

**О ФИЛОСОФСКОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ
ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМНЫХ ИЗДЕЛИЙ
(на примере подшипника качения)**

И. Н. Тетюхин, О. В. Фетисова, А. С. Зорин

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов

Рецензент д-р техн. наук, профессор Ю. В. Родионов

Ключевые слова: история; Платон; подшипник качения; система; теория; философия.

Аннотация: На основе исторического материала общественных и технических наук рассмотрен системный подход к этапам возникновения и постепенного совершенствования подшипника качения.

Начиная с середины XX в. разворачиваются исследования по общей теории систем (от греч. *systema* – целое, составленное из частей, соединение) и разработки в области системного подхода. Системность начинает трактоваться как свойство объектов познания, а связи между различными слоями знания – как фиксация связей в самих объектах.

Исторически термин «система» возникает в античности и включается в контекст философских поисков общих принципов организации мышления и знания. У Платона *эйдос* (идея, первообраз) понимается не как внешняя, но как внутренняя форма, уподобиться и подражать которой стремятся вещи видимого мира.

В последующей истории философии, вплоть до начала XIX в. закрепляется чисто гносеологическая трактовка понятия. Однако начиная с XIX в. распространяются онтологические и натуралистические интерпретации системы. Речь теперь идет не столько о том, чтобы сформировать систему знания, сколько о том, чтобы воспроизвести в знании объект как систему. Таким образом, в самом общем и широком смысле системой принято называть любое достаточно сложное образование, состоящее из множества взаимосвязанных элементов, которые как единое целое взаимодействуют с внешней средой. Необходимо заметить, что людей, обладающих системным взглядом на мир, то есть представляющих цельную картину мира,

Тетюхин Игорь Николаевич – кандидат юридических наук, доцент кафедры «Безопасность и правопорядок», e-mail: TetuhinIN@mail.ru; Фетисова Ольга Владимировна – магистрант; Зорин Александр Сергеевич – магистрант, ТамбГТУ, г. Тамбов.

понимающих, как взаимодействуют все составляющие мира друг с другом, могущих учесть все влияющие факторы, правильно объединить их в единую систему, немного, поскольку люди не учитывают влияние на события духовных невидимых сил.

В настоящее время научной дисциплиной, изучающей способы, методы, возможности и цели получения знания, а также технологии работы с ним, является методология. Термин «методология» складывается из двух греческих слов: метод (μέθοδος) «путь к чему либо» и логос (λόγος) «наука, учение». Таким образом, дословно «методология» (μεθοδολογία) – учение о методах познания. Процесс познания носит логический характер и ведет к пониманию, однако, знание и понимание не одно и то же.

В данной работе проследим историю появления подшипников, поэтому для достижения понимания исследуемого предмета нужно проанализировать и систематизировать обширный материал различных отраслей знания. Важно подчеркнуть, что проблемы техники, технологии и инженерной деятельности рассматриваются в данном исследовании в свете гуманитарных наук (от humanus – человеческий, homo – человек). При этом надо помнить, что в гуманитарных науках, если и важна точность, например описания исторического события, то еще более важна ясность понимания.

Изучение объекта и предмета любой науки начинают с вопроса об их происхождении. При этом устанавливается, всегда ли в истории человеческого общества они существовали или появились на определенном этапе его исторического развития. В данном исследовании возьмем в качестве отправной точки современное представление о подшипниках, постепенно переходя к примитивным предшественникам современного подшипника.

В настоящее время подшипником называется металлическая деталь – сборочный узел, являющийся частью опоры или упора и поддерживающий вал, ось или иную подвижную конструкцию с заданной жесткостью. Подшипник фиксирует положение в пространстве, обеспечивает вращение, качение или линейное перемещение (для линейных подшипников) с наименьшим сопротивлением, воспринимает и передает нагрузку от подвижного узла на другие части конструкции. В машиностроении, в соответствии с принципами работы, используются два основных типа подшипников: качения и скольжения (газостатические, газодинамические, гидростатические, гидродинамические, магнитные) [1, с. 138 – 141].

