

Глава II

СОДЕРЖАЛОСЬ ЛИ В ДРЕВНЕМ МЫШЛЕНИИ ПОНЯТИЕ МАССЫ?

Вероятно, первыми физическими величинами, которые должны были подвергаться процессу измерения, были пространство и время — расстояние и длительность. Однако уже в доисторические времена возникновение взаимной торговли и расширение обмена товаров вызвало пути и способы измерения также и количества товаров, таких, как зерно и металлы, для которых простой счет по одному был практически неудобным. Практическая необходимость привела, таким образом, к идее количества материи — исторической предшественнице нашего понятия массы.

В древности могли применяться два метода измерения и оба действительно применялись: определение веса и определение объема.

Употребление весов, несомненно, восходит к доисторическим временам. В древнеегипетской религии Озириса подчеркивалась важность весов при обложении налогом и как средство оценки¹. В Библии (Книга Бытия, 23 : 16) мы читаем: «И отвесил Авраам Ефрону серебра, сколько он объявил вслух сынов Хетовых, четыреста сиклей серебра, какое ходит у купцов». Эта фраза, очевидно, относится ко времени, когда деньги еще взвешивались. Монеты как средство обмена, сберегающее время и делавшее повторное взвешивание излишним, кажется, были введены в седьмом столетии до нашей эры.

Интересно, что самая ранняя единица измерения — за исключением, конечно, естественных единиц времени и длины (день, месяц, ступня и т. п.) — была не единица

¹ «Book of the dead», chap. 125, Papyrus Nobseni; см. фотографии папирусов в Британском музее: Department of Oriental Antiquities, ff. 33, 1876. См. также Thomas Ibel, Die Wage im Altertum und Mittelalter (Erlangen, 1908); L e n k, Die Messkunde als nationales und internationales Problem (1926).

веса, а единица объема, о чем говорит знаменитая серебряная ваза из коллекции принца Лагашского (около 2800 г. до н. э.). Ее емкость, как это указано в надписи, выгравированной на ее поверхности, служила в качестве определения десяти *силей* (приблизительно 5 литров). С другой стороны, в ту эпоху единицы веса все еще значительно отличались друг от друга в зависимости от места и времени. Только во времена ассирийского царя Салманасара V, (726—722 гг. до н. э.), в качестве стандартной меры веса была провозглашена *мина*² (около 1000 граммов).

И тем не менее количество товаров измерялось, как правило, в различных единицах³. Большое разнообразие древних единиц веса — факт, который до сих пор отражается в метрологии древних наций на Востоке, — нельзя объяснить одним лишь отсутствием в те времена международных отношений. Такое разнообразие является, скорее, выражением господствующей философии, преобладающей в древнем мышлении в отношении понятия веса: вес не представляется, как это имеет место в современной науке, в качестве динамического универсального количества или силы, пропорциональной количеству материи или массе (в одном и том же месте), но, скорее, как свойство тел, подобное цвету, запаху или хрупкости.

Пьер Бутру в статье по истории принципов динамики до Ньютона⁴ утверждает, что, вероятно, именно такое понимание веса было ответственным за ошибочное заключение Аристотеля, касающееся свободного падения тяжелых тел. Вес материальной частицы, согласно этой концепции, зависит от того, является ли частица частью большого и массивного объекта или маленького и легкого. Перипатетическое воззрение, состоящее в том, что тяжелые тела падают быстрее, чем легкие, оказывается, таким образом, гарантированным от последующего обвинения в непоследовательности (которое фактически появилось в семнадцатом столетии): два равных, относительно лег-

² В то время употреблялись две различного рода *мины* — тяжелая *мина* и легкая *мина*, которая составляла примерно половину первой.

³ Hans Joachim von Alberti, *Mass und Gewicht* (Akademieverlag, Berlin, 1957), S. 25.

⁴ Pierre Boutroux, *L'histoire des principes de la dynamique avant Newton*, «Revue de Métaphysique», 28, 660 (1921).

ких тела, рассматриваемые в отдельности друг от друга, должны, согласно учению перипатетиков, падать со сравнительно небольшой скоростью; однако те же самые тела, рассматриваемые как части сложного объекта (двойного веса), должны иметь бóльшую скорость падения. В мышлении древних вес был скорее интенсивной, чем экстенсивной величиной. В системе перипатетической мысли вес, следовательно, не мог рассматриваться как мера количества материи с универсальной применимостью к любого рода материалам. Кроме того, вес не мог играть роли количества материи, так как процедура взвешивания необходимо предполагала соответствие или пропорциональность между весом и количеством. Но такое соотношение было абсолютно недопустимо, ибо элементы, подобные огню, или их составляющие обладали врожденной легкостью.

