

## ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КАСПИЙСКОЙ КИЛЬКИ

А. Я. КАШИРСКИЙ

В 1954 г. нами проводились работы по определению физико-технических показателей промысловых видов каспийской кильки — обыкновенной и анчоусовидной.

Исследования проводили на свежей обыкновенной кильке, вылавливаемой ставными неводами в мае в районе Главный Лопатин — о. Чечень, и на свежей анчоусовидной кильке, вылавливаемой на электросвет в августе—сентябре у восточного побережья Каспия в районе Кызыл-Узень. Для каждого экземпляра кильки определяли линейные размеры тела, вес, объем, удельный вес, расположение центра тяжести и площадь поверхности тела (без плавников). Кильку в массовом количестве брали для измерения углов скольжения по смоченным поверхностям (дерево, резиновая лента, оцинкованное железо, черная и белая жесть), углов естественного откоса и насыпного веса при свободном насыпании, встряхивании и отстаивании в течение 2 час.

Были получены конкретные данные, но в силу значительного сцепления тела кильки с поверхностью наклонной плоскости не было получено определенных углов скольжения как для обыкновенной, так и для анчоусовидной кильки.

Следует полагать, что степень скольжения рыбы в основном обусловлена отношением веса рыбы к площади соприкосновения ее с наклонной плоскостью. Это отношение для такой рыбки, как килька, сравнительно мало.

По данным некоторых исследователей [3], углы скольжения даже крупной рыбы колеблются в довольно больших пределах. Для кильки эти пределы расширяются, теряя определенность. Анализируя полученные данные по измерениям кильки, мы пришли к выводу, что основные физико-технические параметры кильки взаимосвязаны. Результаты проведенной работы показывают, что у кильки, особенно анчоусовидной, такая закономерность есть и подтверждается математическими выкладками. В то же время небольшие отклонения есть и всегда будут в любой породе рыб, так как на общую закономерность взаимосвязи физико-технических параметров оказывают влияние пол, возраст и другие биологические факторы.

### МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИИ

Обыкновенную кильку исследовали на рыбозаводе Главный Лопатин через 3—4 часа после вылова, анчоусовидную — на рыбокомбинате в Баугине через 4—5 час. после вылова, причем углы скольжения измеряли непосредственно на судне. Остальные измерения проводили в заводских лабораториях. Для каждого взвешенного экземпляра кильки поочередно определяли все данные, приведенные ниже в таблицах. Вес и объем кильки определяли с помощью весов Мора-Вест-

фаля, предназначенных для определения удельного веса. При определении объема кильку погружали в пресную воду.

Удельный вес в  $г/см^3$  определяли как отношение веса к объему.

Линейные замеры производили штангенциркулем и специальной линейкой с нулевым упором, в который килька упиралась «носом». Самая передняя точка рыбы, т. е. передняя оконечность в нижней челюсти ее, в нашей работе будет именоваться начальной точкой, так как эта точка является началом всех долевых отсчетов. Термин «начальная точка», или «нуль», принят нами еще потому, что термины в литературе по рыбе «начало рыла», «рыло» и «конец рыла» неудачны. Линейные измерения проводились с точностью до 0,2 мм, объемный вес измерялся с точностью до 0,01- $г/см^3$ .

Положение центра тяжести определяли уравниванием экземпляра кильки на тонкой нити, пронизывающей ее тело с боков; затем штангенциркулем замеряли расстояние от нуля до найденной поперечной оси равновесия. По высоте рыбы ц. т. находится под позвоночником, в верхней точке брюшной полости в диаметральной плоскости.

Поверхность тела кильки вычисляли по сумме наружных поверхностей отдельных ее частей. От нуля по длине тела на расстоянии 1 см друг от друга условно проводили поперечные сечения. Затем замеряли периметр каждого сечения путем обхвата тела рыбки тонкой нитью. Там, где нить сдаивалась, одновременно обрезали оба конца нити острым лезвием. Длину нити, соответствующую периметру того или иного сечения, замеряли с точностью до 0,2 мм. Таким образом, килька по длине была разделена на несколько частей. Поверхность головы, т. е. первой части, определяли как боковую поверхность конуса, периметр основания которого найден, а высота равна 1 см. Поверхность остальных частей определяли как боковую поверхность усеченных конусов или цилиндров с высотой 1 см. В сумме эти поверхности составляли поверхность кильки. Такой метод определения поверхности рыбы более кропотлив, чем метод Фойта, но зато дает лучшие результаты.

