

ВЛИЯНИЕ ВОЗДУШНОЙ ПРОСЛОЙКИ В ПЕРЬЕВОМ ПОКРОВЕ ВОДНЫХ ПТИЦ И В ПОДШЕРСТКЕ ПОЛУВОДНЫХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ НА ПЛАВУЧЕСТЬ И ГИДРОДИНАМИКУ

Экспериментально найден объем воздуха, заключенный в перьевом и волосаном покровах 11 видов водных птиц и 5 видов полуводных млекопитающих, принадлежащих к разным экоморфам, и установлено его влияние на плавучесть и гидродинамику животных. Получена картина обтекания тела калана и ондатры потоком воды при их плавании с разными скоростями; показана демпфирующая роль волосаного покрова и воздушной прослойки в нем, снижающая сопротивление движению.

В процессе эволюции в организации водных птиц и полуводных млекопитающих выработался комплекс эколого-морфологических адаптаций, направленных на приобретение нейтральной или близкой к ней плавучести и на снижение гидродинамического сопротивления при плавании. Важная роль в этом принадлежит перьевому и волосаному покровам и заключенной в них воздушной подушке. Одной из характерных особенностей большинства нектосеронных и ксеронектонных птиц и млекопитающих, в отличие от наземных видов и эунектонных представителей, является наличие на их теле хорошо развитого перьевого или волосаного покровов, способных сохранять в себе значительный объем воздуха. Функции покровов и заключенной в них воздушной прослойки многообразны, наиболее важными из них являются термоизоляционная, гидростатическая и гидродинамическая.

Цель настоящей работы - экспериментальным путем определить объем воздуха, заключенного в покровах ряда водных птиц и полуводных млекопитающих, и его влияние на плавучесть животных, а также получить качественную картину обтекания тела некоторых видов млекопитающих потоком воды при различных режимах плавания и влияние волосаного покрова и воздушной подушки на гидродинамику.

Материал и методика. Материал собран автором в различных экспедициях: по водным птицам - во время их зимовок в бухтах г. Севастополя и на Молочном лимане (Азовское море) в 1986-1997 гг.; по золотоволосому пингвину - в экспедиции на НПС "Скиф" (г. Керчь) в районе Субантарктики в 1976 г.; по ондатре и нутрии - в устье Днепра (г. Херсон) в 1987 г.; по бобру - в Воронежском госзаповеднике в 1971-1972 гг.; по европейской норке - в Александровском звероводческом хозяйстве (Одесская обл.); по калану - на Командорских островах в 1974 и 1988 гг. Определение плотности тела производили методом, основанным на измерении объема и массы тела животного. Плавучесть находили как разность между плотностью воды и плотностью тела. Для выявления влияния воздушной подушки на плавучесть определения для каждой особи производили дважды. Первоначально в вымеренную емкость с водой опускали животное, стремясь при этом, чтобы не выходил воздух из подшерстка и из-под пера, и определяли объем вытесненной воды. Затем под водой выжимали воздух, заключенный в подшерстке и под пером, и повторяли определение объема. Разность между первым и вторым определениями и составляла то количество воздуха, которое содержится в покровах животных. Необходимо отметить, что с какой бы осторожностью первоначально ни погружали животное в воду, какой-то объем воздуха (10-15%) все же выжимается из подшерстка. Эксперименты проводились на только что убитых животных, не подвергшихся какой-либо фиксации. В опытах использовались следующие виды птиц и млекопитающих: серебристая чайка - *Larus argentatus*, серокрылая чайка - *Larus glaucescens*, пестроногая крачка - *Thalasseus sandvicensis*, свиязь - *Anas penelope*, серый гусь - *Anser anser*, хохлатая чернеть - *Aythya fuligula*, красноголовый нырок - *Aythya ferina*, серошекая поганка - *Podiceps griseigena*, большой баклан - *Phalacrocorax carbo*, топорок - *Lunda cirrhata*, золотоволосый пингвин - *Eudyptes chrysolophus*, норка - *Mustela*

lutreola, нутрия - *Myocastor coypus*, ондатра - *Ondatra zibethica*, бобр - *Castor fiber* и калан - *Enhydra lutris*.

Подводная киносъемка ондатры и калана при разных скоростях плавания позволила получить картину обтекания их тела потоком воды и изучить влияние покровов и воздушной прослойки в них на пограничный слой.