Для философии и естественных наук в противоположность ремеслу и коммерции вес не был мерой количества материи. В таком случае, естественно, возникает вопрос, может ли, согласно Аристотелю, в качестве такой меры служить объем или масса. В своей «Физике» Аристотель утверждает следующее: «И материя тела, как большого, так и малого, одна и та же. Это ясно из следующего: когда возникает воздух из воды, та же самая материя становится другим телом не путем присоединения чего-либо, а просто: что было в потенции, становится актуальным. И обратное превращение воды и воздуха идет таким же образом: один раз из малой величины в большую, другой — в малую из большой»⁵.

Изменения объема не отражаются на тождественности материи, и, следовательно, объем, подобно весу, не может служить мерой «количества материи».

Но было ли действительно у Аристотеля понятие *количества материи*? Могло ли это понятие неизменного количества (how much) материи получить смысл, если Аристотель не имел в своем распоряжении никакого операционального критерия для его количественного определения? Мы утверждаем, что понятие *количества материи* как предполагающее принцип сохранения — несмотря на его важность в позднейшей схоластической философии —

⁵ А р и с т о т е л ь, Физика, IV, 9, 217а, Соцэкгиз, 1937.

является чуждым первоначальной системе понятий Аристотеля. Прежде всего аристотелева физика является еще наукой о природе, о явлениях роста и возникновения в ней не проводится никакой разграничительной линии между органической и неорганической материей. В трудах Аристотеля сам термин «материя» (*hylē*) означал первоначально «дерево», «лес» и, вероятно, родствен индогерманскому слову *sulw* (плодородный) совершенно так же, как наш современный термин *matter* или *materia* (*materies*) означал первоначально «строевой лес» и родствен термину *mater* (источник роста)⁶. Таким образом, уже сама терминология указывает на органическую интерпретацию и понимание субстрата⁷ «физических» явлений. Итак, в органической материи имеет место рост и разрушение, увеличение и уменьшение субстанции; не признается никакого количественного постоянства или сохранения. Это увеличение или уменьшение — и это существенно важно в нашей связи, — согласно воззрению Аристотеля, совместимо в понятии с сохранением и идентичностью субстанции, и именно в этом смысле необходимо понимать приведенное выше утверждение из «Физики»⁸. Идея, состоящая в том, что органический рост есть процесс увеличения (поглощения, ассимиляции) внешней материи, представляет собой механическую идею, которая возникла первоначально из классических экспериментов по обмену веществ, поставленных в семнадцатом столетии Я. Б. ван-Гельмонтом (1577—1644) и С. Санторио (1561—1636).

⁶ Что аристотелевский термин *hylē* еще не носит организмического значения, может быть показано на примере употребления этого термина у Гомера: «Илиада», 15 : 273, 2 : 455, 23 : 127, 24 : 784, 20 : 491, 11 : 155, 18 : 320, 15 : 606, 16 : 766; «Одиссея», 5 : 470, 17 : 316, 104, 6 : 128, 9 : 234; Г е с и о д, Труды и дни, 420, 511, 490, 1010, 422, 807, 591. См. также А р и с т о т е л ь, Физика, II, 9, 200b; «Метафизика», VIII, 6,1042a. *Materia* или *materies* использовалось Цицероном, Сенекой и Плинием как перевод слова *hylē*. Ноткер Лабен (N o t k e r L a b e o, Teutonicus, 950—1022), ранний переводчик на старонемецкий «Hermeneutica» Аристотеля, «De consolatione philosophiae» Бозция и «De nuptiis Philologiae et Mercurii» Капелла переводит слово *materia* словом *zimber*, как это делает Экхарт (1260—1329).

⁷ Это до сих пор находит отражение в нашем термине «тело» (*corpus*, Кōrper, *corps*), употребляемом — до некоторой степени парадоксально — даже в традиционной формулировке закона инерции.

⁸ См. А р и с т о т е л ь, Физика, IV, 7, 214a.