Углы скольжения измеряли при помощи приспособления, сущность которого заключается в следующем. Площадка размером  $0,9 \times 0,5$  м со сменными поверхностями одной стороной шарнирно прикреплена к каркасу. Сбоку площадки приклепана стрелка, которая показывает угол наклона плоскости на неподвижном секторе, градуированном от 0 до 90°. Угол наклона площадки плавно изменяется при помощи горизонтального винта с рукояткой. Кильку в количестве 4—5 кг насыпали на верхний край плоскости равномерным слоем. Затем изменяли угол наклона и проводили наблюдения. Также проводили наблюдения над степенью скольжения кильки в случае равномерного падения ее на верхний край наклонной плоскости с высоты 20 см. В целях создания одинаковых условий скольжения рыбы все сменные поверхности после каждого определения протирали мокрой ветошью.

Угол естественного откоса определяли с помощью специального отвеса, нить которого показывала на градуированной шкале искомый угол, когда удлиненное основание прибора прикладывали к образующей конуса рыбы. Конус получался путем перевертывания ведра с рыбой на ровную горизонтальную площадку. Углы замерялись с четырех сторон конуса по перпендикулярным диаметрам. Учитывали состояние рыбы и средний вес экземпляра.

Насыпной вес обыкновенной кильки определяли в трех емкостях (50, 24 и 12 л) для четырех случаев — свободное насыпание в тару, насыпание при встряхивании тары, свободное насыпание и двухчасовой отстой (с докладкой), насыпание при встряхивании и двухчасовой отстой (с докладкой). Предварительно рыбу обезвоживали в ящи-

ках в течение 2 час. Учитывали состояние рыбы и средний вес экземпляра. Для анчоусовидной кильки насыпной вес определяли в одной емкости (100-литровая бочка) для трех случаев — свободное насыпание, насыпание при встряхивании, насыпание при встряхивании и двухчасовом отстое с докладкой. Определен средний насыпной вес анчоусовидной кильки без специального водоотделения (для производственных условий).

### ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ КИЛЬКИ

Основным исходным физико-техническим параметром кильки в нашей работе принята длина тела, т. е. расстояние от самой передней точки рыбы (от нуля) до конца чешуйчатого покрова. Все остальные показатели даны в возрастающем порядке длины тела. Расстояния от нуля до начала плавников у обыкновенной кильки измерены по прямому, соединяющим эти точки.

#### Линейные размеры, насыпной вес и угол естественного откоса обыкновенной кильки

Схема измерения линейных размеров обыкновенной кильки показана на рис. 1, а цифровые значения измеренных линейных величин в мм сведены в табл. 1.

Таблица 1

Показатели	Обозначения	Число рыб в интервале			
		6	8	16	7
Длина тела кильки . . . . .	$L_1$	64—70	71—80	80—90	91—99
Общая длина . . . . .	$L_0$	77—83	82—93	95—104	105—116
Высота тела . . . . .	$H$	13—16	16—18	17—21	19—22
Толщина тела . . . . .	$b$	5,5—6,5	6—7,5	6,7—8	7—8,5
Длина головы . . . . .	$c$	16—16,5	16,2—18	19,5—21	10,5—22
Высота головы . . . . .	$d$	10,6—11,5	11,5—14	13,5—14,5	14,7—16,5
Расстояние:					
от нуля до начала спинного плавника	$m_1$	33—24	32,2—39,5	39—43	44—49
от нуля до грудного плавника . . . . .	$p_1$	15—16	16—19	18—21	21—22
от нуля до брюшного плавника . . . . .	$n_1$	35—39	39—44	42—49	48—52
от нуля до анального плавника . . . . .	$k_1$	48—49	50—60	59—66	66—70
Глубина брюшной полости . . . . .	$y$	8—9,5	10,5—12,5	11,5—14	12—14,5
Высота предхвостья . . . . .	$f$	4,5—5,5	4,5—6,2	5,5—7	6,3—7
От нуля до оси ц. т. . . . .	$l$	30—31	31,5—36,5	36,5—40	42—45
Вес кильки в г . . . . .	$g$	2,35—2,84	3,43—4,9	4,56—6,1	5,84—8
Объем кильки в см <sup>3</sup> . . . . .	$V$	2,33—2,8	3,4—4,7	4,44—5,92	5,84—7,83
Средний удельный вес в г/см <sup>3</sup> . . . . .	$\gamma$	1,026	1,032	1,044	1,018
Поверхность тела в см <sup>2</sup>	$S$	14,43—15,34	17,2—23,6	22,5—27,4	28,2—32,6

Примечание. Биологическое состояние кильки в период измерений было одинаковым.

