

**Митрофанов Н. М.**

## **Техника в моделях**

**Модели по технологии горного и  
металлургического производств**

**Москва  
«Книга по Требованию»**

УДК 62  
ББК 30.6  
М67

**Митрофанов Н. М.**  
М67 Техника в моделях: Модели по технологии горного и металлургического производств / Митрофанов Н. М. – М.: Книга по Требованию, 2012. – 86 с.

**ISBN 978-5-458-25068-9**

В нашей стране строятся индустриальные гиганты-металлургические заводы, глубоко под землю уходят угольные и железорудные шахты, бесчисленные машины и механизмы работают на заводах и шахтах. Миллионы строителей социализма создают машины и управляют ими. Миллионы советских детей мечтают стать героями труда и изобретательства. Книга Митрофанова «Техника в моделях» учит ребят, как строить модели заводов, доменных печей, шахт, электропечей и разных механизмов из металлических полуфабрикатов (фасонного железа) и других подручных материалов. По приложенным к книге чертежам кружки юных моделлистов могут делать модели шахт и заводов, изучать их работу и готовиться к будущей инженерной деятельности. Книжка будет полезна и для школьных преподавателей и работников детских технических станций.

**ISBN 978-5-458-25068-9**

© Издание на русском языке, оформление  
«YOYO Media», 2012

© Издание на русском языке, оцифровка,  
«Книга по Требованию», 2012

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

[www.samizday.ru/reprint](http://www.samizday.ru/reprint)



## **Введение**

В 1937 году открыт канал, соединяющий Волгу с рекой Москвой. Воды величайшей реки Европы повернули к красной столице. Широкие водные пути соединили Москву с пятью морями, омывающими границы Страны Советов.

Многие тысячи строителей возводят прекрасные сооружения канала. Плотины образуют новые огромные озера. Бетонными массивами растут плузы, насосные станции и гидроэлектростанции. Настало время, когда на новых теплоходах мы можем осматривать это чудо советской техники и искусства.

Работе строителей на площадках канала предшествует кропотливая, очень ответственная работа проектировщиков. Надо рассчитать каждую часть сооружения, выбрать для нее красивые формы, необходимого прочности материал.

Не всегда возможно это сделать на бумаге. Трудно, почти невозможно представить себе и вычислить направление и скорость огромных масс воды, стекающей с гребня плотины. На помощь приходит опыт. Инженеры построили модель плотины и гидростанции с участком реки. В модели точно повторены все изменения дна и берегов реки в этом месте.

Русло «реки» наполнили водой. Потоки воды устремились через гребень плотины, сквозь трубы турбин. По реке пустили поплавки с зажженными свечами, а сверху через равные промежутки времени фотографировали специальным фотоаппаратом.

На снимке путь поплавок получился в виде пунктирных линий. Пламя свечей оставило на пластинке след, показывающий направление водяных струй. Скорость нетрудно было определить по длине штрихов этих пунктирных линий.

Такая модель дала проектировщикам возможность проверить свои расчеты и сделать очень важные выводы для постройки настоящей плотины.

Крупный изобретатель после первых расчетов и набросков своей новой идеи спешит построить модель и только после ее испытания завершает работу.

В 1772 году знаменитый русский самоучка-изобретатель Кулибин спроектировал большой однопролетный мост через реку Неву. Невиданная конструкция моста вызвала насмешки тогдашних академиков. Кулибин решил доказать правильность своих расчетов. Он построил большую модель своего моста длиной в 30 метров, и при публичном испытании она выдержала нагрузку в 5 000 пудов. Это равняется весу десяти современных автобусов. Академики были поражены и на-

инсали в своем заключении, что «модель к неожиданному удовольствию Академии найдена совершенно и доказательно верною для произведения в настоящем размере».

Так удивительный самоучка-изобретатель с помощью модели защитил свою работу перед строгим судом ученых. Занятое войнами и увеселениями самодержавие так и не построило моста Кулибина.

Гениальный Эдисон каждую новую свою идею спешил выполнить в модели. Опыты с моделями подсказывали ему пути улучшения конструкции прибора и рождали новые изобретения.

