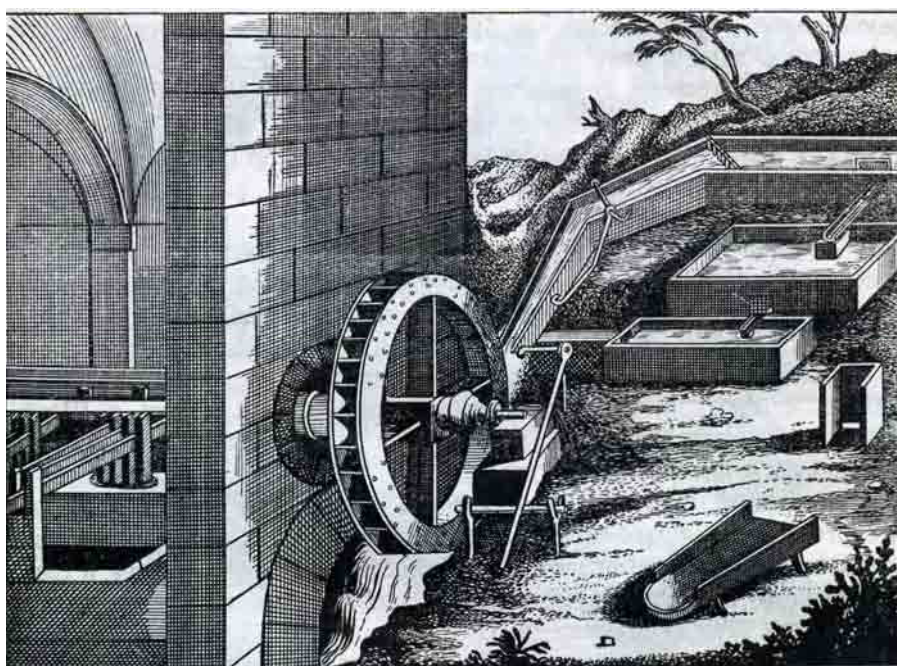


О.В.Ильина, В.Г. Бандорин

ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ МЕХАНИЗМОВ И ПРОИЗВОДСТВ.

Учебное пособие



**Санкт-Петербург
2008**

УДК 676: 658.382 (075)
ББК 32.77я7
И 460

Ильина О.В., Бандорин В.Г. История создания автоматизированных механизмов и производств.: учебное пособие / ГОУ ВПО СПбГТУРП. – СПб., 2008. – 50 с.

Пособие содержит историю создания автоматизированных механизмов с точки зрения эволюции человека и развития промышленных форм.

Цель настоящего учебного пособия научить студентов применять в проектировании опыт исторического развития механизмов и эволюции человека.

Пособие предназначается как для студентов специальности 070601 «Дизайн», так и для студентов специальности 150405 «Машины и оборудование лесного комплекса».

Рецензенты: профессор кафедры промышленного дизайна СПбГХПА
Никитин А.А.
профессор кафедры МАС СПбГТУРП Гаузе А.А.

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом университета в качестве учебного пособия.

- © ГОУ ВПО Санкт-Петербургский
государственный технологический
университет растительных
полимеров, 2008
- © Ильина О.В., Бандорин В.Г., 2008

Учебное издание

И л ь и н а Ольга Вячеславовна
Б а н д о р и н Валерий Георгиевич

ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ МЕХАНИЗМОВ И ПРОИЗВОДСТВ

Учебное пособие

Редактор и корректор Т.А.Смирнова

Техн.редактор Л.Я. Титова

Версия на компьютере и дизайн обложки К.Ю. Бондарева

Темплан 2008, поз. 79

Подп. к печати 15.07.2008 г. Формат бумаги 60 x 84/16. Бумага тип.№ 1. Печать офсетная.
Печ.л. 3,25, Уч-изд.д. 3,25. Тираж 50 экз. Изд. № 79 Цена «С». Заказ

Ризограф ГОУВПО Санкт-Петербургского государственного технологического университета
растительных полимеров, 198095, СПб., ул.Ивана Черных, 4

Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования

Санкт-Петербургский государственный технологический университет
растительных полимеров

О.В.Ильина, В.Г. Бандорин

ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ МЕХАНИЗМОВ И ПРОИЗВОДСТВ

Учебное пособие

Санкт-Петербург
2008

ВВЕДЕНИЕ

Мир современной техники не менее многообразен и сложен, чем природный. Но в отличие от природы этот безграничный мир люди создавали собственными руками для своих надобностей на протяжении всей своей истории. Уже самые древние люди умели делать простейшие технические приспособления. Постепенно, вместе с развитием техники изменялся и сам человек.

В истории машин можно наметить несколько этапов развития формы. На раннем периоде развития машин – форма конструктивна, т.е. элементы конструкции являются элементами формы и зависят от выполняемых машиной операций. Затем, по мере развития машинной техники, в XIV – XVII вв. внешняя форма как бы приобретает некоторую автономность. Это вполне понятно: построение машин было чисто эмпирическим процессом; кинематическая схема машины не менялась на протяжении столетий, поэтому строители машин не могли внести коренные изменения в структуру машины и повышение ее продажной стоимости и слава ее создателя достигались изменением формы. Немаловажное значение при этом имело влияние «больших» стилей – Возрождения, барокко, рококо.

Положение изменилось в XVIII веке, когда выделились и «отмежевались» от иных «искусств» изящные искусства. В связи с этим уточнилось определение профессий, художник отошел от ремесленника, и за каждой из этих профессий закрепились определенные трудовые и творческие функции. Создатели рабочих машин, заменивших руку человека, не подчинялись условностям профессии и цеха. Форма создаваемых машин они синтезировали, руководствуясь лишь техническим чутьем.

XIX век характеризуется интенсивным творчеством машин транспортных, технологических, совершенствованием рабочих органов за счет улучшения технических параметров. Но уже к концу второго десятилетия конкурирующие между собой фирмы меняют внешнюю форму машины, приспособляя ее к общепринятым художественным вкусам времени.