Данные, характеризующие насыпной вес и угол естественного откоса обыкновенной кильки, приведены соответственно в табл. 2 и 3.

Таблица 2

Емкость тары в л	Насыпной вес обыкновенной кильки в $t/m^3$			
	свободное насыпание	насыпание при встряхивании тары	свободное насыпание и двухчасовой отстой	насыпание при встряхивании и двухчасовой отстой
50	0,845—0,92	0,936—0,959	0,945—1,008	0,966—0,987
24	0,8—0,857	0,907—0,965	0,878—0,95	0,937—1,00
12	0,802—0,923	0,956—0,99	0,89—1,048	0,974—1,026
	0,857	0,948	0,952	0,98

Примечание. Средний вес экземпляра кильки 3—6 г. Килька снулая, I сорта.

Таблица 3

Дата	Номер опыта	Состояние рыбы	Средний вес экземпляра в г	Угол естественного откоса по перпендикулярным диаметрам в четырех точках				Средний угол естественного откоса для четырех точек в град.
				1	2	3	4	
9/V 1954 г.	1	Снулая, I сорта	4,9	38	42	41	37	39
	2	3—4 часа после вылова . . .	4,9	37	40	39	41	39
	3	То же . . . . .	4,9	42	44	38	45	42
10/V 1954 г.	4	Снулая, I сорта	3,6	30	32	35	31	32
	5	1,5—2 часа после вылова . .	3,6	37	31	33	40	35
	6	То же . . . . .	3,6	35	38	32	39	38
11/V 1954 г.	7	„	4,7	33	34	38	37	36
	8	„	4,7	41	38	36	37	38
	9	„	4,7	39	42	37	40	32

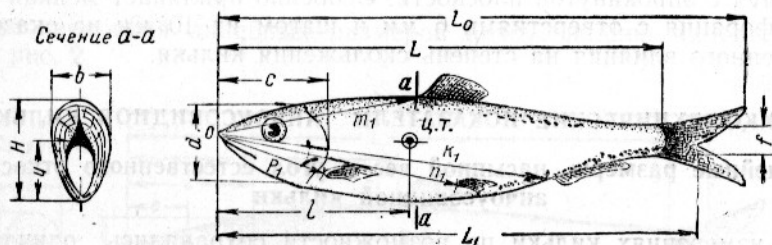


Рис. 1. Схема измерения линейных размеров обыкновенной кильки.

### Углы скольжения обыкновенной кильки

При проведении опытов брали кильку I сорта через 2—4 часа после вылова; средний вес экземпляра 5 г. Определяли углы скольжения по влажным поверхностям — по дереву вдоль волокон, хлопчатобумажной прорезиненной ленте по гладкой и негладкой стороне, оцинкованному

железу без перфорации и с перфорацией, черному железу и белой жести. Для сравнения проверяли влажное стекло и оргстекло. Сухие поверхности не исследовали, так как практического значения для мелкой рыбы они не имеют.

Обобщая результаты определения углов скольжения кильки, можно сделать следующие замечания. Килька — специфический сыпучий материал. Отдельные экземпляры кильки почти по всем плоскостям, исключая хорошо смоченные белую жечь и стекло, при любых углах наклона в большинстве случаев не скатываются.

Килька, как мелкая рыбка с относительно большой площадью прилегания по отношению к своему весу, для единичных экземпляров не имеет определенных углов скольжения по плоскостям. Коэффициент трения кильки по дереву, резине, оцинкованному железу и черной жести больше, чем средний коэффициент трения кильки по кильке. Поэтому килька в массе своей начинает скользить слой по слою при углах наклона 35—40°, делая срывы по чистой поверхности.

Падение кильки на наклонную плоскость с высоты 200 мм несколько способствует ее скольжению. Однако падающая килька, проходя по инерции небольшую часть плоскости, также залегает. При накоплении слоя килька начинает вновь сползать, не имея уже первоначальной скорости. Килька, задержавшаяся в стороне от потока, как бы присыхает и не скользит даже при отвесном положении. Следовательно, на коэффициент трения ее особенно оказывает влияние время предварительного контакта.