Будучи убежденными, что понятие массы в смысле количества материи было чуждо мышлению Аристотеля, мы поставим вопрос, обладал ли Аристотель по крайней мере некоторым приближенным понятием динамической или инертной массы. Этот вопрос обсуждает Маршалл Кледжетт⁹ и в противоположность Волвиллу и Дюгему дает на него отрицательный ответ. Автор данной книги полностью принимает аргументы Кладжетта. Тот факт, что движение для Аристотеля есть результат действия двух сил — движущей силы и силы сопротивления, и притом обе силы внешни самому телу¹⁰, — кажется, решает вопрос. Отрицание Аристотелем наличия врожденного сопротивления (инертной массы) движущей (ускоряющей) силе явно содержится в «De caelo» (III, 2, 301b)¹¹, где он показывает необходимость для каждого тела иметь определенный вес (или легкость) на основе фундаментальных законов своей динамики. Используя современную терминологию, можно сказать, что динамика Аристотеля является логически последовательной теорией движения либо в гравитационном поле, либо в сопротивляющейся среде: в случае движения в вакууме (существование которого Аристотель не признавал) и в отсутствии гравитации его теория нарушается, и это происходит благодаря отсутствию понятия динамической массы.

Отрицание Аристотелем возможности внутреннего, активного сопротивления материи движущей силе есть следствие его метафизического понимания материи, согласно которому ее характерной чертой должна быть способность испытывать воздействие, то есть быть движимой¹². «Что касается материи, то она (qua matter) пассивна»¹³. Для наших целей нет необходимости обсуждать дальнейшее усложнение аристотелевой теории первичной и вто-

⁹ Marshall Clagett, Giovanni Marliani and late medieval physics (Columbia University Press, New York, 1944), p. 125f.

¹⁰ См. Max Jammer, Concepts of force (Harvard University Press, Cambridge, 1957), p. 39—40.

¹¹ Aristotle, On the heavens, trans. W. K. C. Guthrie (Loeb Classical Library; Harvard University Press, Cambridge, 1939), p. 279.

¹² Aristotle, De generatione et corruptione, II, 9, 335b.

¹³ Ibid., 324b.

ричной материи ¹⁴. Однако один аспект, который в самой аристотелевой теории материи оставлен неразработанным, заслуживает рассмотрения. Это — проблема соотношения между материей и величиной, особенно пространственной величиной, протяжением. Аристотель несколько раз характеризует материю как протяженное тело (*soma*). *Soma* в соответствии с нашим предыдущим обсуждением организмического характера аристотелевой физики обозначает только человеческое тело — либо мертвое (*cadaver*), как в «Илиаде» (3:23 и 7:79), либо живое, как у Гесиода в «Трудах и днях» (540) ¹⁵. Аристотель употребляет этот термин в соответствии с определением, данным в «Физике»: «...согласно определению, тело есть то, что ограничено поверхностью» ¹⁶, то есть в смысле геометрического объема трех измерений.

С другой стороны, многие высказывания Аристотеля, как, например, в «Метафизике» (VII, 3, 1029a), подтверждают, что первая материя не является телом и не имеет никакой величины: «Под материей я разумею то, что само по себе не обозначается ни как определенное по существу, ни как определенное по количеству, ни как обладающее каким-либо из других свойств, которыми бывает определено сущее» ¹⁷. Симплиций был поставлен в тупик этим очевидным противоречием. «Если материя есть тело, — говорит он, — то она должна быть некоторым количеством (*poson*) и обладать величиной (*memegethysmenon*)» ¹⁸. Кроме того, вывод Аристотелем существования материи из превращений четырех элементов как общего субстрата изменяющихся качеств горячего, холодного, влажного и сухого служили для Симплиция доказательством того, что материя Аристотеля телесна и протяженна. Пытаясь разрешить эту дилемму, он полагал, что первая материя непротяженна по существу, но посредством промежуточных

¹⁴ См., например, Augustin Mansion, *Introduction à la physique Aristotélicienne* (Vrin, Louvain, Paris, 1945), chap. 5.

¹⁵ Только начиная с Эмпедокла и атомистов этот термин принимает свое последнее, универсальное значение.

¹⁶ Аристотель, *Физика*, III, 5, 204b. См. также «De caelo», I, 1, 268a; «Метафизика», V, 6, 1016b; «Топика», IV, 5, 142b.