В данной работе упор делается на подшипники качения (рис. 1), которые состоят из двух колец, тел качения (различной формы) и сепаратора (некоторые типы подшипников могут быть без сепаратора), отделяющего тела качения друг от друга, удерживающего на равном расстоянии и направляющего их движение. По наружной



Рис. 1. Шариковый подшипник

поверхности внутреннего кольца и внутренней поверхности наружного кольца (на торцевых поверхностях колец упорных подшипников качения) выполняют желоба – дорожки качения, по которым при работе подшипника катятся тела качения. Подшипники шарикового типа являются наиболее распространенными и популярными среди аналогичных изделий. В данных элементах шарики представляют собой тела качения. Они помещаются в специальные сепараторы, которые предварительно отштампованы по правильной форме. Данные элементы способны передвигаться по разработанным для них дорожкам, которые полностью располагаются во внутренней части колец [1, с. 138 – 140]. Таким образом, подшипник качения – это подшипник, содержащий тела качения (шарики, ролики) и работающий преимущественно по принципу трения качения.

В настоящее время по данной тематике защищено 291 диссертационное исследование, в которых вопросы теории и истории возникновения подшипника не затрагиваются. Предпримем попытку устранить данный пробел.

Рассматривая актуальные и недостаточно разработанные вопросы истории и методологии науки и производства, как составной части развития человечества, тенденции развития производства, влияние производства на развитие человечества, И. В. Антоненко утверждает, что первый металлический подшипник качения был установлен в опоре ветряка, построенного в 1780 г. в Спрингстоне (Англия). Подшипник состоял из двух литых из чугуна дорожек качения, между которыми находилось 40 чугунных шаров. Позже в производстве шариков для подшипников стали использовать круглые стальные прутья, которые формировали и обрабатывали вручную. Несовершенство такой технологии приводило к деформации подшипников из-за неравномерных нагрузок [2, с. 23].

В XIX в. продолжалось совершенствование конструкции подшипников, а также расширение их применения в машинах и механизмах. Однако лишь на исходе столетия внедрение технологии абразивной обработки позволило достичь достаточной твердости и точности элементов подшипника.

Перелом в производстве подшипников произошел благодаря изобретениям 34-летнего техника Фридриха Фишера, который построил первый подшипниковый велосипед (1853 г.) и изобрел первый полностью автоматический фрезерный станок. Он сконструировал машину, которая позволяла шлифовать стальные закаленные шарики и придавать им желаемую форму с большой точностью [2, с. 23]. Таким образом, вопрос трения и сопровождающих его явлений был отчасти решен.

Значительный вклад в процесс возникновения и постепенного совершенствования подшипника внесли два выдающихся итальянца эпохи Возрождения Леонардо да Винчи (1452 – 1519) и Галилео Галилей (1564 – 1642), которых интересовал вопрос силы трения. Имя Галилео Галилея как создателя машин не упоминается в разнообразных источниках по механике. Однако в качестве конструктора приборов Галилей стоял на очень большой высоте. Он владел экспериментальным методом исследования, умел ставить и производить опыты и черпать из них наиболее существенное, абстрагируясь от второстепенных фактов [3, с. 133].

В 1630 г. Галилео Галилей, находясь под домашним арестом за поддержку гелиоцентрической идеи Николая Коперника, провел серию экспериментов, самым знаменитым из которых было пускание шаров по параллельным желобам на наклонной плоскости (рис. 2).

Использование наклонной плоскости позволило Галилео Галилею замедлить уменьшение ускорения предметов до того значения, которое он смог измерить. Фиксируя время, за которое катящийся шар преодолевал определенное расстояние, он мог вычислить его ускорение, а изменяя крутизну склона, менять само ускорение. Для исследования ускорения при торможении он пускал шар по наклонной плоскости и давал ему закатиться на расположенную напротив другую наклонную плоскость. У Галилео Галилея не было часов, но он разработал оригинальные способы измерения времени по собственному пульсу или по количеству воды, вылившейся из сосуда за время, пока шар проходил определенное расстояние. Ученому потребовалось немало времени, чтобы понять, что трение играет важную роль в прекращении движения [4, с. 86 – 87].

Исследование силы трения Галилео Галилеем показало, что для движения предмета не нужно, чтобы сила действовала непрерывно, – ему достаточно дать толчок, и если этот предмет не встретит сопротивления, то будет двигаться безостановочно и равномерно, то есть с постоянной скоростью и вечно. Этот закон был впоследствии назван законом инерции, а способность предметов сохранять постоянной скоростью движения – инерцией.

Если Галилео Галилей подходил к решению задач теоретически, то Леонардо да Винчи те же задачи решал посредством экспериментального метода. По своему объему отрывки, посвященные механике, составляют самую значительную часть естественнонаучного наследия Леонардо да Винчи [5, с. 419 – 800].