Со второй половины XIX в. наступает перелом в общественных эстетических представлениях, знаменующий начало нового сближения искусства и техники. Машины стали занимать в человеческой жизни важное место, в сущности жизненная среда стала машинной, и эта среда нуждалась в улучшении, и прежде всего в повышении эстетических качеств формы технических объектов, тем более что во многих случаях форма является единственным чувственно воспринимаемым параметром машины. Современный научно-технический прогресс предъявляет требования к работе не одной только машины, а системы «человек – машина»; и в этих условиях оказывается, что форма машины – существенный параметр оптимизации работы этой системы.

В настоящем пособии прослеживается развитие и совершенствование техники от самой примитивной (заступ, молот и т.д.) до сложных современных автоматизированных устройств и то, как менялись представления о красоте, удобстве и общественной полезности технических устройств для человека.

Глава 1. ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ МЕХАНИЗМОВ

Умение изобретать, делать и использовать технику – такой же признак человека, как хождение на двух ногах, способность к мышлению, речи и совместному труду. Иначе говоря, человек, техника, язык, общество и совместный труд возникли в результате одного процесса – постепенного превращения древнейших ископаемых (гоминид) в людей современного типа. Немало разного рода сооружений с древних времен изобретал человек, стараясь облегчить свой труд, в особенности когда надо было поднимать и передвигать большие тяжести. Эти сооружения он называл машинами.

Первые орудия труда, изготовленные древнейшими людьми (архантропами), были одноэлементны, однодетальны (рис. 1 – 6). Например, зернотерка представляла собой большой плоский камень, на котором небольшим булыжником растирали твердые корни и зерна, раскалывали орехи, дробили кости животных. В данном случае человек применял мышечную силу. Древнейшие орудия примитивны, что объясняется отсутствием необходимых трудовых навыков и несовершенством физического строения людей того времени, особенно руки. Первым мастерам было трудно наносить меткие удары, точно обрабатывать кость или камень. Тем не менее, набор олдувайских орудий довольно разнообразен. Олдувайская эпоха палеолита около 3 млн – 900 тыс. лет до н.э. выделена совсем недавно в 60-х гг. XX в. благодаря исследованиям английских археологов Мэри и Луиса Лики в Олдувайском ущелье (Танзания, Юго-Восточная Африка). Здесь найдены каменные орудия и костные останки первого человека. В нем есть практически все типы изделий каменного века. Однако некоторые из них представлены многочисленными сериями, другие же широко распространились лишь в последующие эпохи. Факт такого изобретения «про запас» поистине удивителен, но пока не находит объяснения. Понадобилось от 0,5 до 1,5 млн. лет, чтобы человек позднего палеолита дошел до того, что вместо непосредственного захватывания камней рукой стал прикреплять их к рукояткам, то есть перешел к составным орудиям, где прежнее целое стало элементом нового.

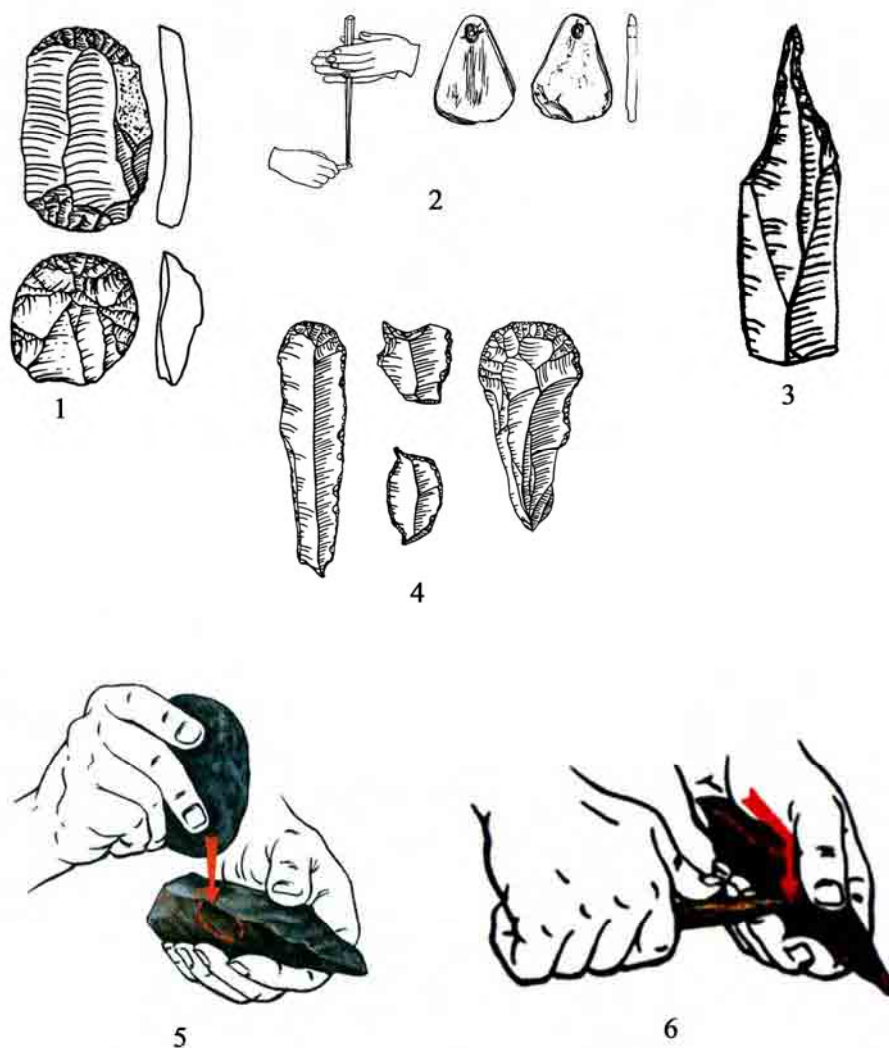


Рис. 1 – 6. Древние орудия труда:

1 – скребки, 2 – сверление, 3 – проколка, 4 – комбинированные орудия: скребки, резцы и проколки, 5 – оббивка, 6 – отжимание.