В Московском парке культуры и отдыха им. Максима Горького построили модель аэропоезда советского изобретателя Вальднера. Небольшие вагоны так быстро скользят по надземному пути, что каждый зритель сразу убеждается в преимуществах нового, сверхскоростного транспорта.

Другой наш инженер, Е. Обадан, предложил использовать модели машин при проектировании заводских цехов. Маленькие токарные, фрезерные, строгальные станки нетрудно расставить на плане цеха (рис. 1). Инженеру сразу видно, какое расположение станков создает наилучшие условия работы, сокращает пути сырья и готового продукта. Такой прием помогает наиболее целесообразно расставить станки по отношению к свету, вентиляции, подводке электричества и т. д. Метод проектировки с помощью моделей экономит стране много средств, уменьшая излишние чертежные работы и устраняя ошибки проектирования.

Модели проникли во все области нашей жизни, науки и техники. Физики успешно разгадывают тайны строения материи и воссоздают свои теоретические предположения в моделях атомов и молекул различных веществ. Астрономы демонстрируют на моделях сложные движения планет нашей солнечной системы. В школах демонстрируют модели человеческого тела. Политехнический музей в Москве, оборудованный движущимися моделями, показывает в действии различные машины и целые производства. Модель стала серьезным и необходимым пособием в лаборатории ученого и изобретателя, в аудиториях учебных заведений.

Многие из юных техников были на интересной выставке технических моделей. Моторы, динамо, паровые машины блестяли своими лакированными корпусами. Дымна поднималась к самому потолку. Гудели электровозы и паровозы. Сверкали стеклом химические аппараты.

Почти вся мировая техника уместилась на витринах выставки.

Посетители выставки ходили с записными книжками. Страницы быстро заполнялись схемами, устройствами, формами. Горячо обсуждались достоинства и недостатки каждой машины.

Но это была не американская выставка «Век прогресса». Нет, это юные техники нашей страны показывали в Политехническом музее свое мастерство и свои знания. В витринах были, конечно, настоящие машины, а их действующие модели. Школьники, юные техники, педагоги, инженеры, посетившие выставку, дали блестящие отзывы о выставленных моделях. Изобретательность, настойчивость, хорошо усвоенные знания видны были в каждой работе.

Подобные выставки устраиваются теперь ежегодно. И не только в Москве. По всем республикам и областям раскинулась сеть детских технических станций. В каждой школе, пионерском клубе есть кружки юных техников. Эта огромная армия юных изобретателей дает хорошие пополнения нашим заводам, лабораториям, институтам.

Вниманием и помощью окружена работа детских технических станций и кружков. Юные техники отвечают на это отличной учебной ра-

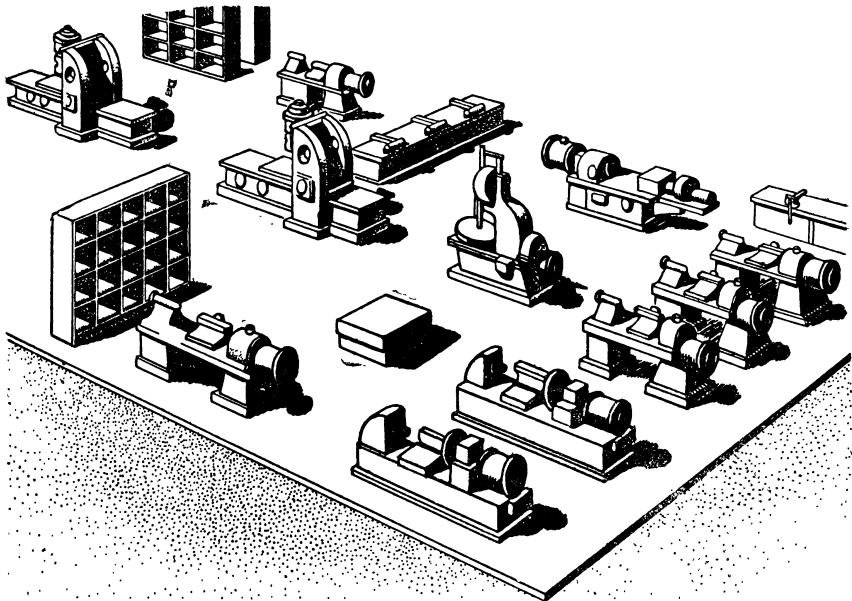


Рис. 1. Проект оборудования цеха, разрешенный с помощью моделей станков инженера Е. Обадана.