¹⁷ «Dico autem materiam, quae per se ipsam neque quid neque quantum nec aliud quippiam dicitur, quibus ens determinatur».

¹⁸ «Simplicii in Aristotelis Physicorum libros quattuor priores commentaria» (Berlin, 1882), S. 229.

телесных форм может быть протяженной и, таким образом, становится нижележащим субстратом четырех элементов.

«Не можем ли мы поэтому допустить, что тело является двойственным. С одной стороны, оно существует в соответствии с формой и причиной и как очерченное посредством протяженностей. С другой стороны, оно характеризуется напряжениями и ослаблениями и неограниченностью бестелесной, сотворенной и интеллигибельной природы. Это не бытие, определенное тремя измерениями, но нечто совершенно исчезнувшее и рассеянное, всесторонне текущее из бытия в небытие. Имея в виду такую протяженность, мы должны допустить существование материи и телесной формы, которая измеряет и ограничивает бесконечную и неограниченную природу такой протяженности и которая останавливает все ее стремления уйти из бытия»¹⁹.

Критика Симплицием теории материи Аристотеля рассмотрена здесь с некоторой подробностью потому, что он ввел понятие телесной формы как выражение количества — идея чрезвычайно важная для средневековой философии. Необходимо также отметить, что нововведение Симплиция характеризует пространственное протяжение как первое и главное измеримое свойство материи. Подобно Симплицию, перипатетики позднее приняли пространственное протяжение как количественную меру материи. Существенным было первое определение тела, данное Евклидом во II книге его «Начал», которое считалось хорошо применимым не только в геометрии, но и в физике: «Тело есть то, что имеет длину, ширину и глубину»²⁰.

Возникает, конечно, вопрос, имело ли это определение действительное значение также и для физики. Разумеется, поскольку дело касалось сравнения количеств одного и того же однородного материала. Но в то время редко возникала необходимость сравнивать различные вещества. Три рода явлений могли показать недостаточность этого подхода — эксперименты по столкновению или удару, центробежные эффекты и локальные вариации гравитационного притяжения. То, что действительно дало основу для динамического понятия массы, находилось вне сферы древней и средневековой науки.

Если для перипатетиков пространственное протяжение могло служить мерой количества материи, то платоники

¹⁹ Ibid., S. 230.

²⁰ «Solidum est quod longitudinem et latitudinem et altitudinem habet».

и неоплатоники, конечно, не испытывали никакого затруднения в этом отношении. В отождествлении Платоном физических тел с миром геометрических форм в его фундаментальной идее геометризации физики геометрическое протяжение является одним и однородным инвариантом, который всегда и повсюду остается тем же самым ²¹.

«Пусть бы кто, отлив из золота всевозможные фигуры, не переставал переливать их каждую во все остальные, а кто-нибудь другой, указывая на одну из них, спросил, что это такое: в видах истины гораздо безопаснее было бы сказать, что это золото, но не называть треугольник и всякие другие фигуры, как бы они действительно существовали, ибо в минуту их признания они уже меняют свою форму, и удовлетворяются хоть тем, если они могут принять безопасно понятие *такого*. То же скажем и о сущности, принимающей в себя все тела: ее надобно назвать всегда тождественною, потому что она ни в каком случае не выступает из своей природы. Она постоянно все в себя принимает и никогда, никаким образом и никакой не усваивает формы в уподоблении тому, что в нее входит; ибо назначение ее по природе в том, чтобы служить всему (принимающему образ) материалом, который получает движение и внешние формы от входящего, и под его действием представляется то таким, то другим» ²².

Пространство как форма (the matrix) всех вещей неизменно и, следовательно, является для Платона надежным количественным индикатором.

Уже в античности сильной оппозицией этим идеям были возражения стоиков, подчеркивавшие различие между пространством и телом. Но каково же в действительности различие между ними? Ясно, утверждали они, что тело есть нечто большее, чем математическая протяженность, физика больше, чем геометрия. Не получаем ли мы понятие геометрической протяженности путем абстракции от физических тел? Ответ был найден в *антитипии*, то есть в сопротивлении тела механическому давлению, которое, согласно учению стоиков, предотвращает всеобщее смешение всех элементов ²³. Скептик Секст Эмпирик в не-

²¹ J. B a s s f r e u n d, Über das Prinzip des Sinnlichen oder die Materie bei Plato (Leipzig, 1886), S. 48; J. S. K ö n i t z e r, Über Verhältnis, Form und Wesen der Elementarkörper in Platos Timaeus (New-Ruppin, 1846).