Результаты и обсуждение. В таблице приведены полученные нами данные по плотности тела и плавучести птиц и млекопитающих с разной степенью адаптации к жизни в воде с заключенной в перьевом и волосяном покровах воздушной подушкой и

Таблица. Плотность тела и плавучесть водных птиц и полуводных млекопитающих
Table. Body density and buoyance of the water birds and semi-aquatic mammals

Вид	P 1	q 1	P 2	q 2	W, см ³
<i>Larus argentatus</i> Pontopp.	0,57	+0,45	0,59	+0,43	50,0
<i>L. glaucescens</i> Naum.	0,57	+0,45	0,59	+0,43	50,0
<i>Thalasseus sandvicensis</i> (Lath.)	0,58	+0,44	0,60	+0,42	30,0
<i>Anas penelope</i> L.	0,63	+0,39	0,65	+0,36	80,0
<i>Anser anser</i> (L.)	0,63	+0,39	0,65	+0,36	100,0
<i>Aythya fuligula</i> (L.)	0,68	+0,33	0,70	+0,31	80,0
<i>A. ferina</i> (L.)	0,68	+0,33	0,70	+0,31	85,0
<i>Lunda cirrhata</i> (Pall.)	0,82	+0,19	0,85	+0,16	70,0
<i>Podiceps griseigena</i> (Bodd.)	0,83	+0,19	0,86	+0,15	95,0
<i>Phalacrocorax carbo</i> (L.)	0,72	+0,30	0,77	+0,25	40,0
<i>Eudiptes chrysolophus</i> Brandt	0,96	+0,06	0,99	+0,03	180,0
<i>Mustela lutreola</i> L.	0,97	+0,03	1,07	-0,07	70,0
<i>Myocastor coypus</i> Moll.	0,94	+0,03	1,04	-0,04	180,0
<i>Ondatra zibethica</i> L.	0,91	+0,09	1,03	-0,03	125,0
<i>Castor fiber</i> L.	0,93	+0,07	1,02	-0,02	500,0
<i>Enhydra lutris</i> L.	0,92	+0,10	1,00	-0,02	1500,0

Примечание: Плотность тела (P1) и плавучесть (q1) с воздухом под перьями и в подшерстке; плотность тела (P2) и плавучесть (q 2) без воздуха под перьями и в подшерстке животных. W - объем воздуха, заключенного под перьями и в подшерстке животных.

без нее. Виды птиц расположены по мере уменьшения их плавучести, млекопитающих - по мере ее увеличения.

Птицы, плавающие только на поверхности воды и не ныряющие, имеют высокие значения плавучести (чайки, крачка), как с заключенным под перьями воздухом, так и без него. Следующая группа объединяет виды, большую часть времени плавающие на поверхности, ныряющие на небольшие глубины и недолго остающиеся под водой (хохлатая чернеть, красноголовый нырок, свиязь и др.). Объем заключенного под перьями воздуха у них довольно большой, однако плавучесть ниже, чем у не ныряющих видов. Высокую плотность тела и относительно низкую плавучесть имеют серошекая поганка и баклан. Эти птицы ныряют глубоко, подолгу остаются под водой, и излишне высокая плавучесть была бы для них невыгодна, поскольку забирала бы много энергии на занывивание. Особняком стоит золотоволосый пингвин - типичный представитель ксеронектонной экоморфы [2] - не летающий и проводящий в толще воды длительное время. Плавучесть у него близка к нейтральной. По гидростатическим адаптациям пингвины сравнимы со многими эунектонными гидробионтами, плавучесть которых лежит в пределах (-0,03) - (+ 0,03) [1].

Среди нектоксеронных млекопитающих наиболее низкая плавучесть, как с воздухом в подшерстке, так и без него, - у европейской норки. Далее в ряду «нутрия - ондатра - бобр» она постепенно повышается и у калана приближается к нейтральному уровню. Следует отметить, что заполненность воздухом легких у каждого подопытного животного была, скорее всего, неодинаковой, как и разной была их упитанность. Это не могло не отразиться на величине их плотности тела и плавучести. Определить объем воздуха в легких очень сложно.

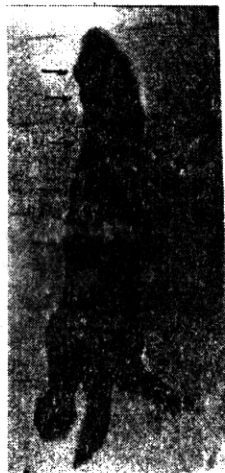


Рис.1. Форма тела *Enhydra lutris* L. при скорости плавания 1,5 м/с.

Стрелками показаны волны на поверхности волос.

Fig.1. The shape of *Enhydra lutris* body under swimming speed 1,5 m/s.

Waves on the hair surface are indicated by arrows.

Рис.2. Плывущая под водой ондатра.

Видны пузырьки воздуха, выжимаемого потоком воды из подшерстка.

Fig.2. *Ondatra zibethica*, swimming under water.

Air bubbles pressed out by water streams from hair are seen..