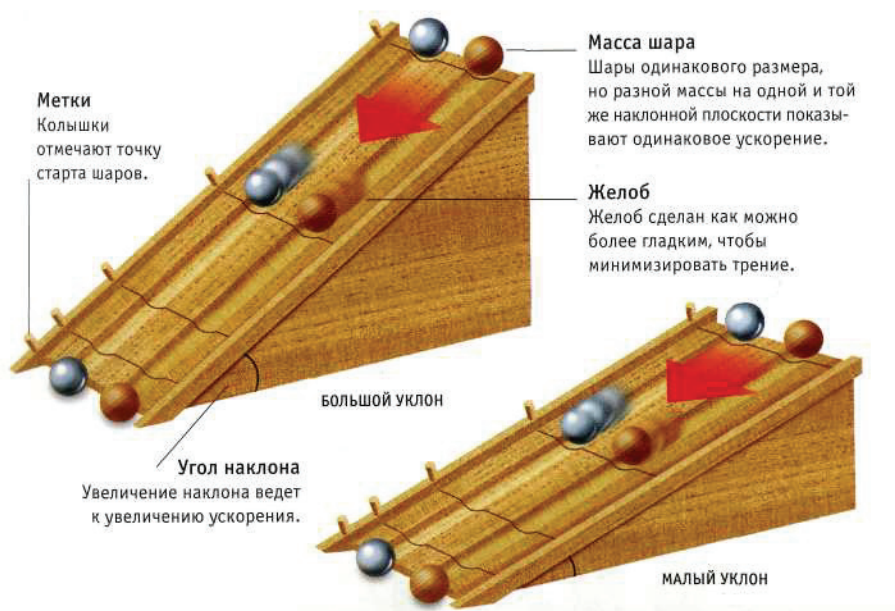


Рис. 2. Демонстрация опыта Галилея

Механика, по Леонардо «есть рай математических наук, посредством нее достигают математического плода (Е, 8 об.).

Я хочу при одинаковых движениях, являющихся причинами, производить одинаковые движения, являющиеся следствиями, но с разной затратой силы.

Я хочу с разными силами произвести два равных движения, являющихся причинами, которые породят два равных движения, являющихся следствиями. Но одно из них будет легче в ту меру, в какую оно медленнее (В. М., 262 об.)» [6, с. 84]. Таким образом, Леонардо да Винчи первым стал разрабатывать теорию трения и экспериментально пытался определить коэффициент трения. Он чрезвычайно близко подошел к формулировке первого закона Ньютона – закона инерции.

Во многих своих изобретениях Леонардо да Винчи использовал опоры качения, и именно его с полным на то основанием можно назвать изобретателем подшипника качения. Его мысль нашла применение в конструкции шарикоподшипника, состоящего из внутреннего и внешнего колец, между которыми размещены вращающиеся шарики (рис. 3, 4).

Леонардо да Винчи создал рисунок идеальной цапфы подшипника, оригинальность которой заключалась в замене трения скольжения на значительно меньшее по величине трение качения.

Крупнейшие открытия Леонардо да Винчи были заживо похоронены в рукописях, написанных трудно читаемым зеркальным письмом (он мог писать обеими руками, причем «зеркально», то есть справа налево). Законы сопротивления материалов, которые изучал Леонардо, позднее, независимо от него, изучал Галилео Галилей. Законы трения только в конце XVII и в XVIII вв. стали вновь предметом внимания ученых [6, с. 876–877].

Несмотря на знакомство со средневековой литературой, творцы новой механики также опирались на классиков древности, особенно Архимеда, как об этом упоминает и сам Галилей [7, с. 56].

Возникновение первых прототипов современных продольных (упорных) шариковых подшипников традиционно относят к позднему этапу

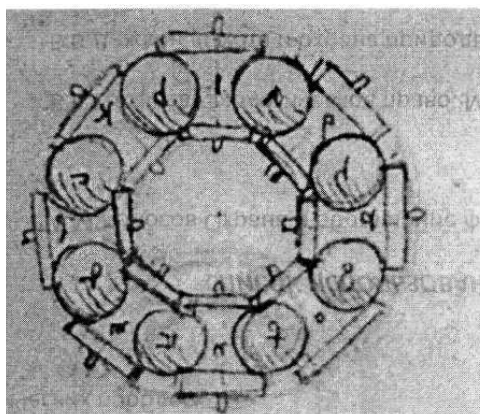


Рис. 3. Шариковый подшипник (рисунок Леонардо да Винчи)