²² П л а т о н, Тимей 50А.

²³ Ср. P l o t i n u s, Enneads, 6, 1, 26; S e x t u s E m p i r i c u s, Against the mathematicians, 10, 221; P l u t a r c h, Against Colotes, гл. 16, 1116D. Эпикур приписывает материи *antitypia* в противоположность *eixis* (отсутствие сопротивления) пустоты.

скольких местах характеризует физическое тело как нечто обладающее величиной, формой, сопротивлением и весом ²⁴. Первые два атрибута относятся к телу как геометрическому протяжению, а другие два атрибута составляют геометрическую основу физического тела. Однако во всех этих спекуляциях ни вес, ни сопротивление не рассматривались в качестве того, что можно назвать экстенсивной величиной, могущей быть использованной в качестве меры количества материи. Эти атрибуты, включая величину и форму, являются для древних философов, как неоднократно разъясняет Плотин ²⁵, скорее формами, а не субстратом, который воспринимает формы. Элементарная материя, материя в своем существе, не может быть описана количественным способом — в полную противоположность ньютоновской и современной физике, которые видят свою задачу в сведении качеств к количественным аспектам и которые не рассматривают количество как особого рода качество (или форму). Это фундаментальное отличие концептуальных воззрений древних мыслителей от воззрений современной науки объясняет отсутствие понятия *количества материи* в древности, тогда как в современной науке величина инертной массы — современная мера *количества материи* — играет весьма важную роль.

Кроме того, могут утверждать, что древнее понятие количества материи как применение формы является чем-то аналогичным воззрению современной физики. Как известно в настоящее время, каждое измерение предполагает взаимодействие между измеряемым объектом, с одной стороны, и регистрирующими аппаратами или приборами — с другой. Длина, продолжительность или масса в современной физике в противоположность классической (ньютоновской) физике не являются существенными свойствами упомянутого объекта, но представляют собой результат некоторых физических операций. Эти операции являются взаимодействиями либо сильными, как, например, при определении импульса элементарной частицы, либо слабыми, как, например, при определении температуры макроскопического тела. Следует добавить, что каждая измеряемая физическая величина должна вызывать некоторое физиче-

²⁴ *Sextus Empiricus*, Against the mathematicians, 1, 21; 10, 240, 257; 11, 226.

²⁵ *Plotinus*, *Enneads*, 3, 6, 17; 2, 4, 8.

ское действие, некоторый обмен энергией. Ньютоновская физика, в сущности, также содержит эту идею. Она требует, однако, двух важных допущений: 1) воздействие, производимое измерительным прибором на объект измерения, может быть (по крайней мере в принципе) сколь угодно малым, и это воздействие можно учесть; 2) определение длины и объема (так же как и временных интервалов) рассматривалось как свободное от такого взаимодействия благодаря тому, что пространственное протяжение и временная длительность трактовались как чисто геометрические, а не физические величины. Квантовая механика и теория относительности в современной физике устранили эти ограничения. Теперь если материя рассматривается как абсолютно пассивная, инертная и во всех отношениях как неактивный субстрат материального мира, то понятие количества материи в смысле измеримой характеристики физического объекта становится *contradictio in adjecto*. Пассивность материи не позволяет дать ей количественную оценку. Количественное определение материи для Платона и, как мы видели выше, для Симплиция есть результат введения формы; для современной физики это есть результат операций.

Отсутствие понятия количества материи в древней философии и науке — не считая практических методов определения объема и веса — не рассматривалось как противоречие общему утверждению принципа сохранения материи. Вопрос об экспериментальной проверке такого принципа, поставившего проблему состава, никогда не возникал, так как этот принцип рассматривался лишь в его космологических аспектах²⁶. Принцип постоянства материи получил существенное обоснование в метафизике Демокрита: «Из ничего ничего не возникает, и ничто превращается в ничто»²⁷. Подобным образом Плутарх цитирует Эмпедокла, приписывая ему:

²⁶ Аристотель обсуждает этот принцип только попутно и довольно неявно в том месте в «Физике» (I, 9, 192a), которое поставило в затруднение Симплиция; в другом месте (191b) он высказывает принцип «ex nihilo nihil fit» для абсолютно «несущего», но не в отношении случайно «не-сущего».