школе и новыми интересными постройками в лабораториях ДТС. Много сделали умелые руки, но еще больше им предстоит сделать.

Посмотрите внимательно на витрины выставок детского технического творчества. Прекрасные модели. Все современные технические достижения отражены в работах юных техников. Тут гудит электромотор, там работает паровой молот, здесь переносит тяжести сложный подъемный кран. Все движется, ярко показывая работу настоящих машин.

Но этого еще недостаточно.

Где вы видели одиноко работающий молот? Его всегда окружают другие машины и устройства. Наверное, рядом находится нагревательная печь или горн, стоят тяжелые ножницы, иногда другие легкие и тяжелые молоты.

Молот — это только часть производственного оборудования кузницы. Он выполняет только одну часть производственного процесса по горячей обработке металла.

Нам необходимо знать не только устройство молота, но и его значение в общем потоке работы кузницы.

Этого лучше всего достигнуть, работая коллективом над сооружением ряда моделей, изображающих оборудование целого цеха, целого предприятия, показывающих в действии весь производственный процесс.

Передовые ДТС так и поступают. Если юные техники строят электровоз, то непременно будет построен рельсовый путь, контактный провод, депо и т. д.

Приступая к работе над подобной моделью, кружок или лаборато-

рия знакомится с технической литературой по выбранной теме, беседует со специалистами, составляет проект модели, а затем, распределив работу между членами коллектива, строит эту модель.

Один сооружает электромотор, другой — рельсовый путь, третий и четвертый — электровоз, но все они хорошо усвоят основы техники электрифицированного транспорта.

Если коллектив большой и крепкий, то можно сделать рельсовый путь значительной длины с насыпями и мостами, депо или парк, подвижной состав, станции, автоблокировку и т. д.

Получится интереснейшая модель.

Юные техники, испробовав свои силы на постройке отдельных моделей, должны затем перейти на коллективную постройку целых цехов, заводов и производств. В этой работе они усвоят не только конструкции отдельных машин, но и технологию производств, применят свои знания к расчетам моделей, поймут значение отдельного рабочего места в общем потоке труда.

Работая коллективом, легче избежать досадных ошибок. Юный техник часто не рассчитывает своих сил и знаний. Модель электровоза он намерен сделать «совсем как настоящий электровоз». Он делает сотни мелких деталей, мучается со сборкой, запутывается в схеме и в конце концов бросает работу. Модель нельзя считать настоящей машиной, только уменьшенной в несколько раз. Второстепенные детали машины в модели не обязательны. Правильное представление об основном устройстве машины и правильная связь ее основных частей, — вот чего должны добиваться юные техники, строя свои модели.

Для такого коллектива юных техников и писателя эта книга.

## *Что мы будем строить?*

Мы будем строить модели машин. Но этого мало. Мы построим такие модели, чтобы у нас получилась

### *угольная шахта*

В нашей шахте можно будет познакомиться с работой машин, отделяющих уголь от пласта. Мы построим модели устройств подземного транспорта. Возведем надшахтные сооружения для подъема угля на поверхность земли. Уголь и руду надо подвезти к доменному заводу. Мы сконструируем и соорудим

### *подвесную канатную дорогу*

Уголь и руда пойдут к заводу в воздухе, по канатам, в особых вагонетках. Мы увидим на примере модели, что такой дороге не страшны ни горы, ни ущелья.

Канатная дорога кончится там, где мы построим

### *доменный завод*

Здесь будет работать полным ходом доменная печь. Мы переплавим руду в чугун, выльем в ковш, а потом разольем в формы особой машиной. Расплавленный чугун остынет в виде чушек.

Но чугун не прокатывается в листы, не куется под молотом. Он слишком хрупок. Нам для работающих и ответственных частей машин нужна сталь. Мы построим

### *сталелитейный цех*

Свой цех мы оборудуем электрическими печами. В белом пламени вольтовой дуги быстро расплавятся чушки чугуна, выгорят примеси, которые делают чугун хрупким, и мы получим хорошую машиностроительную сталь.