Белая жечь дает результаты значительно лучшие: масса кильки с самого начала скользит непосредственно по жести и при меньших углах. Лучшие результаты дает влажное стекло: угол скольжения 22—28°. Угол скольжения массы кильки по смоченной белой жести следует считать равным 30—37°, средний коэффициент трения 0,65. Угол скольжения кильки по кильке 37—40° (угол естественного откоса обыкновенной кильки), средний коэффициент трения 0,8.

При единичном сползании по хорошо смоченной плоскости килька, как правило, разворачивается головой вниз, так как сила веса и сила сопротивления имеют между собой некоторое плечо, образуется пара сил, которая и ориентирует рыбу головой вниз. Способствует этому также хвостовое оперение, прилипающее к плоскости и тормозящее движение.

Степень скольжения кильки зависит от свежести ее. Менее свежая килька хуже скользит. Сила сцепления тела кильки с поверхностью скольжения иногда превышает вес самой кильки, так что последняя не отрывается с опрокинутой плоскости. Особенно прилипает мелкая килька. Перфорация с отверстиями 6 мм и шагом 10 мм не оказывает существенного влияния на степень скольжения кильки.

#### **ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ АНЧОУСОВИДНОЙ КИЛЬКИ**

##### **Линейные размеры, насыпной вес и угол естественного откоса анчоусовидной кильки**

При измерениях кильки по возможности сохранялись одинаковые условия: время после вылова, хранение при доставке с мест лова, степень поверхностной влажности тела, общее состояние рыбы и пр.

Расстояния от начальной точки до плавников анчоусовидной кильки измеряли по направлению длины, т. е. измеряли расстояния от нуля до вертикали, проведенной через начало того или другого плавника. Для анчоусовидной кильки определяли положение глаза.

Линейные размеры в мм анчоусовидной кильки в возрастающем порядке приведены в табл. 4.

Показатели	Обозначения	Число рыб в интервале			
		7	28	25	11
Длина тела кильки . . . . .	$L_1$	80-92	92-102	102-110	110-121
Общая длина . . . . .	$L_0$	93-107	105-118	118-126	126-138
Высота тела . . . . .	$H$	14,5-18,5	17-21	20,5-22,5	21,5-24
Толщина тела . . . . .	$b$	7,2-9,2	9-10,5	10,5-11,5	11-12
Длина головы . . . . .	$c$	18,5-21,5	20,5-24	24-26	25-26,5
Высота головы . . . . .	$d$	11,2-13	12,5-15	14,5-16	15-16,5
Расстояние:					
от нуля до спинного плавника . . . . .	$m_1$	40-46,5	45-52	51-56	55-62
от нуля до грудного плавника . . . . .	$p$	18-21	19,5-23	21,5-25	23,5-27
от нуля до брюшного плавника . . . . .	$n$	44-51	49-57	55-60	60-65
от нуля до анального плавника . . . . .	$k$	58-67	65-76	74-81	79-86
от нуля до центра глаза . . . . .	$e$	8,5-10,5	10-11,5	11-12	11,5-12,5
от нуля до оси ц. т. . . . .	$l$	37-44	43-50	49-54	53-59
Глубина брюшной полости	$y$	8-10,5	10,3-13	12-14	13,6-16
Высота предхвостья . . . . .	$f$	5,5-7	6,5-7,5	7-7,8	7,5-8
Вес экземпляра в г . . . . .	$g$	3,9-6,2	6,1-9,8	9,4-12,8	11,6-14,4
Объем тела в $см^3$ . . . . .	$V$	4-6,7	6,1-9,9	9,7-13,2	12-14,7
Средний удельный вес в $г/см^3$ . . . . .	$\gamma$	0,96	0,98	0,96	0,97
Поверхность тела в $см^2$	$S$	20,2-28,7	27,5-36,2	35,2-41,6	41,2-41,6

Примечание. Биологическое состояние кильки в период измерений было одинаковым.

Схема измерения линейных размеров анчоусовидной кильки показана на рис. 2.