²⁷ Diogenes Laertius, De clarorum philosophorum vitis, (Paris, 1850), IX, 44, p. 283; «Nihil ex eo quod non sit fieri, neque in id quod haudquaquam sit corrumpi». Аристотель приписывает эту идею Анаксагору; см. «Физика», I, 4, 187a.

«Глупые! Мысль у них неглубокая,
Если они думают, что может произойти то, чего не было сначала,
Или что что-либо погибает и исчезает вполне»²⁸.

Часто цитируемая формулировка принципа несотворимости материи есть известное утверждение Лукреция, которое представляет собой отправной пункт в его знаменитой философской поэме «О природе вещей»: «Из ничего не творится ничто по божественной воле»²⁹. В качестве своего второго знаменитого принципа он утверждает неразрушимость материи: «На тела основные природа все разлагает опять и в ничто ничего не приводит»³⁰. Применяя эти принципы к своему учению об атомах и пустоте, он говорит:

«И наконец, почему мы видим, что многие вещи
Весом тяжелее других, по объему несколько не меньших?
Ведь коль в клубке шерстяном содержится столько же тела,
Сколько и в слитке свинца, то и весить он столько же должен,
Ибо все книзу давить является признаком тела,
Наоборот: пустота по природе своей невесома»³¹.

Приведенное здесь место из поэмы ясно показывает, что система понятий у Лукреция существенно отличается от аристотелианского образа мыслей. Прежде всего, в соответствии с допущением, что все атомы обладают весом³², последний не рассматривается больше как случайное свойство материи, но становится ее универсальным атрибутом. Во-первых, в приведенных стихах отмечается пропорциональность между количеством материи (*quantum corporis*), с одной стороны, и весом (*pendere*) — с другой. Таким образом, для Лукреция вес мог служить мерой количества материи, а принцип неразрушимости материи мог получить операциональную интерпретацию как принцип сохранения веса.

То, что такая идея имеет известное основание, можно убедиться из произведений Лукиана (125—180 гг. н. э.). В своей «Жизни Демонакса» (один из киников второго

²⁸ «Досократики», ч. II, Казань, 1915, стр. 180.

²⁹ Лукреций, О природе вещей, Изд. АН СССР, 1946, книга 1, стих 150, стр. 15.

³⁰ Там же, кн. 1, стих 210.

³¹ Там же, стих 360.

³² В настоящее время не все специалисты согласны с утверждением, что древний атомизм приписывал атомам вес как универсальное свойство материи.

столетия н. э.) Лукиан описывает острый ум Демонакса: «Он обычно свободно давал пронизательные ответы даже на те вопросы, которые считаются неразрешимыми. Некоторые пытались поставить его в глупое положение, спрашивая: «Если я сожгу сто фунтов дров, то сколько фунтов дыма я получу?»—«Взвесьте золу, все остальное будет дымом»³³. Но эти идеи оставались, однако, изолированными утверждениями. В античности сохранение веса никогда в явном виде не выражалось в качестве научного принципа. И такого рода идеи в действительности никогда не служили основой для образования понятия количества материи в техническом смысле.

Могут, возможно, возразить, что эксперименты и теории в гидростатике — особенно те, которыми занимался Архимед, — должны были привести через понятия удельного веса и плотности к понятию массы. Что касается понятий плотности и разрежения, то можно показать, что эти понятия трактовались первоначально как изменяющиеся качества в значительной мере на том же основании, что и цвет, запах и другие свойства материи. Готифредус, Марсилий и Помпанатус в своих схоластических исследованиях процесса уплотнения и разрежения утверждали, что в этих явлениях первоначальные свойства разлагаются и возникают новые свойства, тогда как Скотист, Гервеус и Буридан настаивали на том, что здесь имеет место постепенное накопление новых свойств³⁴. Нельзя положиться и на схоластические утверждения, подобные следующему: «*In raro parvum est de materia sub magnis dimensionibus, et in denso multum sub parvis*» («В разреженном состоянии бывает мало материи при больших размерах, и в сгущенном состоянии много при малых»). Понятие плотности в его точном определении как отношение массы к объему возникло сравнительно недавно и восходит к Леонарду Эйлеру. Понятие удельного веса как веса, отнесенного к стандарту воды, введено значительно раньше³⁵; оно

³³ «The works of Lucian of Samosata», trans. H. W. Fowler and F. G. Fowler (Oxford University Press, London, 1905), vol. 3, p. 9.