Мощный подъемный кран подхватит ковш с расплавленной сталью и разольет ее в металлические бутылки — изложницы.

Наша «промышленность» будет передовой по технике. Для моделей мы возьмем лучшие типы современных машин. Современное производство немислимо без электричества. Большинство машин приводится в движение электромоторами.

В книжке дано описание постройки моделей главнейших машин и устройств. Члены кружка или участники лаборатории ДТС могут заменить модели по желанию или дополнить свое «производство» другими машинами. Изобретательности у юных техников всегда достаточно.

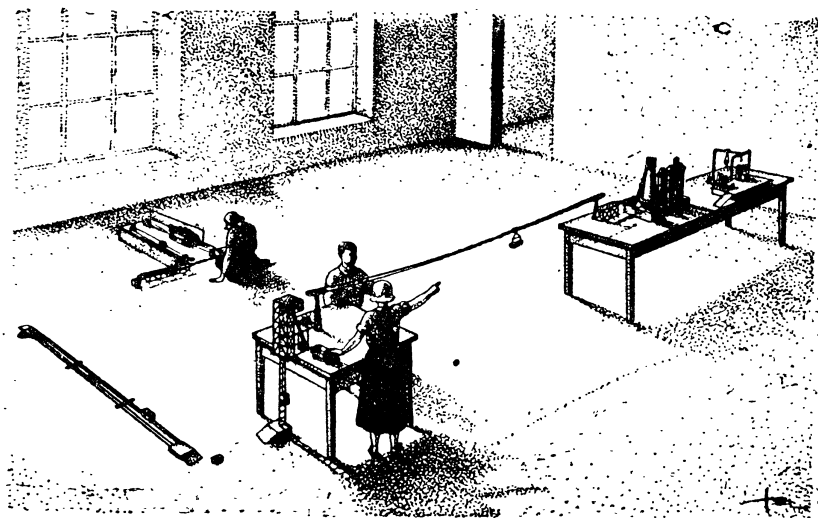


Рис. 2. Наша самодельная „промышленность“ в действии. Общий вид игровой площадки с моделями шахты, канатной дороги, доменного и сталелитейного цехов.

### *Материал*

Консервная банка — вот основное сырье юных техников для металлических поделок. Написаны целые книги о самоделках из консервных банок. Незатейливый этот предмет в руках юных мастеров превращается то в паровоз, то в метеорологический прибор, а иногда даже в телефон. Консервная банка честно служила моделистам и, вероятно, долго еще будет выручать их в затруднительных случаях.

Но все-таки техника моделирования из консервных банок, — устаревшая техника. В прекрасно оборудованных лабораториях ДТС, дворцах пионеров, школьных мастерских она должна уступить место более современным материалам.

На помощь приходит советское «Меккано». Наборы «Конструктор» и «Пионер» дают в руки юным строителям замечательный материал для различных построек и моделей. Из деталей конструктора можно сделать и аптекарские весы, и раздвижной мост. Богатые навыки конструирования, знакомство с деталями машин и их взаимодействием, — вот что получают моделисты при работе из наборов «Конструктора».

Но конструкторы этого типа не могут удовлетворить серьезных моделистов. Они относительно дороги. Для крупных и сложных построек приходится делать довольно большие затраты. Для следующих построек моделист должен размышлять сделанное ранее.

Конструктор типа «Меккано» не дает навыков обработки материалов. Отвертка и ключ — вот и весь инструмент для построек из «Меккано».

Поэтому мы для своего капитального строительства воспользуемся другим материалом.

Мы собираемся заняться серьезным строительством, нам будет нужен простой и удобный строительный материал.

Нетрудно узнать, каким материалом пользуются строители настоя-

щих заводов. Присмотритесь во время экскурсии на завод, как сделаны стены и крыша цехов, из чего построен подъемный кран, и вы увидите везде один и тот же материал. Это сортовое и фасонное железо.