Дальше развитие пошло в сфере многодетальных изделий. При этом история одностальных не остановилась, просто главные достижения лежали на следующем уровне. Но в отличии от животных человек для удовлетворения своих потребностей использует орудия труда как своеобразные продолжения рук, во много раз увеличивающие их возможности. При этом люди действуют не инстинктивно, а сознательно, разумно: заранее определяют цель, обдумывают способ и средства ее достижения, подбирают необходимый материал, намечают последовательность операций. Иначе говоря, еще до того, как приступить к изготовлению изделия, человек как бы создает его в голове, в мыслях, т.е. разрабатывает проект до того, как он воплотится в действительности. Возможно, ко-

лесо – самое великое изобретение в истории техники. И действительно, каменное рубило – всего лишь усовершенствованный камень. Топор, мотыга и кирка не что иное, как доработанная дубинка. Копье и дротик – видоизмененная палка. Придумав же колесо (или лук со стрелами), человек не просто улучшил предметы, имеющие природное происхождение, а изготовил нечто абсолютно новое.

Ученые полагают, что первые колеса были созданы в Шумере примерно 5200 лет назад. До изобретения колеса тяжести по суше перемещали с помощью катков и рычагов. С развитием скотоводства начали использовать выючных животных, появились бесколесные волокуши, ставшие прообразом саней.

Первые дошедшие до нас изображения колесной повозки найдены в Месопотамии; датируются они IV тысячелетием до н.э. Колесная повозка состоит из колес, осей и площадки для груза. Очень важна в ней и упряжь – техническое приспособление, позволяющие впрягать тягловое животное (осла, мула или быка). Интересно, что деревянный хомут сначала закрепляли на голове животного и только гораздо позже – на шее. Древние люди умели делать простейшие технические приспособления. Отдельные автоматы, совершающие заданные движения в определенной последовательности, были созданы более 2000 лет назад и представляли уникальные сооружения, иллюстрирующие достижения изобретательской мысли (рис. 7 – водоподъемное деревянное колесо).

А после изобретения зубчатой передачи в IV в. до н.э. в Древней Греции изготовление автоматов достигает расцвета. Для приведения их в действие использовалась вода или песок (рис. 8, 10). Высшим достижением искусства изготовления автоматов являлся автоматический театр, на сцене которого, согласно Герону, показывались 5 картин на сюжет мифа о Навилие (имя автомата «певчая птица»). Содержание греческих драм требовало применение театральных машин, наиболее употребительными были: экиклема – выдвижная площадка на низких колесах, показывающих зрителям, что происходит или произошло внутри помещения (в трагедиях – обычно сцены убийства); эорема, или механэ

(т.е. просто «машина» – приспособление, позволяющее богам и др. действующим лицам подниматься в воздух и опускаться).

«Каждый исторический период может только тогда иметь правильное представление о своей технике, если он имеет столь же верное представление о человеке и его месте в мире. Если человек лишь *Homo Faber* (человек делающий), тогда он крайне опасен. *Homo Faber* – полезная составная часть человека, только если и поскольку человек признан как *Homo sapiens* (человек разумный)». Алоиз Хунинг, профессор Дюссельдорфского университета (Германия)

У римлян автоматы вызывали меньший интерес и не нашли новых областей применения кроме как в качестве прибора для измерения пройденного пути. Однако в I веке до н.э. высокообразованным человеком, хорошо знакомым с трудами греческих авторов римским архитектором Витрувием, был написан трактат «Десять книг об архитектуре», где он упоминает о вращающихся вокруг своей оси трехгранных призмах – периактах, с помощью которых происходила смена декораций». Однако интерес Витрувия к технике выходил далеко за пределы архитектуры: в своих работах он описывал различные изобретения, которые называл машинами «... машина есть сочетание соединенных вместе деревянных частей, обладающих огромной силой для передвижения тяжестей...». Это – водяные колеса, акведуки (от лат. аква – «вода» и дико – «веду»), водяные и солнечные часы, военные машины и приспособления, подъемные краны и винтовые прессы. В частности Витрувий, первым описал такое замечательное новшество, как *водяная мельница и мукомольный комплекс* (рис. 9). Придумали ее в I веке до н.э. В основе механизма – два изобретения александрийских инженеров: водяное колесо (в мельнице оно не поднимает воду, а, наоборот, движется благодаря ее течению) и передаточный механизм, состоящий из двух зубчатых колес (с его помощью вращение колеса передавалось на ось с насаженным на нее мельничным камнем).

Широкое распространение водяные мельницы получили позже – в средние века, когда люди поняли, что мельничный двигатель можно использовать для выполнения любой работы, требующей больших затрат мускульной энер-

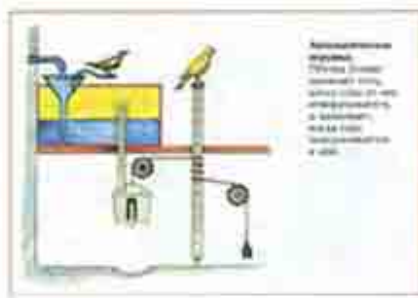
гии. Водяные двигатели начали применять в самых разных областях промышленности – в производстве сукна и пороха, для дробления руды, откачки воды из шахт и приведение в действие кузнечных мехов. Появились сложные передаточные механизмы, с помощью которых от одного двигателя работали две машины и более. Мельницы стали основным типом двигателя в ремесленном и мануфактурном производстве (рис. 11 – ветряная мельница, рис.12 – водяная мельница). Водяной привод вместе мускульной энергии людей и животных начали применять при производстве бумаги. В 793 году в Багдаде построили первую бумажную фабрику. Примерно в то же время бумагу начали делать и в Европе.

