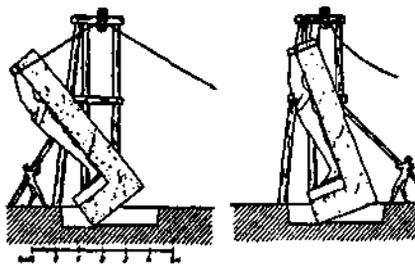


РЫЧАГ, БЛОК И НАКЛОННАЯ ПЛОСКОСТЬ

Уже в глубокой древности для подъема тяжестей человек стал применять простые механизмы: рычаг, ворот и наклонную плоскость. Позже к ним прибавились еще блок и винт. Эти несложные приспособления позволяли многократно увеличить мускульные усилия человека и справиться с такими тяжестями, которые при других обстоятельствах были бы совершенно неподъемными. Принцип действия простых механизмов хорошо известен. Например, если нужно втащить груз на определенную высоту, всегда легче воспользоваться пологим подъемом, чем крутым. Причем, чем положе уклон, тем легче выполнить эту работу. Эта связь имеет четкое математическое выражение. Если наклонная плоскость имеет угол α , то втащить груз по ней будет в $1/\sin \alpha$ и раз легче, чем поднять его вертикально. Если угол составляет 45 градусов, наше усилие будет в 1,5 раза меньше, если 30 градусов — в 2 раза меньше, при угле в 5 градусов мы потратим в 11 раз меньше усилий, а при угле в 1 градус — в 57 раз! Правда, все, что выигрывается в силе, теряется в расстоянии, ибо во сколько раз уменьшается наше усилие, во столько же раз возрастает расстояние, на которое придется тащить груз. Однако в тех случаях, когда время и расстояние не играют большой роли, а важна сама цель — поднять груз с наименьшим усилием, наклонная плоскость оказывается незаменимым помощником. Другим простым механизмом — рычагом — наши далекие предки постоянно пользовались для того, чтобы приподнимать и сдвигать с места тяжелые камни и бревна. Рычаг позволяет достигнуть многократного выигрыша в силе самыми простыми и доступными средствами. Положив длинный и крепкий шест на обрубок полена (опору) и подсунув второй конец его под камень, человек превращал шест в простейший рычаг. В этой ситуации на камень начинали действовать два вращающих момента: один от веса камня, а другой. — от руки человека. Для того чтобы камень сдвинулся с места, «подталкивающий» момент от мускульной силы человека должен быть больше «прижимающего» от веса камня. Момент, как известно, равен произведению приложенной силы на длину плеча рычага (в данном случае плечо — это расстояние от конца шеста (точки приложения силы) до полена (точки опоры)). Легко подсчитать, что если плечо, на которое давит человек в 15—20 раз длиннее того, которое подсунуто под камень, то сила человека соответственно тоже возрастает в 15—20 раз. То есть человек, не очень напрягаясь, может сдвинуть камень весом в тонну! Неподвижный блок — третий механизм, получивший распространение в древности — представляет собой колесо с желобом, ось которого жестко прикреплена к стене или потолочной балке. Перекинув через колесо веревку и прикрепив ее противоположный конец к грузу, можно поднять его на высоту крепления блока. Неподвижный блок не дает выигрыша в силе, но зато предоставляет возмож-

ность изменить ее направление, что зачастую при подъеме тяжестей тоже имеет огромное значение.

При всей своей примитивности простые механизмы многократно расширяли возможности древнего человека. Для того чтобы убедиться в этом, достаточно вспомнить о гигантских постройках древних египтян. Например, пирамида Хеопса имела высоту 146 м. Подсчитано, что для ее возведения потребовалось 23 300