Анализ кинограмм характера обтекания тела ондатры и калана при прямолинейном плавании в толще воды с разными скоростями показал, что ламинарное обтекание тела потоком воды сохраняется у ондатры до скоростей 0,2 - 0,3 м/с, у калана - до 0,5 м/с. С ростом скоростей поток воды на всем протяжении тела становится полностью турбулентным и хорошо видны бегущие по волосам подвижные волны деформации (рис. 1), расположенные перпендикулярно направлению движения. В месте возникновения избыточного давления часть воздуха выжимается из подшерстка в воду (рис.2), а другая часть перетекает в близлежащий участок тела, где давление потока не столь велико. Объем выжимаемого из подшерстка воздуха с ростом скоростей движения и при совершении маневров увеличивается. По этой и другим причинам полуводные млекопитающие много времени уделяют уходу за волосным покровом (чищают и взбивают его), тем самым пополняя выжатый из подшерстка воздух и удаляя просочившуюся к телу воду. Волосы и заключенная в них воздушная подушка поглощают часть энергии турбулентных пульсаций потока, выполняя роль демпфера, что, в конечном итоге, приводит к снижению сопротивления плаванию.

Таким образом, экспериментально показана важная гидростатическая и гидродинамическая функции перьевого и волосного покровов и заключенной в них воздушной подушки в жизни водных птиц и полуводных млекопитающих.

1. Алев Ю.Г. Нектон.- Киев, 1976.- 392 с.

2. Мордвинов Ю.Е. Функциональная морфология плавания птиц и полуводных млекопитающих.- Киев, 1984.- 168 с.

THE INFLUENCE OF AIR LAYER IN THE FEATHER COVER OF WATER BIRDS AND IN THE HAIR OF SEMI-AQUATIC MAMMALS ON BYOYANCY AND HYDRODYNAMIC

Summary

Air volumes in the feather and hair of 11 water birds species and 5 semi-aquatic mammals species belonging to different ecomorphs are determined experimentally. The influence of the air layer on the animals byoyancy and hydrodynamics is ascertained. Flowing of *Ondatra zibethica* and *Enhydra lutris* body by water stream under different swimming speed is studied. Damper role of hair covering and air layer decreasing water resistance is shown.

УДК 574.5:579:578:536.5(262.5)

О. А. СТЕПАНОВА, В. Г. ШАЙДА

ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА БИОЭНЕРГЕТИКУ МОРСКОГО МИКРОПЛАНКТОНА

Изучено влияние искусственной ультрафиолетовой (УФ) радиации с постоянной мощностью и длиной волны 254-320 нм на уровни биоэнергетики морского микропланктона. Установлено ингибирующее воздействие УФ, выражающееся в снижении численности, процессов метаболизма и жизнеспособности сообществ микроорганизмов, вплоть до полной их гибели. Наиболее чувствительна к УФ облучению фракция бактериопланктона. Цианобактерии играют защитную роль по отношению к другим, более мелким размерным фракциям микропланктона при УФ радиации. Сохранение жизнеспособности морского микропланктона возможно при кратковременном 5-минутном УФ воздействии и зависит от глубины облучаемого слоя морской воды, который должен быть не менее 10 см.

Как известно, биологическое воздействие коротковолновых ультрафиолетовых (УФ) лучей обусловлено химическими изменениями поглощающих их молекул живых клеток, главным образом молекул нуклеиновых кислот (ДНК и РНК) и белков, и проявляется в нарушениях деления клеток, возникновении мутаций и их гибели. Однако УФ лучи обладают не только отрицательным, но и положительным биологическим действием, что зависит от длительности УФ воздействия, длины волны УФ лучей, глубины их проникновения и прочих факторов [1-3, 8, 10].

Настоящая работа посвящена изучению влияния УФ излучения на биоэнергетику морского микропланктона, играющего одну из основных (ключевых) ролей в трансформации и круговороте органического углерода в Мировом океане.

Материал и методика. Для исследований использовали морскую воду, отобранную зимой и весной в утренние часы (8-9 ч по местному времени) с поверхностного горизонта (10 см) у берега в Севастопольской бухте, а также фильтраты этих проб воды после их пропускания через фильтры Нуклеопор с диаметром пор 0,45 мкм. УФ облучение проб морской воды и фильтратов проводили в стерильном химическом стакане емкостью 1 л и высотой 10 см, используя для этой цели закрепленную в 10 см от стакана бактерицидную лампу БУФ-30 с постоянной мощностью (270 мкВт/см²) и длиной волны 254-320 нм [3]. Длительность облучения составляла 5, 15, 30 и 60 мин, что по приблизительным подсчетам, в 10, 30, 60 и 120 раз превышает суммарный дневной фон естественной УФ радиации Солнца [2,8]. Забор облученной воды из стакана проводили с поверхностного слоя (0,5 см) и с глубины в 10 см. Влияние УФ радиации на биоэнергетику микропланктона в пробах морской воды и фильтратов изучали в микрокалориметрии, используя прибор непрерывного