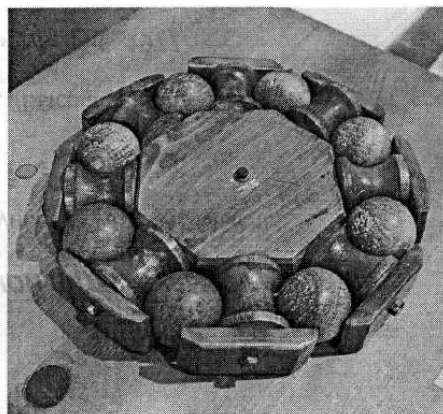


Рис. 4. Модель шарикового подшипника Леонардо да Винчи

правления императора Калигулы (37 – 41 гг. н. э.) [8, с. 90]. Археологами были найдены изготовленные в это время поворотные круги, механизмы которых являются самыми ранними примерами использования роликовых цилиндрических и конических, а также шариковых подшипников. Это первый известный случай использования элемента качения шарообразной формы. Уже тогда люди сумели оценить, что в продольных (упорных) подшипниках шарообразная форма элемента качения является более выгодной, чем цилиндрическая [2, с. 21].

При переходе рубежа нашей эры и освещении античной техники возникают трудности источникового характера. Литературные источники эллинистического периода (отрезок времени от смерти Александра Македонского до момента образования римского принципата) носят случайный характер, и из них лишь путем сложного анализа можно извлечь данные, позволяющие в какой-то мере судить об исследуемом предмете. Некоторые из этих источников, на первый взгляд достаточно ясные и недвусмысленные, представляют собою заметки очень поздних толкователей античных текстов, так называемых схоластов, или составителей компиляций словарного типа; и те и другие были весьма мало осведомлены в технической стороне тех вопросов, о которых им приходилось писать. Например, историк, изучающий эпоху Александра III Великого (336 – 323 до н. э.) Квинт Эппий Флавий Арриан родился, около 90 – 95 г., а умер предположительно в 175 г. н. э. [9, с. 7 – 8].

В любопытных папирусных таблицах, опубликованных в 1904 г. Германом Дильсом в «Abhandlungen» Берлинской академии (впоследствии им же использованных в его книге «Античная техника»), читаем: «Эпикрат из Гераклеи, построивший орудия на Родосе; Полиид, построивший осадную машину в Византии и четырехколесник на Родосе; Диад, ведший осадку Тира и других городов при Александре; Дорий, изобретший лисиполем (машину, заканчивавшую войну)». Об упомянутом здесь Диаде известно, что он был учеником фессалийца Полиида (современника Филиппа Македонского) и что он вместе с механиком Харием участвовал в походах Александра и считался изобретателем множества осадных машин: разборных осадных башен, усовершенствованных таранов и стальных буров, перекидных мостиков и др. Известностью пользовался также сопровождавший Александра македонянин Посидоний, сконструировавший своеобразную осадную башню, которая представляла собой соединение обычной осадной черепахи с подвижной башней. Несколько позже жил афинянин Эпимах, архитектор Деметрия Полиоркета, сконструировавший при осаде Родоса мощную осадную машину [10, с. 272]. Таким образом, технические достижения греков были связаны с военной экспансией Востока.

Среди литературных памятников, дошедших до нас полностью, необходимо выделить сочинения древнегреческого математика и механика, основоположника теоретической механики и гидростатики Архимеда (около 287 – 212 гг. до н. э.) «Квадратура параболы», «О шаре и цилиндре» (данное сочинение принадлежит к числу наиболее читавшихся произ-

ведений Архимеда), «О коноидах и сфероидах», «О спиралях», «Измерение круга», «О равновесии плоских фигур, или о центрах тяжести плоских фигур», «Послание к Эратосфену. О механических теоремах», «О плавающих телах», «Псаммит», «Катоптрика», «Об устройстве небесной сферы» и др. сохранившиеся в виде арабской обработки [11, с. 63 – 440].

В 218 г. до н. э. между Римом и Карфагеном началась вторая Пуническая война (называемая также римлянами «войной против Ганнибала»). Когда римский полководец Марцелл осадил город Сиракузы, семидесятипятилетний Архимед встал во главе обороны города. В наиболее раннем источнике – «Истории» Полибия, написанной примерно через 50 – 60 лет после разрушения Сиракуз, в книге VIII читаем следующее: Архимед заготовил внутри города, а равно и против нападающих с моря такие средства обороны, что защитникам не было необходимости утруждать себя непредусмотренными работами на случай неожиданных способов нападения; у них заранее готово было все к отражению врага в любом случае [11, с. 7 – 8, 43 – 44].