В XIV – XV столетиях в культуре и технике Италии, а позже и других странах Европы произошли важные изменения, подготовившие переход от средневековья к новому времени. Прежде всего, стал возрождаться интерес европейцев к полузабытому наследию разрушенной античной культуры. Отсюда и название периода – эпоха Возрождения, или Ренессанс (renaissance). К этому времени машины достигли такого развития, что перестали быть диковинкой, а их формы сложились настолько, что дают возможность судить о законах формообразования, о характере техники в целом. В течение этих столетий меняется все: привычный жизненный уклад, сами люди, окружающие их вещи. Создано уже немало машин. Широко применялись ручные прялки с приводом от колеса, вращаемого рабочим; разного рода водяные колеса служили источником энергии. Проектировали и строили эти машины люди, владевшие многими специальностями: архитектора и механика, ремесленника, изобретателя и художника. Один и тот же человек создавал архитектурный проект и руководил строительством, расписывал стены фресками и конструировал машины, необходимые для стройки. Органическая связь технического творчества с художественным была характерным признаком эпохи и определяла особенности формообразования всей предметной среды, включая мир техники. Профессия художника считалась тогда обычной ремесленной профессией и люди этой профессии по своему об-

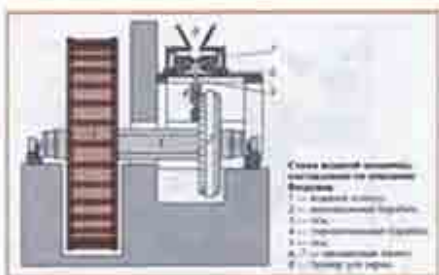
щественному положению никоим образом не отличались от представителей других ремесленных групп.



7



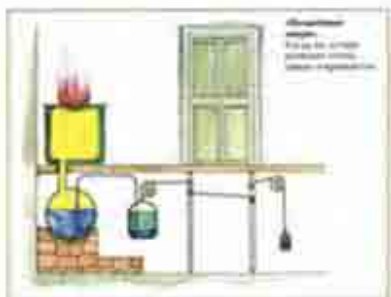
8



9



10



11



12



13

Рис. 7 – 12. Водяные двигатели

Средневековый инженер-художник приобретал знания и профессиональные навыки во всех областях искусства и техники путем цехового ученичества: каждый отдельный мастер передавал своим ученикам арсенал приемов и навыков, хранившийся в строгой тайне от посторонних. Каждая новая задача,

будь это постройка дворца или новой машины, решалась на глаз, чисто практически.

На этой ранней ступени, когда техническое творчество не подкреплялось еще научными знаниями, именно человек с наиболее развитыми творческими способностями и фантазией мог создавать новые конструкции и формы (позже, в XIX в., когда возникли проблемы соотношения искусства и техники, творческую фантазию называли общей исходной чертой двух таких непохожих и, казалось бы, взаимно исключающих друг друга сфер человеческой деятельности, как художественное и техническое творчество).

В середине века искусство не делилось на чистое и прикладное (т.е. искусство «красивой» вещи, которая, будучи предназначенной для какой-либо утилитарной цели, играет одновременно роль украшения), а сливалось в одну профессию. И то и другое выражалось одним словом – латинским «ars». Слияние осуществлялось и на практике: так, знаменитый Альбрехт Дюрер был не только великим художником, но и мастером-златокузнецом, другой выдающийся немецкий художник Ганс Гольбейн-младший не гнушался ремесленных поделок по украшению фасадов зданий и изготовлению витражей. Разделение искусства на чистое и прикладное возникло значительно позже, только в век промышленного переворота. В этот сравнительно короткий промежуток истории жили знаменитые ученые и инженеры – Леонардо да Винчи и Леон Баттиста Альберти, Николай Коперник и Галилео Галилей; были сделаны великие географические открытия; быстро развивались науки: математика, астрономия, механика, биология, геология. Изобретения эпохи Возрождения оказали огромное влияние на всю последующую историю человечества. Однако единство профессий художника и инженера во времена раннего средневековья и в эпоху Возрождения нельзя понимать буквально. В XV в. оно было полным; некоторая специализация объяснялась проявлением природных склонностей: скульптор и ученый, инженер и математик Брунеллески известен больше как архитектор, а владевший обширным кругом профессий Джотто – как живописец. Во времена Леонардо да Винчи такая специализация сказывалась еще отчетливее, а в даль-

нейшем процесс дифференциации продолжался. Одно из многих изобретений – это книгопечатанье. Но оно возникло не на пустом месте – элементы типографской технологии и технике накапливались постепенно. Первым, кто соединил все эти изобретения в одном техническом устройстве и придумал технологию, обеспечившую печатание удобных для чтения ровных строк, стал немецкий мастер Иоганн Гутенберг (между 1394 и 1406 – 1468 гг.), рис.17 – печатный станок Гутенберга. До конца XV столетия типографии появились в Италии, Швеции, во Франции, в Дании и других странах.

Техника эпохи Возрождения отражает стиль своего времени. Небольшие станки прекрасно гармонируют с прямолинейной, несколько тяжеловатой, но безупречной в смысле пропорций и чистоты линий деревянной мебелью и хорошо вписываются в интерьер; крупные сооружения конструктивны, композиционно строго уравновешены, а в форме деталей всегда ощущается рука и вкус художника. Естественно, что внимание инженера в процессе творчества было занято решением технической задачи, но этот инженер был художником, а значит не мог обойти вниманием форму своего творения. Чем выше было его техническое мастерство, тем более простой, ясной и изящной была форма машины. Инженер того времени видел красоту машины не в украшениях (хотя и пользовался ими умеренно и тактично), а в четкости замысла, рациональности формы, пропорциональности. Каждый из них делал сравнительно небольшое число машин в течение своей жизни и все они были отмечены печатью его индивидуальности.

В период эпохи Возрождения, когда произошел грандиозный переворот в миропонимании и небывалый подъем науки, техники и искусства первооткрывателем в области конструирования и создания машин, несомненно, был Леонардо да Винчи. Он был не только великий художник, но и математик, механик и инженер. Чертежи и рукописи Леонардо да Винчи впоследствии систематизировались в кодексы – по темам, указанным самим ученым. Так, самый большой кодекс был собран скульптором Помпео Леони и за свой большой объем он получил название «Кодекс атлантикус» в честь древнегреческого ти-

тана Атланта. Отдельные части «Атлантикуса» свидетельствуют о том, что ученый сделал поистине революционный шаг в технике: он создал теоретические основы инженерной практики, т.е., по сути, превратил инженерное дело в теоретическую дисциплину. Кроме того, Леонардо пришел к различию понятий машины и ее элементов – механизмов и деталей – и классифицировал известные тогда кулачковые механизмы, винтовые передачи, разнообразные зубчатые зацепления (рис.18 – 20).