³⁴ См. A n t o n i u s R u b i u s, De generatione et corruptione (commentary), Lyons, 1614, book 1, chap. 5, quaest. 2, number 26, 27.

³⁵ K. B. H o f m a n n, Kenntnisse der klassischen Völker von den physikalischen Eigenschaften des Wassers, «Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien», 163, 17 (1909); E. O. von L i p p m a n n, Abhandlungen und Vorträge zur

было упомянуто в тринадцатом столетии в псевдоархимедовом трактате «De ponderibus», но употреблялось уже Абд ал-Рахманом ал-Мансуром ал-Кхазини (1120) в его «Книге весов мудрости»³⁶ и еще раньше Мухамедом ибн-Ахмад Аль-Бируни (873—1048) в его «Айн-Акбари»³⁷.

Хотя идея удельного веса неявно содержалась в трактате Архимеда по гидростатике³⁸, тем не менее этот термин никогда не употреблялся и не определялся Архимедом. Современные авторы учебников и популяризаторы науки часто приписывают Архимеду не только понятие удельного веса, но также понятие плотности. Эта ошибка, возможно, обусловлена следующей филологической неточностью. Греческий текст трактата Архимеда «О плавающих телах» стал известен только с 1899 года. До этого времени были в употреблении латинские переводы, такие, как переводы Вильяма из Мёрбеке (иногда приписываемый Тарталья), Барроу, Торелли³⁹. В этих переводах архимедовский термин *onkos* (объем) переводился как *moles*, а последний интерпретировался как масса. Другая возможная причина этой ошибки состоит в том, что многие учебники по физике излагают принцип Архимеда непосредственно после рассмотрения фундаментальных понятий механики, в числе которых содержится понятие массы⁴⁰. Витрувий в своем

Geschichte der Naturwissenschaften, Abh. 2 (Leipzig, 1913), S. 175; H. Schelenz, Zur Geschichte der Volumgewichts-Ermittlung, «Chemiker Zeitung», 39, 913 (1915).

³⁶ «Kitab mizan al-hikma» (1121—1122). Ср. N. K h a n i k o f f, Analysis and extracts of the Book of the balance of wisdom, «Journal of the American Oriental Society», 6, 1—128 (1859).

³⁷ J. J. C l e m e n t - M u l l e t, Pesanteur spécifique de diverses substances minérales (отрывки из «Айн-Акбари»), в: «Journal Asiatique», 11, 379—406 (1858). Ср. также E i l h a r d W i e d e m a n n, Über die Kenntnisse der Muslime auf dem Gebiete der Mechanik und Hydrostatik, «Archiv für die Geschichte der Naturwissenschaften», 2, 394—398 (1910).

³⁸ А р х и м е д, Сочинения, М., 1962, стр. 329.

³⁹ W i l l i a m o f M o e r b e k e (с. 1215 — с. 1286), De iis quae in humido vehuntur (Bologna, 1565); I s a a c B a r r o w, Archimedis opera (London, 1675), p. 246; J. T o r e l l i, Archimedis quae supersunt omnia (Oxford, 1792).

⁴⁰ Например, Менденгаль, Ив, Кейс и Саттон [С. E. M e n d e n h a l l, A. S. E v e, D. A. K e y s and R. M. S u t t o n, College physics (Heath, Boston, 1944), p. 116] начинают обсуждение принципа Архимеда следующими словами: «Пусть камень с массой *m* привязан к пружинным весам...»

трактате «Об архитектуре»⁴¹ рассказывает хорошо известную историю открытия Архимедом его гидростатического принципа: «...Говорят, что он взял две массы такого же веса, как корона...» Здесь слово «масса» употребляется в смысле «кусок», «болванка», но не как научный термин в современном его значении. Это, возможно, является дополнительной причиной ошибочного приписывания Архимеду понятий плотности и массы.

Мы, таким образом, видим, что гидродинамика в древности, ее понятия и ее терминология не опровергают наш вывод о том, что в античности не было понятия массы ни в смысле количества материи, ни в смысле динамической массы*.

⁴¹ Marcus Vitruvius Pollio, *De architectura*, trans. F. Granger (Loeb Classical Library; Harvard University Press, Cambridge, 1934), vol. 2, p. 204—205.