Внимание Плутарха Херонейского (около 46 – 127 гг. н. э.), который не был механиком, также привлекли работы Архимеда, имевшие отношение к технике и изготовлению военных машин. Плутарх говорит, что Архимед не придавал большого значения всем этим (римским) машинам, которые, по существу, не могли идти в сравнение с его собственными, и не потому, что он как-нибудь особенно ценил свои изобретения; он сам рассматривал их лишь как простые геометрические игрушки, которыми он занимался в свободное время и то большей частью по настоянию царя Гиерона. «...царь Гиерон из честолюбия убедил Архимеда хоть ненадолго отвлечь свое искусство от умозрений и, обратив его внимание на вещи осязаемые, в какой-то мере воплотить свою мысль, соединить ее с повседневными нуждами, сделать ее более ясной и зримой для большинства людей» [12, с. 391].

К самым знаменитым осадам эллинистического периода греческой истории можно отнести семимесячную осаду и штурм Александром Македонским финикийского города Тира (январь – июль, 332 г. до н. э.). В «Походе Александра» Арриан подробно описывает осаду и взятие города при афинском архонте Никете в месяце гекатомбеоне [9, с. 102 – 108].

Изготовлением военных машин занимались инженер Диад и математик Атений, преподававший во времена Александра Македонского устройство военных машин [3, с. 50].

Проблема преодоления долговременных сооружений крепостного типа разрешалась военной техникой эллинизма двумя принципиально разными способами: или путем разрушения стен, или постройкой вспомогательных сооружений, позволявших подниматься на высоту крепостных стен либо оказываться выше их. Решающую роль играло применение осадных подвижных башен (*phoretoi purgoi*). Наиболее мощным и тяжелым подвижным башням дано было имя «гелеполей» (*helepoleis* от греч. *helein* – взять и *polis* – город – «берущая города»). Основное назначение подвижных башен – создать для осаждающих удобную исходную позицию на высоте крепостной стены или выше ее, позицию, с которой можно

эффективно обстреливать неприятельскую стену по верхнему ее краю и пространство за нею, а также при помощи штурмовых мостиков непосредственно переходить на нее.

Сопоставления данных, сообщаемых историками, с данными в книгах военных писателей Греции дают довольно полную картину устройства гелепол. Размеры гелепола изменялись в зависимости от задачи, стоявшей перед осаждавшими, то есть от характера местности и высоты крепостных стен. Во всех случаях гелепола представляла собою многоэтажное деревянное сооружение в форме усеченной пирамиды, поставленной на колеса (оси этих колес могли переставляться и помещались под углом в 90° друг к другу). Самые высокие из гелепол, о которых сохранились достоверные свидетельства, – это построенные инженерами Александра Македонского Диадом и Харием при осаде Тира [10, с. 295 – 300].

Наряду с гелеполами важную роль в осадной технике играли стенобитные приспособления. Одной из самых мощных стенобитных машин, имевшей во многих случаях решающее значение при взятии укрепленных пунктов, был таран (κρίος) (рис. 5). В одном случае таран двигали на катках, и тогда балка его получала четырехугольное сечение; в другом – его устраивали подвесным; при этом сечение балки обычно оставалось круглым. Тараны каткового типа двигались вдоль желоба по целой системе катков. Передвигали тараны того и другого типа или вручную, или при помощи ворота. Таран первого типа считался более совершенным, так как давал возможность вернее направить удар [10, с. 301 – 306]. Таким образом, греческим военным инженерам удалось создать осадную машину с использованием примитивных подшипников качения, то есть трение скольжения было заменено на трение качения, что позволило машине выполнять поставленные перед ней задачи при использовании незначительной силы.

