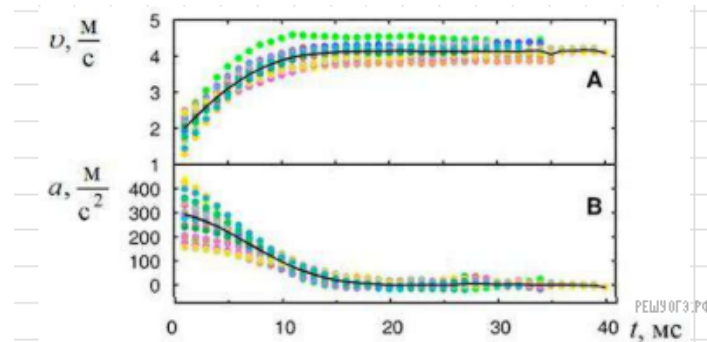


Рыбы-брызгуны

Рыбы-брызгуны, род лучеперых рыб семейства Toxotidae отряда окунеобразных, отличаются способностью брызгать водой из-под воды в воздух с целью сбить и впоследствии съесть насекомых, упавших в воду.

Рыбы-брызгуны отличаются меткостью, практически всегда поражая «плевком» воды свою цель. Длина «выстрела» составляет 1–2 метра в зависимости от размера рыбы. Для стрельбы водой брызгун замирает у поверхности воды прямо под жертвой вверх головой и резким движением жаберных крышек направляет воду на жертву.



Чтобы разобраться в механизме такого уникального способа охоты, физики засняли процесс охоты полосатого брызгуна на сверхскоростную видеокамеру со скоростью съемки 1000 кадров в секунду и получили динамические характеристики струи (см. рисунок). Анализ видеок кадров показал, что струя вылетает изо рта брызгуна с большим ускорением. Ускорение быстро уменьшается и падает до нуля за 15 мс, скорость выплюнутой рыбой воды при этом достигает 4 м/с. В процессе «плевка» рыба постепенно увеличивает скорость выплевываемой жидкости, получается, что начало выпущенной струи движется с меньшей скоростью, чем ее окончание. В струе можно выделить большую головную часть (движущуюся с меньшей скоростью) и тонкий «хвост» (движущийся с большей скоростью). Перед попаданием в цель масса и размер головной части струи увеличиваются за счет перетекания жидкости из хвостовой части, а длина хвостовой части уменьшается. Это позволяет поразить насекомое максимальным количеством жидкости за минимальное время. По расчетам ученых струя воды в момент удара о насекомое действует на него с силой около 200 мН. Среднее насекомое (например, муха или клоп) массой около 100 мг обычно цепляется за ветку с силой примерно 20 мН. Таким образом, сила струи при ударе почти на порядок превышает силу, с которой жертва хватается за ветку, что объясняет легкость, с которой сбивается насекомое.

На рисунке изображена цилиндрическая модель струи. Выпущенная рыбой-брызгуном, в различные моменты времени после «плевка». В какой (-ие) моменты времени сила удара струи о препятствие будет наибольшей? Ответ поясните. Считать, что скорость передней и задней частей струи в процессе движения не меняются, а после удара струя не отражается.