Подъем статуй с помощью блока

000 каменных глыб, каждая из которых весела в среднем около 2,5 тонн. Но и это был не предел — при строительстве храмов египтяне транспортировали, поднимали и устанавливали колоссальные обелиски и статуи, вес которых составлял десятки и сотни тонн! Какие же механизмы использовали эти древние строители для того, чтобы поднимать на огромную высоту исполинские глыбы и статуи? Оказывается, все это можно сделать с помощью тех же простых устройств — блока, рычагов и наклонной плоскости. Колоссальные статуи и каменные глыбы перетаскивались на массивных салазках, которые тянуло большое количество людей. Каждый из работавших имел веревку, переброшенную через плечо. Под салазки подкладывались катки, которые после протаскивания груза подбирались и снова подкладывались под полость. Для преодоления препятствий салазки приподнимались с помощью рычагов. В качестве них употребляли стесанные бревна. Упорами служили специально изготовленные клинья разного размера. Работа сопровождалась музыкой. Главным подъемным приспособлением египтян была наклонная плоскость — рампа. Остов ramпы, то есть ее боковые стороны и перегородки, на небольшом расстоянии друг от друга пересекавшие ramпу, строились из кирпича; пустоты заполнялись тростником и ветвями. По мере роста пирамиды ramпа надстраивалась. По этим ramпам камни тащили на салазках таким же образом, как и по земле, помогая себе при этом рычагами. Угол наклона ramпы был очень незначительным — 5 или 6 градусов. Таким образом, например, наклонная дорога к пирамиде Хафра при высоте подъема в 46 метров имела длину около полукилометра. Соответственно для сооружения более высоких пирамид приходилось строить ramпу еще длиннее.

К иным приемам прибегали при подъеме длинных каменных глыб и статуй. Для этого применяли блоки. Однако поднять с помощью блоков огромные камни, какими являлись обелиски до 300 тонн весом и гигантские статуи царей, достигавшие 1000 тонн веса, невозможно. Для установки таких статуй и обелисков приходилось проводить значительную подготовительную работу. В качестве подъемного приспособления здесь опять выступала наклонная

плоскость — рампа. Прежде всего по обе стороны пьедестала возводились каменные стены. К одной из них пристраивалась наклонная плоскость, высотой несколько меньше, чем высота устанавливаемого обелиска. Все четыре стены рампы образовывали как бы кирпичный колодец. В одной из его стен на уровне земли делался сквозной коридор. Все пространство внутри засыпалось песком. Затем по наклонной плоскости втаскивали основанием вперед законченный обелиск. После этого через коридор в стене начинали выносить песок, и обелиск под собственной тяжестью начинал плавно опускаться на пьедестал, постепенно принимая вертикальное положение. После установки стена и рампа разбирались.

Широко применяя наклонную плоскость и рычаг, древние египтяне, кажется, не задумывались о законах, которые лежат в основе простых механизмов. По крайней мере, до нас не дошло ни одного вавилонского или египетского текста с описанием их действия. Эту работу



*Деревянный блок древних египтян
(Лейденский музей)*

провели только ученые Древней Греции. Классические расчеты действия рычага, наклонной плоскости и блока принадлежат выдающемуся античному механику Архимеду из Сиракуз. Архимед изучил механические свойства подвижного блока и применил его на практике. По свидетельству Афиней, «для спуска на воду исполинского корабля, построенного сиракузским тираном Гиероном, придумывали много способов, но механик Архимед один сумел сдвинуть корабль с помощью немногих людей; Архимед устроил блок и посредством него спустил на воду громадный корабль; он первый придумал устройство блока». Из этого свидетельства видно, что Архимед не только изучил свойства простых механизмов, но и сделал следующий шаг — стал сооружать на их основе более сложные машины, преобразующие и усиливающие движение. Возможно, что корабль ему удалось сдвинуть с помощью системы подвижных и неподвижных блоков (подобной современным таям), используя которые можно многократно увеличить прилагаемое усилие. Когда на родной город Архимеда напали римляне, он применил свои знания в военной технике. По его чертежам сиракузяне построили множество самых разнообразных боевых машин. Среди них были метательные орудия; поворотные краны, низвергавшие на римские корабли огромные камни; привязанные к цепям железные лапы, которые захватывали и переворачивали вражеские корабли.

Источник: Рыжков К.В. 100 великих изобретений. — М.: Вече, 1999. — 528с. — (100 великих).