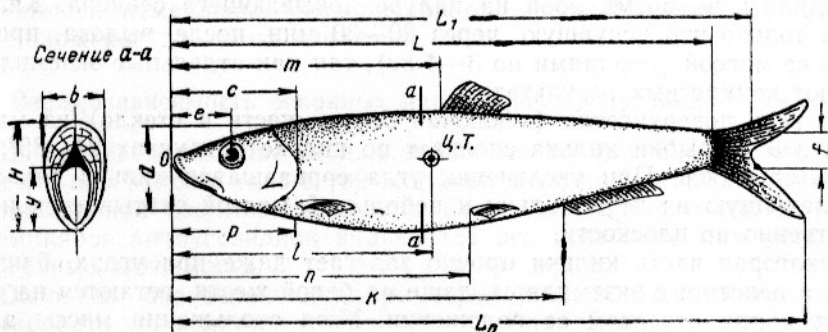


Рис. 2. Схема измерения линейных размеров анчоусовидной кильки.

Определение насыпного веса анчоусовидной кильки производилось на сейнере во время лова. В качестве емкости служила 100-литровая бочка (уточненный объем 95,5 л). Вылавливаемая килька имела средний вес 6,8—8,4 г. Замеры производились по пять раз для каждого случая (30 определений).

Данные, характеризующие средний насыпной вес и угол естественного откоса, приведены соответственно в табл. 5 и 6.

Таблица 5

Степень влагосодержания	Средний насыпной вес в $t/m^3$		
	при свободном насыпании	при встряхивании рыбы	при утряске и двухчасовом отстое с докладкой
Вода отделялась отстаиванием кильки в ящиках в течение 1 часа . . . . .	0,833	0,869	0,874
Без специального водоотделения через 10—15 мин. после вылова (при стечке на столах) . . . . .	0,896	0,915	0,921

Таблица 6

Дата	Номер опыта	Состояние рыбы	Средний вес одного экземпляра в г	Угол естественного откоса по перпендикулярным диаметрам в четырех точках				Средний угол естественного откоса для четырех точек в град.
				1	2	3	4	
3/IX 1954 г.	1	Свежая, через 1 час после вылова	6,8	29	27	31	28	29
	2		6,8	28	33	31	30	30
	3		6,8	30	32	28	33	31
	4		6,8	31	33	29	31	31
4/IX 1954 г.	5	Свежая, через 1 час после вылова	7,5	31	29	32	28	30
	6		7,5	29	32	35	28	31
	7		7,5	34	32	28	31	31
	8		7,5	32	34	33	31	32

### Углы скольжения анчоусовидной кильки

Углы скольжения для анчоусовидной кильки определяли по тем же влажным поверхностям, что и для обыкновенной кильки. Работа проводилась во время лова на палубе добывающего сейнера. Кильку брали только что уснувшую, через 20—30 мин. после вылова, причем брали ее массой (порциями по 3—4 кг), так как отдельные экземпляры не дают конкретных результатов.

На всех поверхностях (исключая белую жесь и стекло) из массы слоем в 3—4 рыбки килька сползает по кильке при углах 24—35°, частично срываясь. При увеличении угла сорвавшаяся килька захватывает лежащую на пути кильку и небольшой массой скатывается непосредственно по плоскости.

Некоторая часть кильки прочно залегает даже при углах, близких к 90°, а некоторые экземпляры, даже на белой жести, остаются на плоскости и при отвесном ее положении. Угол скольжения массы анчоусовидной кильки по влажной белой жести следует считать равным 27—35°, средний коэффициент трения 0,6.

Степень скольжения кильки резко зависит от степени влажности поверхностей. С увеличением угла наклона плоскости степень влажности ее уменьшается, а вместе с этим увеличивается клейкость тела рыбы. Степень скольжения в основном определяется отношением веса ее к площади соприкосновения.

Отношение  $\frac{g}{S_0}$ , характеризующее степень скольжения, будем условно именовать удельной силой скольжения рыбы и обозначать  $\rho$ . Анчоусовидная килька весом  $q=3,03$  г имеет площадь соприкосновения с плоскостью  $S_0 \approx 6,6$  см<sup>2</sup>.

$$\rho = \frac{q}{S_0} = \frac{3,03}{6,6} = 0,45 \text{ г/см}^2.$$

Для кильки весом 5,15 г  $\rho \approx 0,58$  г/см<sup>2</sup>, для кильки весом 10,48 г  $\rho \approx 0,79$  г/см<sup>2</sup>, для кильки весом 14,4 г  $\rho \approx 0,89$  г/см<sup>2</sup>.

Чем крупнее килька, тем выше удельная сила скольжения при неизменных прочих условиях.