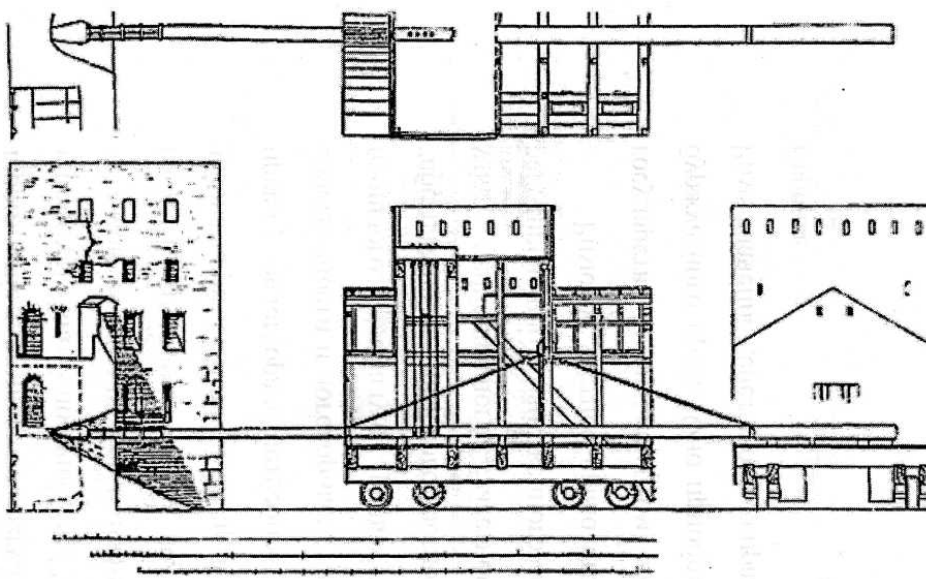


Рис. 5. Таран

Правда, эта эпоха не являлась в техническом отношении принципиально новой и в основном преимущественно совершенствовалась и развивалась достижения предшествовавшей ей классической эпохи. Классический период в истории Древней Греции, согласно принятой периодизации, охватывает время с рубежа VI–V вв. до 338 г. до н. э. Это время наивысшего подъема Греции, полного расцвета всех тех явлений, которые сформировались в архаическую эпоху, время господства такой своеобразной формы социально-экономической и политической организации общества, как полис. По мнению многих исследователей, именно полисной формой организации общества объясняются основные особенности развития древнегреческого общества, в том числе характер культуры и искусства [13, с. 136 – 257, 304 – 484].

В Древней Греции привлекают к себе внимание три философские школы. Они учреждались отдельными лицами, которые их и возглавляли. Это были школы для узкого круга людей, изолированных как от государства, так и от общества.

Первая из греческих философских школ, Ионийская, возникла в VI в. до н. э. Она была связана с именами Фалеса (640/624 – 548/545 гг. до н. э.) и Пифагора (570 – 490 гг. до н. э.). Школа имела материалистическое направление и занималась главным образом изучением строения мира в его всеобщности. Диоген Лаэртский утверждает, что Фалес первым стал заниматься астрономией, предсказывая затмения и солнцестояния. Он первым объявил душу бессмертной и заявил, что между жизнью и смертью нет разницы. Пифагор первый заявил, что душа совершает круг неизбежности, чередуюсь облекаясь то в одну, то в другую жизнь. Главное для людей, говорил Пифагор, в том, чтобы наставить душу к добру или злу. Из фигур он считал прекраснейшими среди объемных – шар, а среди плоских – круг. Он первый назвал небо мирозданием, а землю – шаром [14, с. 61 – 68, 307 – 320].

Расцвет второй греческой философской школы, Афинской, относится к 480 – 330 гг. до н. э. и охватывает период с момента окончания Пунических войн до подчинения Александром Македонским независимых греческих городов. В сложившейся в Афинах перипатетической школе философские интересы перекликались с естественнонаучными, то есть с объяснением явлений материального мира и природы, моральных сторон человеческой жизни и общественного долга людей. Именно в Афинах проходила деятельность основателей перипатетической школы Сократа, Платона и Аристотеля [15, с. 214 – 273].

При построении общей системы мира, в частности космогонической теории и физики, Аристотель и его школа соприкасались с задачами механики. По этой причине механика нашла отражение в работах Аристотеля «Физика», «О небе», «О возникновении и уничтожении», «О метеорах» и отчасти «Метафизика». Что касается трактата «Механические проблемы», по мнению И. Н. Веселовского, он вышел из аристотелевской школы, но вряд ли принадлежит самому Аристотелю [16, с. 8].

Диоген Лаэртский утверждает, что Аристотель был «самый преданный из учеников Платона» [14, с. 188]. Поэтому в завершении нашего исследования необходимо обратиться к сочинению Платона «Тимей», в котором рассказывается как «Бог сотворил Душу».

Душу (psyche) Платон полагал «бессмертною, облакающеюся во многие тела попеременно; начало души – числовое, а тела – геометрическое; определял он душу как идею повсюду разлитого дыхания. Душа самодвижется и состоит из трех частей: разумная часть ее (logisticon) имеет седалище в голове, страстная часть (thymoeides) – в сердце, а вождельительная часть (epithymeticon) – при пупе и печени». Из середины со всех сторон душа окружает тело по кругу. Состоит она из первооснов и гармоническими расстояниями разделена на два соприкасающихся круга, из которых внутренний круг в свою очередь разделен шестью разрезами на семь кругов. Этот круг движется по поперечному влево и изнутри, а другой – по стороне вправо. Власть принадлежит внешнему кругу, – ибо другой разделен изнутри. Внешний круг есть круг Тожественного, внутренний – круг Иного. Этим Платон говорит, что движение души есть и движение целого, и обращение планет.