Из прокатных цехов металлургических заводов идут на каждое строительство поезда, груженные фасонным железом. Рабочие-строители длинные полосы или балки этого железа разрезают на части, сверлят, склепывают или сваривают. Получаются прочные высокие колонны заводских стен, фермы, поддерживающие крыши над огромными пространствами цехов. Каждая колонна состоит из многих различных по форме и размерам частей. Всмотритесь в отдельные части колонны и вы увидите, что некоторые из них сделаны из плоских железных полос, другие из полос согнутых в виде прямого угла, третьи в виде прямоугольного жолоба и т. д. Это различные сорта фасонного железа.

На рис. 3 показаны основные типы сортового и фасонного железа.

Для чего такое разнообразие сортов? Не проще ли выбрать одну или две формы для железа и строить из них с основания до крыши? Спросите у рабочего-строителя. Он вам покажет на крышу. Там железным фермам приходится выдерживать только тяжесть крыши и снега зимой. Потом укажет на балки, по которым катятся колеса подъемного крана. Эти балки должны выдержать вес крана и груза, поднятого краном. А кран в крупном заводе может поднять целый паровоз. Ферма крыши и балка под колесами крана опираются на колонну стены цеха. Каждому станет ясно, что колонну нужно сделать более прочной, чем балку для крана и, конечно, чем ферму для крыши.

Здесь на помощь строителям приходит фасонное железо. Для фермы крыши они возьмут угловое и полосовое железо, для подкрановой балки двутавровое или швеллерное, а для колонны используют и то, и другое, и третье.

От формы и размеров такого строительного железа зависит его

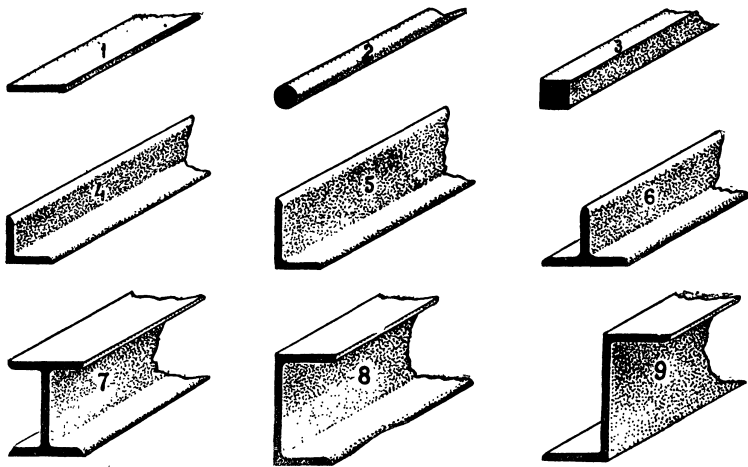


Рис. 3. Основные типы сортового и фасонного железа. Сортовое железо: 1 — полосовое, 2 — круглое, 3 — квадратное. Фасонное (профильное) железо: 4 — угловое, 5 — угловое неравнобокое, 6 — тавровое, 7 — двутавровое, 8 — швеллерное (или корытное), 9 — зетовое.

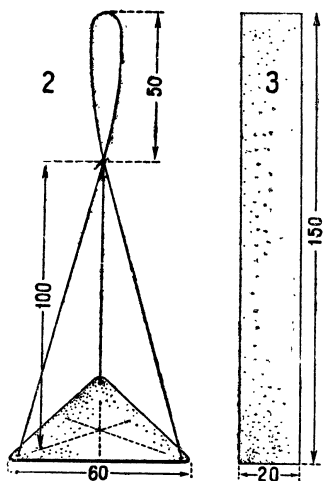
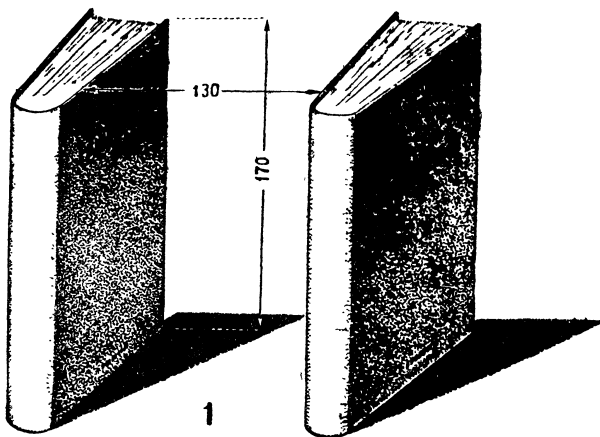


Рис. 4. Части простейшей установки для испытания на изгиб: 1 — книги опоры, 2 — площадка для нагрузки, 3 — полоска испытываемой бумаги.