С увеличением веса рыбы данной породы увеличивается отношение силы скольжения к силе трения (сцепления). Это справедливо и для других рыб. Следовательно, рыба, как физическое тело, при определении коэффициентов трения резко отличается от других тел. На основании данных заключений следует заметить, что отношение  $\frac{q}{S_0}$  не является «удельной силой сцепления с поверхностью», как указывает К. М. Мершина [7], а наоборот, является величиной, определяющей силу скольжения рыбы.

Анчоусовидная килька по сравнению с обыкновенной имеет несколько выше степень скольжения, так как первая по величине крупнее второй и имеет более округлую форму тела, что снижает удельную поверхность соприкосновения.

Основные выводы, сделанные по определению углов скольжения, справедливы как для обыкновенной, так и для анчоусовидной кильки. Ориентировочные углы скольжения кильки по различным поверхностям даны в сводной табл. 9.

В технических расчетах угол скольжения при падении кильки на наклонную плоскость брать не следует, так как по причине малой упругости тела ее живая сила при ударе о плоскость теряется и поэтому первоначальная скорость скольжения незначительна.

Лотки и тетки для гравитационного перемещения кильки следует делать металлическими с чисто луженой полированной поверхностью. Угол постановки не менее 35°.

Питающие тетки машин целесообразнее делать из оргстекла, угол не менее 25°. Килька, попавшая в любом положении на наклонное влажное стекло, немедленно разворачивается головой вперед и сохраняет это положение до конца движения.

### Взаимозависимость основных параметров анчоусовидной кильки

Из приведенной выше табл. 4 видно, что все линейные размеры, вес, объем и поверхность тела в той или иной мере находятся в прямой пропорциональной взаимозависимости. Количество измеренных в 1954 г. экземпляров анчоусовидной кильки 134 шт. позволило нам установить эту взаимозависимость.

Основным определяющим параметром кильки, по которому следует сортировать ее, является длина тела  $L$ . Зная длину тела анчоусовидной кильки, можно с достаточной точностью определить общую длину, высоту тела, толщину тела (которая составляет примерно половину



высоты), положение плавников и центр тяжести, вес и объем тела, а также площадь поверхности тела. Каждый экземпляр взрослой кильки геометрически подобен любому другому экземпляру с небольшими естественными отклонениями. Размеры головы рыбы менее всего подчиняются закону пропорциональности по отношению к длине тела.

Путем построения графиков и общего анализа имеющихся данных нами установлены следующие математические зависимости основных параметров от длины тела  $L$  и зависимость поверхности  $S$  от веса кильки  $q$  (табл. 7).

Таблица 7

Номер формулы	Искомый параметр	Формула для определения
1	Общая длина	$L_0 = 1,1L + 5,5 \text{ мм}$
2	Высота тела	$H = 0,23L - 3 \text{ мм}$
3	Отстояние ц. т.	$l = 0,5L - 2,5 \text{ мм}$
4	Отстояние спинного плавника	$m = 0,54L - 4 \text{ мм}$
5	Вес тела (при $L \geq 8 \text{ см}$ )	$q = 2,7L - 18,2 \text{ г}$
6	Объем тела (при $L \geq 8 \text{ см}$ )	$V = 2,9h - 20 \text{ см}^3$
7	Поверхность тела $S=f(L)$ (при $L \geq 8 \text{ см}$ )	$S = 7L - 36 \text{ см}^2$
8	Поверхность тела	$S = 2,6L + 11 \text{ см}^2$

Поверхность тела  $S$ , как функция веса  $q$ , определяется не только путем построения графика, но и путем применения формул (5) и (7).

Если  $q=2,7L-18,2$ , то

$$L = \frac{q + 18,2}{2,7};$$

$$S = 7L - 36,3 = 7\left(\frac{q + 18,2}{2,7}\right) - 36,3,$$

откуда  $S=2,6q+11$ , т. е. получается формула (8).

Этим подтверждается правильность наших выводов. В формулах веса, объема и поверхности мы отступили от принципа строгого геометрического подобия, без особой погрешности нарушив соразмерность величин, и вместо формул  $V=aL^3 \pm b$ ,  $S=a_1L^2 \pm b$  вывели для практического пользования более простые формулы, дающие вполне удовлетворительные результаты.

### Зависимость объема от длины, высоты и толщины тела

Объем тела анчоусовидной кильки можно определить по следующей формуле:

$$V = kLHb \text{ см}^3, \quad (9)$$

где:  $L$  — длина тела в см;

$H$  — максимальная высота тела в см;

$b$  — максимальная толщина тела в см;

$k$  — коэффициент объема, характеризующий форму тела рыбы.

