тривалість її: від моменту скидання маркованої кераміки до першого помітного хвилювання, в нашому випадку від 27.08. до 30.09.2010 р.

2. Перша фаза характеризується транспортуванням уламків течією вздовж берега та розподіленням їх смугою паралельно до берегової лінії. Тривалість: період першої фази співпадає з першим штормом.

3. Друга фаза. Марковані уламки «набиваються» в прибережну смугу. Тривалість, мабуть, залежить від кількості та потужності прибійної хвилі — в нашому випадку, очевидно, впродовж року.

4. Третя фаза характеризується поступовою видозміною керамічних уламків у бік «оптимальної» форми у вигляді гальки. Тривалість: від потрапляння фрагментів до прибирежної смуги та вкриття шаром гальки до початку активного абразивного впливу останньої. Очевидно, що третя фаза — перетворення фрагментів керамічних виробів на гальку — становить найтриваліший період, який повністю нами ще не простежений.

Не викликає сумнівів, що отриману поставленим експериментом схему переміщення керамічних уламків можна екстраполювати на археологічний матеріал з відвалів, скинутих у море в районі Херсонеса протягом багатьох сезонів розкопок. Вірогідно, він не потрапляв на значні глибини. Яскравим прикладом ілюстрації долі матеріалів, які опинилися в прибережній смузі, може бути пляж під Уваровською базилікою, значна частина гальки якого має «археологічне» походження та складається з обкатаних фрагментів кераміки та іншого археологічного матеріалу.

Ситуація ж на інших ділянках узбережжя Херсонеса, особливо поблизу та в Карантинній бухті, ймовірно, набагато складніша, зважаючи на інший характер донної поверхні, кут підходу штормових хвиль і роботи з поглиблювання, а також численні знахідки археологічного матеріалу, який практично не зазнав абразивного впливу.

Унікальні умови, в яких знаходиться кожна затоплена пам'ятка археології, звичайно, не дозволяють прямо переносити результати поставленого нами експерименту на інші. Проте його результати досить однозначно вказують на принципову перспективність застосування цього методу з відповідними корективами в кожному конкретному випадку.

Белов Н.А. О движении гальки в Леменской бухте // Уч. зап. МГУ. География. — 1938. — **19**. — С. 249—269.

Блаватский В.Д. О подводной археологии // СА. — 1958. — № 3. — С. 73—89.

Блаватский В.Д. Работы Подводной азово-черноморской экспедиции 1960 г. // СА. — 1961. — № 4. — С. 148—157.

Букатов А.О., Рейда Р.М., Хохлов М.В. Вплив гідрофізичного чинника на стан підводних археологічних пам'яток // Археологія. — 2010. — № 3. — С. 111—118.

Зеленко С.М. Подводные археологические исследования экспедиции Киевского университета им. Тараса Шевченко у берегов Крыма // Подводная археология: сто лет исследований. — М., 2002. — С. 39—41.

Зенкович В.П. Основы учения о развитии морских берегов. — М., 1962.

Зубарь В.М. Летопись археологических исследований Херсонеса-Херсона и его округи (1914—2005 гг.). — Симферополь, 2009 (МАИЭТ. — Supplementum 6).

Кадеев В.И. 1965 г. Подводные исследования в Карантинной, Круглой и Песочной бухтах // Архив Национального заповедника «Херсонес Таврический». — № 1189, 1190.

Лебединский В.В. Результаты новейших подводных археологических исследований в акватории г. Севастополя в рамках реализации проекта: «Составление фундаментального свода археологических памятников Черноморского бассейна и создание подводно-археологической карты» // Подводная археология: сто лет исследований. — М., 2002. — С. 15—23.

Назаров В.В. Гидроархеологическая карта черноморской акватории Украины (памятники античной и средневековой эпох). — К., 2003.

Орбели Р.А. Исследования и изыскания. Материалы к истории подводного труда с древнейших времен до наших дней. — М.; Л., 1947.

Рейда Р.М., Бейліна С.А., Букатов А.О. Підводні археологічні дослідження в Херсонесі // АДУ 2010. — К.; Полтава, 2011. — С. 287.

Шуйский Ю.Д., Выхованец Г.В., Орган Л.В. К вопросу о режиме вдольберегового перемещения наносов в береговой зоне моря // Вісник Одеського нац. ун-ту. — 2009. — Т. 14. — Вип. 16. — С. 201—216.

Reida R., Beylina S. Tauric Chersonesos Underwater Research // Managing the Underwater Cultural Heritage. — Zadar, 2011. — P. 50—51.