прочность, его способность выдерживать тяжесть, удары, давление сбоку и т. д.

Прделаем несколько простых опытов с бумажными полосками. Они помогут нам уяснить зависимость выносливости железной балки от ее формы. Такие опыты с помощью сложных и дорогих машин делают в заводских лабораториях, прежде чем использовать железо в постройке. То, что мы увидим при испытаниях «фасонной бумаги», происходит и с фасонным железом. Сущность явлений и там и тут одна, но для опытов с бумагой нам не потребуется машин и приборов. Наша испытательная лаборатория состоит из двух книг в переплетах и нескольких бронзовых (копеечных) монет. Сделаем еще треугольную площадку из тонкого, легкого картона с привязанными к ее углам нитками длиной в 100 мм. Свободные концы нитей свяжем в один узел, а от узла сделаем петлю длиной в 50 мм.

Вырежем из плотной бумаги для рисования несколько полос шириной в 20 мм и длиной в 150 мм (рис. 4).

Поставим две одинаковые по высоте книги на стол, так, как показано на рис. 4. Расстояние между верхними краями корок переплета возьмем равным 130 мм.

Проденем в петлю треугольной площадки одну полоску испытываемой бумаги, а затем положим эту полоску концами на верхние кромки переплета книг.

Если картон площадки легок, то полоска свободно выдерживает его тяжесть. Возьмите монету в 1 копейку и осторожно положите ее на площадку. Полоска заметно согнется, «получит прогиб», как скажет строитель (рис. 5). Две копейчные монеты на площадке сгибают

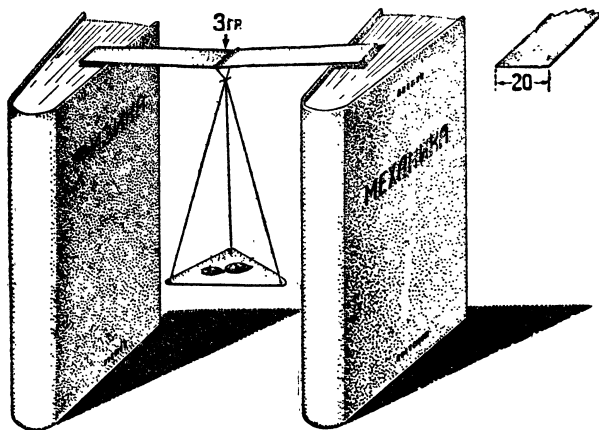


Рис. 5. Полоска бумаги под нагрузкой в 3 г.

полоску очень сильно, а четыре делают прогиб настолько большим, что концы полоски срываются с переплетов книг. В нашей простенькой установке переплеты служат точками опоры для испытываемого образца, а площадка с монетами — нагрузкой. Будем следить за тем, чтобы расстояние между точками опоры при всех наших опытах было одним и тем же. Нагружать образец (т. е. подвешивать петлю площадки) надо на равном расстоянии от точек опоры на середине полоски. Испытательные машины лабораторий построены тоже с соблюдением этих правил.

Сравнивать прочность двух образцов мы можем тогда, когда они испытаны в одинаковых условиях.

Строители говорят: «нагрузка на балку равна 800 кг». Нельзя же нам сказать: «нагрузка на полоску — 2 копейки». Нет, мы скажем: «нагрузка равна 2 праммам». И скажем правильно. Очень полезно запомнить, что наша бронзовая копейка весит 1 г, 2 копейки — 2 г, 3 копейки — 3 г, 5 копеек — 5 г. Такой вес имеют новые бронзовые, а не старые медные монеты. К серебряным монетам это правило не относится: серебряный гривенник весит не 10, а около 2 г.