Чем меньше коэффициент  $k$ , тем больше обтекаемость тела рыбы. Для анчоусовидной кильки  $k=0,42-0,47$ ; в большинстве случаев  $k$  равен средней величине 0,452. Итак, зная основные линейные размеры

кильки ( $L$ ,  $H$  и  $b$ ), можно с достаточной точностью определить объем ее по формуле

$$V = 0,452 L H b \text{ см}^3. \quad (9)^1$$

Данная формула позволяет судить и о весе кильки, так как удельный вес ее близок к единице (табл. 8).

Таблица 8

Вид кильки	Средний вес одного экземпляра в г	Средний удельный вес в г/см <sup>3</sup>	Средний насыпной вес в т/м <sup>3</sup>		Средний угол естественного откоса в град.
			при свободном насыпании	при встряхивании тары и двухчасовом отстое	
Обыкновенная . . .	5,03	1,023	0,857	0,98	37
Анчоусовидная . .	8,25	0,968	0,833	0,88	31

### Зависимость поверхности тела от периметра максимального сечения и длины тела

Поверхность тела анчоусовидной кильки можно более точно определить по следующей формуле:

$$S = k_1 L P_{\max} \text{ см}^2, \quad (10)$$

где:  $L$  — длина тела в см;

$P_{\max}$  — периметр максимального поперечного сечения тела рыбы в см;

$k_1$  — коэффициент, характеризующий степень обтекаемости тела рыбы.

Для анчоусовидной кильки  $k_1 = 0,69—0,74$ , в большинстве случаев  $k_1$  равен средней величине 0,715.

Итак, зная длину тела и параметр максимального поперечного сечения кильки, можно довольно точно определить поверхность тела анчоусовидной кильки по формуле

$$S = 0,715 L P_{\max} \text{ см}^2. \quad (10)^1$$

С целью уточнения физико-технических показателей кильки, полученных в 1954 г., мы дополнительно провели измерения анчоусовидной кильки, вылавливаемой на электросвет в октябре 1955 г. на западном побережье Каспия в районе Махачкалы. Одновременно некоторые данные получены и для обыкновенной кильки, попадающей как прилов к анчоусовидной. Ниже приведены дополнительные данные по обоим видам кильки: в табл. 10 даны линейные размеры в мм анчоусовидной кильки, а в табл. 11 — линейные размеры в мм обыкновенной кильки.

Таблица 9

Вид кильки	Ориентировочные углы скольжения кильки по влажной поверхности ( $H$ — при наложении кильки на плоскость, $\Pi$ — при падении кильки с высоты 20 см)									
	по гладкой резине		по дереву вдоль волокон		по оцинкованному железу		по черной жести		по белой жести	
	$H$	$\Pi$	$H$	$\Pi$	$H$	$\Pi$	$H$	$\Pi$	$H$	$\Pi$
Обыкновенная	65—80	55—70	50—70	47—65	47—52	42—47	45—50	40—45	30—37	27—35
Анчоусовидная	60—75	50—60	48—58	45—50	40—50	35—45	38—49	35—40	27—35	25—32

Таблица 10

Показатели	Число рыб в интервале				
	8	14	26	23	7
Длина тела . . . . .	75—90	90—100	100—110	110—120	120—128
Промысловая длина . . . . .	80—97	96,5—107	106—117	116—128	128—136
Общая длина . . . . .	87—105	105—116,5	116—128	126—138	138—147
Высота тела . . . . .	14—17	17—20	18—22	19—24,5	21—25,5
Толщина тела . . . . .	7,5—9	9—10,5	10—11,6	20—12,5	11,5—13
Длина головы . . . . .	18—21,8	20,5—24	23—26	25—29,9	27—29,5
Высота головы . . . . .	0—13	12—14	13,5—16	14,5—17,2	16—17,5
Расстояние:					
от нуля до спинного плавника . . . . .	37—45	44,5—52	49—56	53—60	60—64
от нуля до грудного плавника . . . . .	16—20	20—23	21—24,5	23—26	24—27
от нуля до брюшного плавника . . . . .	40—50	49—55	52—62	60—65	65—70
от нуля до анального плавника . . . . .	54—66	66—74	72—81	80—89	89—92
от нуля до центра глаза . . . . .	7,5—10	9,5—10,8	10,5—12	11,5—12,5	12—13,5
от нуля до оси ц. т.	36—43,5	43,5—48	47,4—53,5	52—57	57—59,5
Высота предхвостья . . . . .	5—6,5	6,5—7,2	6,8—8	7,5—8,5	8—8,5
Вес экземпляра в г . . . . .	3,5—6,5	6—9,5	8,2—12	10,5—14,5	13,5—15,9
Объем тела в см <sup>3</sup> . . . . .	3,7—7	6,4—9,8	8,6—12,6	10—16	13,5—17,5
Средний удельный вес в г/см <sup>3</sup> . . . . .	0,95	0,95	0,93	0,9	0,97
Периметр максимального поперечного сечения . . . . .	34—42	40—48	45—51,5	49—56	52—59
Поверхность тела в см <sup>2</sup>	18,25—27,1	26,7—34,4	33—40,5	38,6—47,15	47—43,5