В XV – XVI вв. машин стало больше и сфера их применения несколько расширилась. Инженеры обращались все к тем же известным конструктивным элементам: они как бы испытывали их возможности в новых сочетаниях и новых функциональных процессах, не вникая пока в их сущность. Поэтому неизменность и даже определенная рудиментарность форм была свойственна техническим сооружениям того времени в целом.

Машины этого периода имели еще одну характерную особенность: насосы, мельницы, подъемные машины были малоподвижны, строились с расчетом на долговечность и представляли собой стационарные архитектурные сооружения. За техникой оставалось производство предметов для удовлетворения практических нужд (рис. 13). В XVI в. такая тенденция уже наметилась и продолжала развиваться. Разделение, а затем и противопоставление полезного прекрасному со временем перешло во все сферы воссоздания предметного мира. С наступлением эпохи машинного производства (начало XVIII в.) резко обособляются «чистое» искусство – ремесло, еще связанное с прикладным искусством, и техника. К этому времени греческое «технэ» и латинское «арс», в прошлом слова-синонимы, теперь обозначают различные понятия: «технэ» – техника, «арс» – искусство. Искусство стало считаться родом деятельности, возвышающейся над повседневной жизнью и управляемой «божественным» вдохновением, тогда как техническая деятельность, инженерное дело расцениваются как нечто приземленное, обыденное, утилитарное.

Ярко выраженный пример стиля барокко в технике представляют собой машины Агостино Рамелли (1530 – 1590 гг.). Рамелли родился в Мазанцане и

большую часть жизни провел на службе у маркиза Мариньяно, полководца короля Карла V. Некоторые факты биографии Рамелли дают возможность предполагать, что его патрон Мариньяно технические познания приобрел у Леонардо да Винчи, а затем передал их своему ученику.

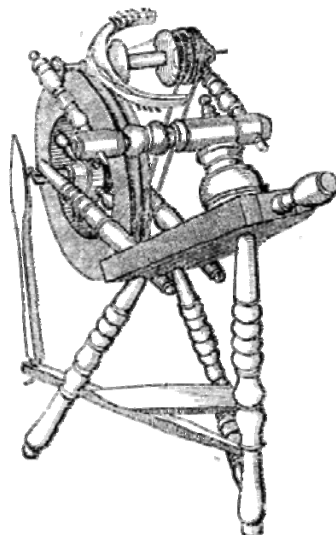


Рис. 13. Ножная прялка в стиле барокко

Рамелли, как и Леонардо да Винчи, уделял большое внимание форме своих конструкций. Но его машины отличаются от творений Леонардо да Винчи в той степени, в какой эстетика раннего барокко отходит от основных положений эстетики эпохи Возрождения. Если машины Леонардо – это поиск ученого, воплощенный в спокойной и уравновешенной форме, то формы и линии машин Рамелли полны внутреннего движения, стремительны и разнообразны. Если у Леонардо полное слияние формы и содержания, эстетического и функционального, а красота формы его машин заложена в самой их конструкции, в соразмерности частей, простоте и чистоте линий, то у Рамелли форма приобретает некоторую автономность: она как бы выступает в роли броского и нарядного убора машины, с помощью которого автор хочет привлечь к ней внимание. Правда, Рамелли далек от того, чтобы прятать или маскировать функциональное значение машины, ее рабочее предназначение, как это произойдет позже. Украшая свои машины орнаментом и скульптурой, Рамелли старается этим выразить внутреннюю силу и внутреннее движение конструкции.

В машинах Рамелли проявляется присущая барокко метафоричность. На облицовке наземной части его насоса – фантастические тела тритонов, витки морских раковин, характерные изогнутые формы вала и плеча рычага, напоминающие мощную руку гиганта, волнообразные капители и подножия опор. Все это создает символическую картинку водной стихии, усмирённой, но полной внутренней силы и движения. А подчеркнута простая и изящная, увенчанная амфорой черепичная крыша воплощает в себя образ светлой и прозрачной животельной влаги (рис. 14).

Каждая машина Рамелли – это новый сложный образ. Насос он заключает в толстостенную крепостную башню с мощной эстакадой, победно и грозно смотрящую узкими бойницами, из которой нет выхода покорённой стихии. В подъёмном кране сочетает статическую тяжесть архитектурного образа с мощным движением катапульты.

Рамелли не был теоретиком, он писал для механиков-практиков и любителей техники. Возникает предположение, что он сознательно приукрашивал изображаемые им машины. Очевидно, так и было, но только отчасти. На одной из гравюр изображена простая по форме мукомольная мельница. Все её детали имеют изящно очерченную закруглённую форму, столь характерную для работ Рамелли.

На раннем этапе, т.е. в середине XVI в., внутренний разрыв между красотой и функцией в первую очередь проявился в архитектуре и выразился, прежде всего, в увеличении её «изобразительными» качествами, в произвольной масштабности. В сооружениях того времени ощутимо противоречие между тем, что существует в действительности, и тем, что кажется, между практическими функциями архитектурных элементов и их стилистическим познанием.

К концу XVI в. в архитектуре, искусстве и технике стиль эпохи высокого Возрождения уступает место стилю барокко. Увеличение спроса на продукцию ремесленников привело к возникновению мануфактуры (от лат. *manus* – «рука» и *factura* – «изготовление»). Главные преимущества мануфактуры перед прежними ремесленными мастерскими – отсутствие ограничений на количест-

во выпускаемой продукции и значительное повышение производительности труда каждого работника за счет упрощения трудовых операций (рис. 21 – 23 – мануфактуры).