Монеты будут у нас довольно точным разновесом. Нагрузку на образец всегда легко определить: стоит только сосчитать в копейках сумму монет на площадке. Вес площадки, на которой лежат монеты, небольшой, и им можно в наших приблизительных расчетах пренебречь.

Полоска бумаги в нашем испытании выдержала нагрузку в 2 г. Можно ли ее сделать более выносливой, заставить выдерживать без большого прогиба большую нагрузку? Можно и очень просто.

Согните полоску вдоль по середине, а затем немного расправьте, чтобы получился уголок со сторонами в 10 мм шириной.

Подвергнем его такому же испытанию. Положим уголок двумя концами на переплет книг и будем постепенно увеличивать нагрузку. Вот мы уже положили 2 г из нашего разновеса; уголок не дает заметного изгиба. Продолжаем нагружать, подкладывая на площадку копейку за копейкой. Уголок стойко поддерживает площадку. Мы положили уже 20 копеек (значит 20 г), — в десять раз больше, чем вынес этот же кусочек бумажки, когда мы испытывали его в виде полоски. У нас

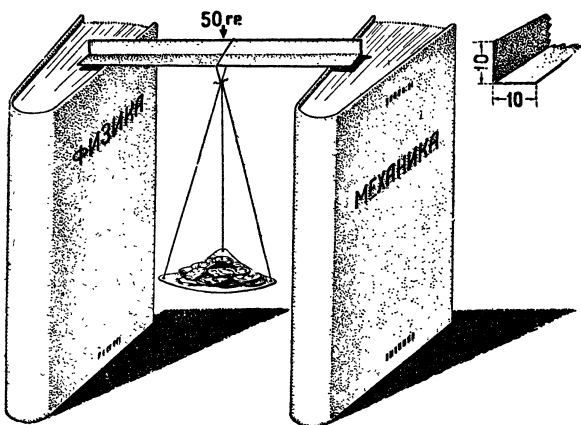


Рис. 6. Уголок из той же полоски бумаги выдерживает нагрузку в 50 г.

больше нет монет в 1 копейку. Мы осторожно снимем копейки с площадки и заменим их четырьмя пятикопеечными монетами. Продолжаем увеличивать нагрузку. Еще 5—8 г. Уголок начинает сгибаться, но способен выдержать еще большую тяжесть (рис. 6).

И только когда нагрузка дойдет почти до 50 г, уголок несколько секунд сохраняет устойчивость, а затем сгибается и падает с опор под тяжестью разрушающей нагрузки.

Этот опыт очень убедительно показывает нам, как сильно зависит сопротивление материала от формы, которую мы ему придаем. Бумажный отрезок весом в полграмма в виде полосы выдерживает нагрузку в 2 г, а в виде уголка уже в 50 г — в 100 раз больше собственного веса! Есть о чем подумать!

И все же это еще не предел. Из той же бумаги вырежем полоску, равную первой по размерам. Согнем ее в виде прямоугольного жолоба. Среднюю часть возьмем шириною в 10 мм, а отогнутые края — по 5 мм. Бумажная полоска примет форму швеллерного или корытного железа.

Испытываем эту полоску тем же самым методом. 50 г на площадке, подвешенной к нашей «балке», не вызывают даже заметного прогиба. Нам придется собрать весь запас бронзовых монет (рис. 7). Вот нагрузка достигла 80 г, затем 100 г — и только сейчас «балка» получает прогиб. Продолжаем нагружать дальше, но будем делать это осторожно, без толчков и небольшими порциями — в 2—3 г. На площадке уже 145 г! Наша швеллерная балка выдерживает нагрузку, почти в 300 раз превышающую ее собственный вес.

Нам теперь ясно, что от фасона, или, как говорят техники, от профиля железа, зависит его способность выдерживать нагрузку.

Прочность стальных балок зависит также от качества стали, которая пошла на изготовление балки, и от размеров балки. Это можно проверить и в наших опытах. Стоит только взять бумагу другого качества, плотнее или мягче, и мы сразу получим другие результаты. То же самое получится, если мы изменим ширину испытываемых бумажных полосок и согнутых из них балок. Проведите эти опыты самостоятельно, выбрав размеры и материал образцов. Составьте сравнительные записи. Эти несложные, но занимательные опыты просто и ярко показывают