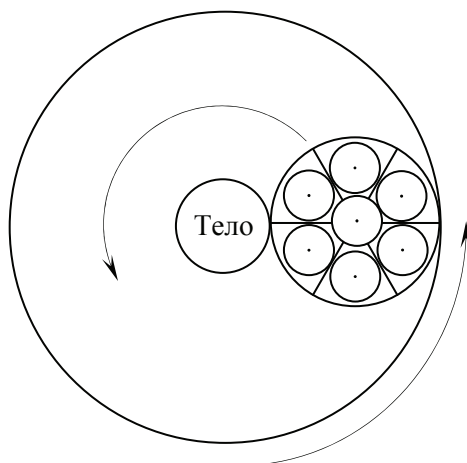


Рис. 6. Схема души

Будучи разделена и слажена таким образом от середины и до краев, душа познает сущее и входит в его лад, ибо во внутреннем ладу находятся и ее собственные основы. Когда правильно движется круг Иного, тогда возникает мнение, когда круг Тожественного – знание [17, с. 437–439]. Данному представлению соответствует схема, изображенная на рис. 6.

Описание души по Платону ассоциируется с образом системного изделия, каким является подшипник качения. Мир системен и принцип действия этого мира, его духовное устройство не отличаются от материального устройства, поэтому духовный и материальный миры неразделимы, более того их нельзя противопоставлять, так как во Вселенной все взаимосвязано.

Подводя итоги исследования можно утверждать, что теоретические и практические предпосылки к появлению современного подшипника закладывались в древности философами, математиками, механиками. С тех пор технологии производства подшипников неустанно совершенствовались, и подшипник приобрел знакомый нам вид. Без его использования невозможно представить ни одно современное производство.

Список литературы

1. Большая Советская Энциклопедия. В 30 т. Т. 20 / гл. ред. А. М. Прохоров. – М. : Советская Энциклопедия, 1975. – 608 с.
2. Антонец, И. В. История и методология науки и производства : метод. указания / И. В. Антонец. – Ульяновск : УлГТУ, 2014. – 31 с.
3. Мандрыка, А. П. Эволюция механики в ее взаимной связи с техникой (до середины XVIII в.) / А. П. Мандрыка. – Л. : Наука, 1972. – 251 с.

4. Наука. Подробная иллюстрированная история науки : пер. с англ. / гл. ред. А. Харт-Дэвис. – М. : Ридерз Дайджест, 2012. – 512 с.
5. Гуковский, М. А. Механика Леонардо да Винчи / М. А. Гуковский. – М. ; Л. : Изд-во Акад. наук СССР, 1947. – 815 с.
6. Да Винчи, Л. Избранные естественнонаучные произведения / Леонардо да Винчи. – М. : Изд-во Акад. наук СССР, 1955. – 1207 с.
7. История механики с древнейших времен до конца XVIII века / под общ. ред. А. Т. Григорьяна, И. Б. Погребысского. – М. : Наука, 1971. – 298 с.
8. Сычев, Н. В. Книга династий / Н. В. Сычев. – М. : АСТ: Восток-Запад, 2005. – 959 с.
9. Арриан. Поход Александра : пер. с лат. / Арриан. – М. : Миф, 1993. – 271 с.
10. Эллинистическая техника : сб. ст. / под ред. акад. И. И. Толстого. – М. ; Л. : Изд-во Акад. наук СССР, 1948. – 367 с.
11. Архимед. Сочинения / Архимед ; пер. и вступ. ст. И. Н. Веселовского, пер. араб. текстов Б. А. Розенфельда. – М. : Физматгиз, 1962. – 639 с.
12. Плутарх. Сравнительные жизнеописания : пер. с древнегреч. В 3 т. Т. 1 / Плутарх. – М. : Изд-во АН СССР, 1961. – 503 с.
13. Беккер, К. Ф. Древняя история. Полное издание в одном томе : пер. с нем. / К. Ф. Беккер. – М. : Альфа-книга, 2012. – 947 с.
14. Диоген Лаэртский. О жизни, учениях и изречениях знаменитых философов / ред. и авт. вступ. ст. А. Ф. Лосев ; пер. с древнегреч. М. Л. Гаспарова. – М. : Мысль, 1998. – 576 с.
15. Тетюхин, И. Н. Теории происхождения государства и права : учеб. пособие. В 2 ч. Ч. 2. Теории происхождения права / И. Н. Тетюхин. – Тамбов : Студия печати Галины Золотовой, 2014. – 477 с.
16. Веселовский, И. Н. Очерки по истории теоретической механики / И. Н. Веселовский. – М. : Высшая школа, 1974. – 287 с.
17. Платон. Собрание сочинений. В 4 т. Т. 3 / Платон. – М. : Мысль, 1994. – 654 с.