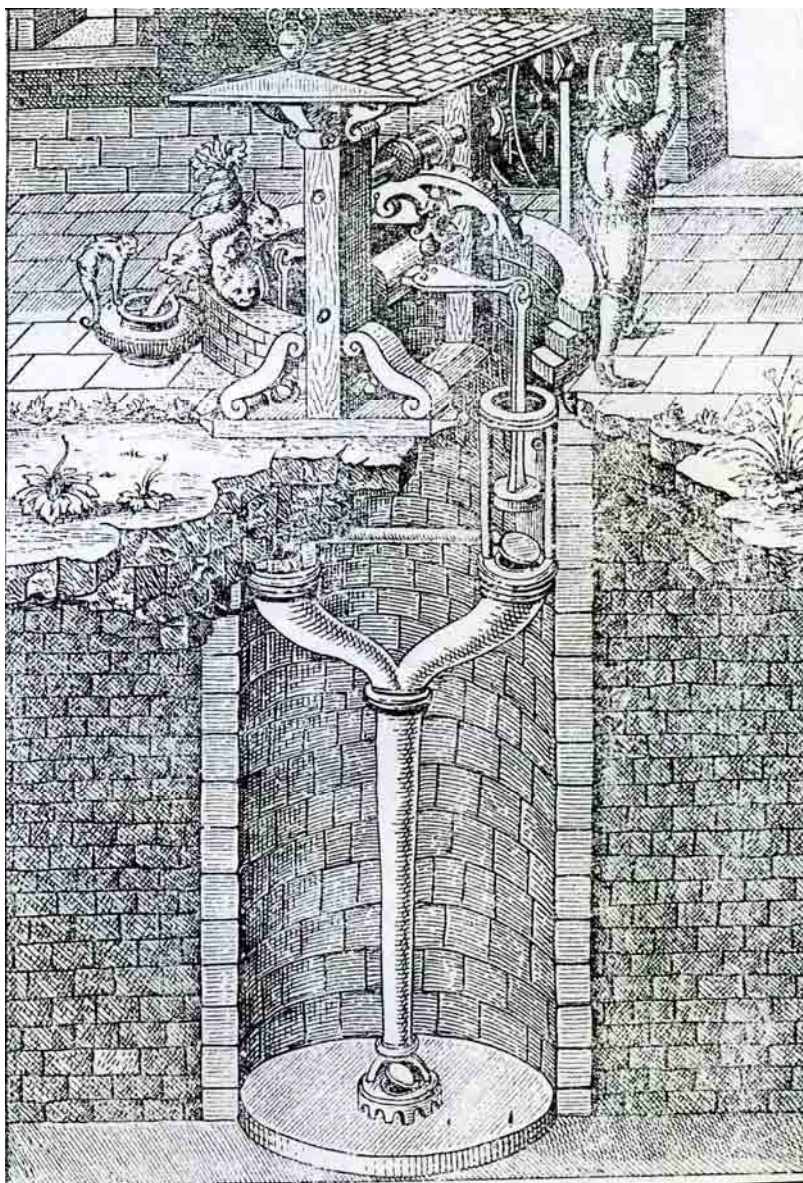


Рис. 14. Насос Рамелли

Инженеры превосходно знали свойства различных сортов дерева и так умели ими пользоваться, что каждая деталь конструкции работала в полном согласии с естественными возможностями материала. Дуб и масличное дерево применялись в качестве опор, они легко несли на себе балки из более легкого дерева. Чаще всего конструкция машины оставалась открытой, что позволяло проследить зрительно логику связей узлов и тем самым познать принцип действия.

Машины были просты по устройству. На них могли работать женщины и дети. Фабриканты заметили, что эксплуатировать детей выгоднее. Работали дети пяти – шести лет. В течение всего рабочего дня они стояли у машин. На хлопчатобумажных фабриках того времени стоял удушливый запах от смеси машинного масла, хлопковой пыли и чада от сальных свечей. Вдоль длинных рядов машин двигались маленькие фигурки. К ногам малышей были подвязаны высокие деревянные колодки, чтобы они могли доставать до машин. Лица детей были старчески сморщены, взоры безжизненны. Два раза в день устраивались получасовые перерывы, но и в это время дети работали: смазывали остановленные машины. Мучения детей становились нестерпимыми к вечеру, когда сказывалась усталость. Они росли хилыми и слабыми. Дети работали и под землей в шахтах. Там они грузили уголь в вагонетки и катили по рельсам. Самые маленькие открывали и закрывали воздушные заслонки, проводя целые дни в крошечной тьме. Проходы в шахтах часто бывали такими низкими, что приходилось ползти на четвереньках, привязав вагонетку к поясу и пропускать ремень между ног (рис. 15).

В России мануфактуры возникли в XVII веке их расцвет пришелся на вторую половину XVIII века. В это время русский механик и изобретатель Андрей Константинович Нартов (1693-1756 гг.) изобрел и изготовил несколько токарных (в том числе винторезных и копировальных станков рис. 25). В Европе к середине XVII века организованный по новому ручной труд исчерпал свои возможности. В конце XVII, – начале XIX века мануфактуры постепенно стали вытесняться фабриками и заводами, оборудованными новыми паровыми двигателями и машинами. Произошло это после того, как английские изобретатели Джон Кей, Джеймс Уатт, Генри Модсли, а также их современники в Великобритании и других странах создали машины и технологические процессы, полностью изменившие промышленные предприятия.