Надійшла 07.02.2013

А.А. Букатов, А.В. Кулагин, Р.Н. Рейда

ОПЫТ ПРИМИНЕНИЯ ТРАССЕРНОГО МЕТОДА В АКВАТОРИИ ХЕРСОНЕСА

С целью выявления влияния гидрофизического фактора со стороны моря в 2010 г. был поставлен эксперимент по применению трассерного метода в районе акватории Херсонеса Таврического с помощью обломков маркированной археологической керамики. Маркирование проводилось акриловой краской светло-серого цвета, предназначенной для покраски бетонных полов и стойкой к химическому и физическому воздействию. Было подготовлено около 300 кг обломков керамики весом каждый от 10 до 150 г.

Эксперимент позволил проследить движение и изменение обломков керамики, сброшенных с этой целью. Предварительно можна говорить о таких фазах пребывания маркированных обломков на поверхности дна: 1) Нулевая фаза характеризуется четкой локализацией обломков на небольшой площадке в месте сброса. Длительность ее: с момента сброса маркированной керамики до первого заметного волнения в нашем случае с 27.08 по 30.09.2010 г.; 2) Первая фаза характеризуется транспортированием обломков вдольберегового течения и распределением их полосой паралельно береговой линии. Длительность ее периода совпадает с первым штормом; 3) Вторая фаза характеризуется «набиванием» маркированных обломков в прибрежную полосу. Длительность ее, вероятно, зависит от количества и мощности прибойной волны, в нашем случае, очевидно, до года; 4) Третья фаза характеризуется постепенным видоизменением керамических обломков в сторону «оптимальной» формы в виде гальки. Длительность: от попадания фрагментов в прибрежную полосу, покрытия их слоем гальки и началом активного абразивного влияния последней.

Не вызывает сомнений то, что полученную в результате эксперимента схему движения керамических обломков можна экстраполировать на археологический материал с отвалов, который сбрасывали в море в течение многих сезонов раскопок Херсонеса. Вероятно, попадание его на большие глубины не происходило. Ярким примером, который иллюстрирует судьбу археологических материалов, попавших в прибрежную полосу, может быть пляж под Уваровской базиликой, галька которого имеет «археологическое» происхождение.

Уникальные условия, в которых находится каждый затопленный памятник археологии, конечно, не позволяют прямо переносить результаты этого эксперимента на другие объекты исследований. Но все же они довольно однозначно указывают на принципиальную перспективность применения указанного метода для исследования каждого конкретного случая.

A.A. Bukatov, A.V. Kulahin, R.M. Reyda

EXPERIENCE OF USAGE OF TRACE EVIDENCE METHOD IN CHERSONESOS WATER AREA

An experiment with the usage of trace evidence method in water area around Tauric Chersonesos with the help of marked archaeological ceramic fragments was conducted in 2010 aiming to detect the influence of the sea's hydrophysical factor. Wreckage was marked by acrylic light-grey paint for covering of concrete floor which is persistent for chemical and physical impact. About 300 kg of ceramic fragments weighting from 10 to 150 g were prepared.

The experiment allowed the authors to trace the movement and change of ceramic pieces dropped with that aim. Preliminary it is possible to speak of the following phases of marked wreckage stay on the sea surface: A) Zero phase is characterized by the precise localization of the fragments on a small area at the place of sinking. It lasts since the marked ceramics sinking till the first visible roughness, in our specific case from 27.08 to 30.09.2010; B) The first phase is characterized by transportation of the shreds along coastal current and their allocation in a parallel to coastline belt. Duration of its period coincides with the first storm; C) The second phase is characterized by «jamming» of marked fragments into the coastline. Its duration apparently depends on quantity and strength of breakers; it is evidently around a year in case of our experiment; D) The third phase is described by the gradual modification of ceramic fragments towards the «optimal» form in shape of pebbles. Its duration lasts since the fragments' falling into the coastline, their covering with pebbles, and the beginning of the pebbles' active abrasive influence.

Undoubtedly that the scheme of ceramic fragments' movement obtained following the experiment can be extrapolated upon the archaeological material from the backfills which was dropped into the sea during many seasons of excavations at Chersonesos. Probably, this material never got into the great depth. The beach under Uvarov Basilica can be a striking example illustrating the destiny archaeological materials having got into the coastline, where pebbles are of «archaeological» origin.

Of course, unique circumstances of each sunken archaeological site do not allow extending this experiment's results upon other researched objects. Nevertheless, they quite clearly indicate the principal perspectives of this method's usage for the study of each separate case.