References

1. *Bol'shaya Sovetskaya Entsiklopediya* [Great Soviet Encyclopedia], vol. 20 of 30, Moscow: Sovetskaya Entsiklopediya, 1975, 608 p. (In Russ.)
2. Antonets I.V. *Istoriya i metodologiya nauki i proizvodstva* [Science and industry history and methodology], Ul'yanovsk: UIGTU, 2014, 31 p. (In Russ.)
3. Mandryka A.P. *Evolyutsiya mekhaniki v ee vzaimnoi svyazi s tekhnikai (do serediny XVIII v.)* [The mechanics evolution in its relationship with technology (until the middle of the XVIII century)], Leningrad: Nauka, 1972, 251 p. (In Russ.)
4. Hart-Davis A. (Ed.) *Science: The Definitive Visual Guide*, DK Pub., 2009, 512 p.
5. Gukovskiy M.A. *Mekhanika Leonardo da Vinchi* [Leonardo da Vinci Mechanics], Moscow, Leningrad: Izdatel'stvo Akademii nauk SSSR, 1947, 815 p. (In Russ.)
6. Da Vinci L. *Izbrannye estestvennonauchnye proizvedeniya* [Selected works of natural science], Moscow: Izdatel'stvo Akademii nauk SSSR, 1955, 1207 p. (In Russ.)
7. Grigor'yan A.T., Pogrebysskiy I.B. (Eds.) *Istoriya mekhaniki s drevneishikh vremen do kontsa XVIII veka* [The history of mechanics from ancient times to the end of the XVIII century], Moscow: Nauka, 1971, 298 p. (In Russ.)
8. Sychev N.V. *Kniga dinastii* [Book dynasties], Moscow: AST, Vostok-Zapad, 2005, 959 p. (In Russ.)
9. Arrian. *Anabasis of Alexander, Volume I: Books 1-4*. Translated by P.A. Brunt. Loeb Classical Library 236. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1976.

10. Tolstoy I.I. (Ed.) *Ellinisticheskaya tekhnika* [Hellenistic technique], Moscow, Leningrad: Izdatel'stvo Akademii nauk SSSR, 1948, 367 p. (In Russ.)
 11. Heath T.L. (ed.). *The Works of Archimedes*, New York: Dover Publications, Inc., 2002, 326 p.
 12. Plutarch. *Lives*. Loeb Classical Library. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1914-1926.
 13. Becker K.F. *Weltgeschichte*, Stuttgart, Berlin, Leipzig: Union Deutsche Verlagsgesellschaft.
 14. Diogenes Laertius. *Lives of Eminent Philosophers*, edited by Tiziano Dorandi, Cambridge: Cambridge University Press, 2013
 15. Tetyukhin I.N. *Teorii proiskhozhdeniya gosudarstva i prava* [Theory of the origin of the State and Law], vol. 2 of 2, Tambov: Studiya pečhati Galiny Zolotovoi, 2014, 477 p. (In Russ.)
 16. Veselovsky I.N. *Očerki po istorii teoreticheskoi mekhaniki* [Essays on the history of theoretical mechanics], Moscow: Vysshaya shkola, 1974, 287 p. (In Russ.)
 17. Plato. *Timaeus. Critias. Cleitophon. Menexenus. Epistles*. Translated by R.G. Bury. Loeb Classical Library 234. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1929.
-

On Philosophical Interpretation of Technical System Products (Using the Example of Roller Bearing)

I. N. Tetyuhin, O. V. Fetisova, A. S. Zorin

Tambov State Technical University, Tambov

Keywords: history; philosophy; Plato; roller bearing; system theory.

Abstract: Using the historical materials of social and technical sciences, we consider a systemic approach to the stages of the emergence and gradual improvement of the roller bearing.

© И. Н. Тетюхин, О. В. Фетисова, А. С. Зорин, 2016