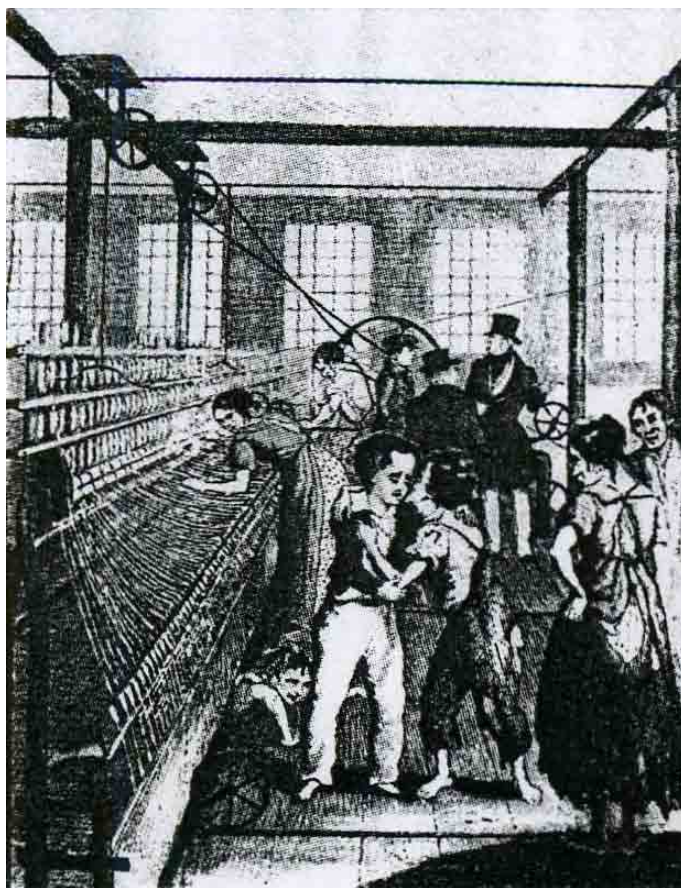


Рис. 15. Мануфактура XVI в.

Джон Кей в 1733 году придумал конструкцию механического (самолетного) челнока для ткацкого станка. Челнок освободил ткача от некоторых ручных операций и повысил производительность труда в два раза. И еще дальше в своих разработках пошел Джеймс Харгривс, в 1765 году изобрел машину, способную «прясть без руки человека» и назвал ее «Дженни» в честь дочери. Машина позволяла работнику накручивать 8 веретен (рис.24).

Следующей вехой промышленной революции стал переход от использования мышечной силы людей и животных, а также кинетической энергии воды и ветра к повсеместному внедрению паровых машин. Водяные и ветряные мельницы уже не могли обеспечивать нужды быстро растущей горнорудной и металлообрабатывающей промышленности. Для дальнейшего развития промышленности требовался надежный и дешевый источник энергии. Им стал универсальный паровой двигатель, изобретенный и построенный в 1765 году Джеймсом Уаттом (1736 – 1819), рис. 16, 27.

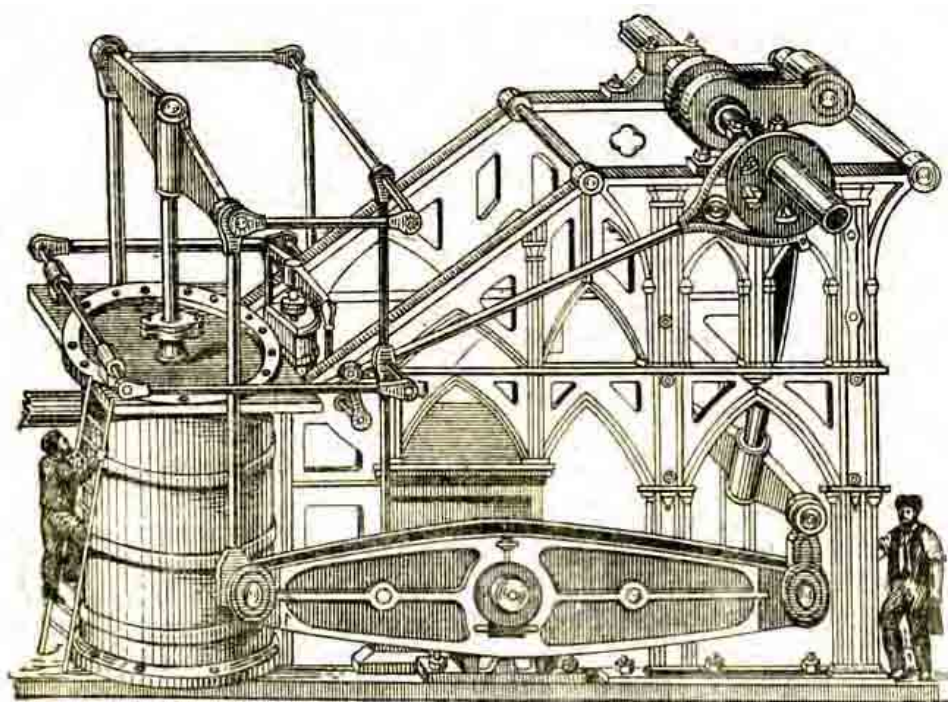
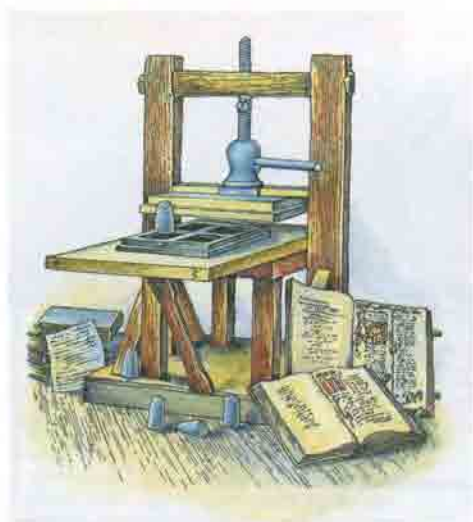


Рис. 16. Судовая паровая машина Уатта, рама которой выполнена в готическом стиле

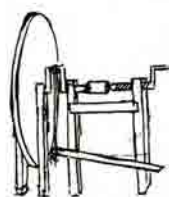
Джеймс Уатт долго не мог улучшить свой универсальный паровой двигатель: не было станка, чтобы с необходимой точностью изготовить главные детали – цилиндр и поршень. Генри Модсли (1771-1831) решил эту проблему. Токарь получил возможность, вращая рукоятки суппорта, перемещать резец по вертикале и по горизонтали с недостижимой ранее точностью, по мере надобности подавить его вперед и отводить назад практически на любое, даже очень маленькое, расстояние. Впервые в истории обработки материалов механическое устройство заменило руку человека. Второе великое изобретение механик сделал первую в истории *станочную линию* для производства корабельных блоков (рис. 26). В 1807 году заработали 43 дерево- и металлообрабатывающих станка, выстроенные в одну технологическую цепочку. Рабочий на каждом станке выполнял только одну простую операцию, а значит, не терял времени на переналадку оборудования. Получалась целая система машин, поочередно делавших все, что нужно, – от распиливания стволов деревьев особо твердых пород, например железного дерева, до обтачивания бронзовых подшипников и нарезания резьбы на соединительных болтах. Готовые блоки выходили из цеха потоком, поэтому новый способ производства большого количества однотипной продук-