Таблица 11

Показатели	Обозначения	Число рыб в интервале			
		11	23	8	5
Длина тела . . . . .	<i>L</i>	69—75	75—80	80—90,5	90,5—106,5
Промысловая длина . . . . .	<i>L</i> <sub>1</sub>	75—82	80,5—87	86—97	97—115
Общая длина . . . . .	<i>L</i> <sub>0</sub>	82—88,5	88—95	94—105	105—125
Вес кильки в г . . . . .	<i>q</i>	3,15—4,33	4,28—5,35	5—6,62	6,61—12,07

Анализ вновь полученных данных говорит о том, что они вполне соответствуют предыдущим, взаимозависимость основных параметров сохраняется. Новый цифровой материал подтверждает правильность всех выше приведенных формул. Это говорит о том, что каспийская килька, в частности анчоусовидная, имеет вполне конкретную физико-техничес-

кую характеристику. Промысловую длину анчоусовидной кильки, имеющую практическое значение, можно определить по длине тела, исходя из следующей зависимости:

$$L_1 = 1,05L + 2 \text{ мм},$$

где:  $L_1$  — промысловая длина;  
 $L$  — длина тела.

Промысловая длина  $L_1$  обыкновенной кильки в зависимости от длины тела  $L$  выражается формулой

$$L_1 = 1,083L \text{ мм}.$$

Килька, имеющая длину тела  $L=80$  мм, будет иметь промысловую длину  $L_1=1,083 \cdot 80 \approx 87$  мм, что соответствует практическим данным.

### ВЫВОДЫ

1. Анализ физико-технической характеристики каспийской кильки подтвердил установленное прежними работами наличие взаимозависимости основных размеров кильки (длины, высоты, толщины, веса, объема, площади поверхности тела).

Установлены математические зависимости основных параметров от длины тела, площади поверхности тела от веса кильки, объема от длины, высоты и толщины тела.

2. Основным определяющим параметром кильки является длина тела, по которой можно определить другие размеры кильки.

3. Данные, полученные при исследовании угла скольжения кильки по влажной поверхности, могут быть использованы при технических расчетах транспортирующих устройств (лотков, течек и т. п.) для гравитационного перемещения кильки.

### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Балагин Г., Исследования объемного (насыпного) веса, углов скольжения, углов естественного откоса и коэффициентов трения промысловых пород рыб, «Рыбное хозяйство», 1936, № 2 и 3.
2. Правдин И. Ф., Руководство по изучению рыб, Сельколхозгиз, 1931.
3. Подсевалов В. Н. и Белоусов А. А., Соотношение между размерами и весом свежей, соленой и сушеной рыбы, «Рыбное хозяйство», 1949, № 10.
4. Семенов Н. А., Степень просаливания рыбы в зависимости от ее размеров, Труды ВНИРО, т. XX, Пищепромиздат, 1952.
5. Дорменко В. В., О механизации сортировки соленой сельди, Труды ВНИРО, т. XXII, Пищепромиздат, 1952.
6. Белоусов А. А., Физико-технические показатели соленой сельди Астраханского района, Труды ВНИРО, т. XXVII, Пищепромиздат, 1954.
7. Мершина К. М., Физические и механические свойства свежей и соленой рыбы, Известия ТИНРО, т. XXXIX, Владивосток, 1954.
8. Меншутина Л. М., Физические и механические свойства горбуши, Известия ТИНРО, т. XXXIX, Владивосток, 1954.