ции называли *поточным*. Но никто не предполагал, что станки Модсли войдут в историю техники как самые первые машины, изготовленные с помощью других машин. И именно тогда в начале XIX века возникло машиностроение – новая отрасль промышленности. Промышленный переворот привел к замене мануфактурного и ремесленного производства крупной машинной промышленностью. Ручной труд вытеснялся в самых различных областях техники. В разгар бурного развития машинной промышленности возникла электротехника: появились электрический мотор и генератор электричества, электромагнитный телеграф, а затем телефон и радио. Произошедшие перемены в жизни общества принято называть *индустриализацией*, а наступившую эпоху – *индустриальной*.

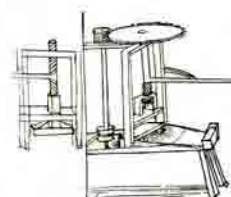
Великие изобретения – это конечный результат усилий многих талантливых людей, но история называет автором изобретения того, кому посчастливилось первым завершить общую работу. Так обстоит дело с механическим суппортом и организацией станочной линии, идеи которых приходили в голову не одному Генри Модсли. Так получилось и с идеей *конвейера*, очень важной для истории индустриализации и современного массового производства техники. Обычно это достижение технологии и организации труда связывают с именем американского промышленника Генри Форда (1863-1947), когда он решил поставить на поток производство дешевого «народного автомобиля».



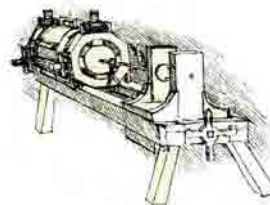
17



18



19



20



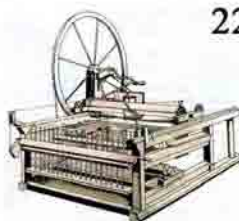
21



22



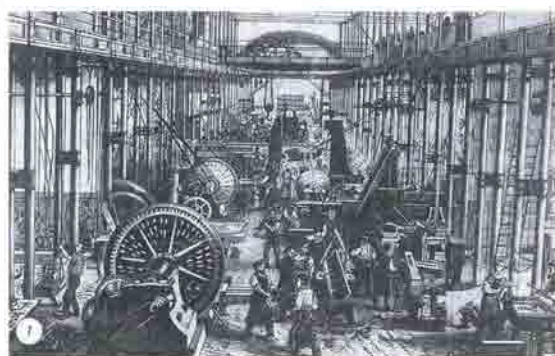
23



24



25



26



27

Рис. 17 – 27. Историческое развитие механических станков

После появления конвейера стал возможен массовый выпуск самой сложной техники. И все ее экземпляры были идентичны. Затраты труда на производство каждого отдельного экземпляра снизились. Но в конвейерном производстве есть и свои проблемы. Монотонный ритм, бесконечное повторение од-

них и тех же движений выматывают рабочего. Человек начинает чувствовать себя придатком машины, живым роботом. Чтобы избежать утомительного однообразия, рабочих время от времени переводят с одной операции на другую. На заводах создают специальные комнаты психологической разгрузки. Но окончательно проблема не решена и по сей день.

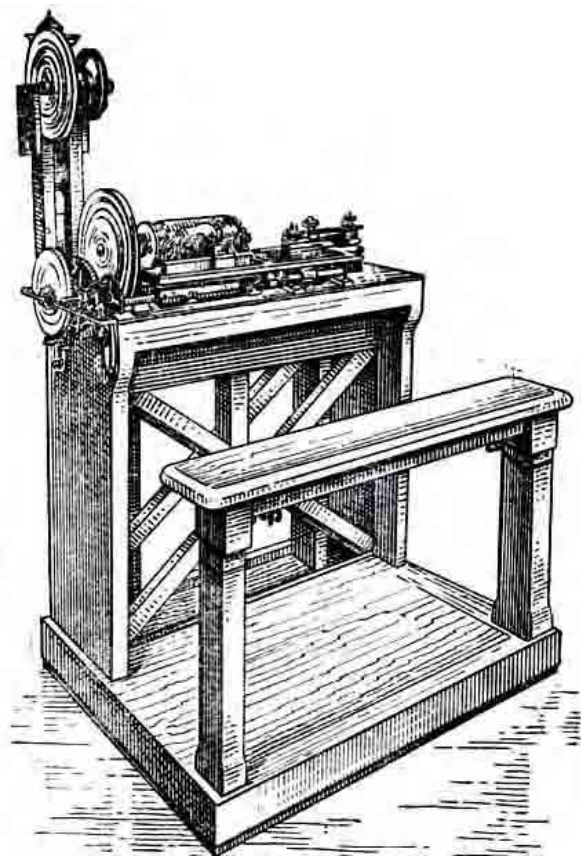
К началу XX столетия машинная среда становится постоянной средой человека, поэтому форма машин должна соответствовать не только функциональным и конструктивным особенностям, но и раскрывать новые стороны связей между миром машины и миром ее создателя человеком.

Но историческое исследование развития машинной формы показало нам, что она никогда не бывает полностью идентична функции, а, будучи порождением последней, обладает определенной самостоятельностью и несет наряду с функциональной и конструктивной особую, только ей присущую информацию. В форме машины мы прослеживаем элементы ее социальной сущности, в какой-то степени в ней отражается дух эпохи; форма позволяет установить генезис конструкторской идеи, уловить национальные черты, а также связи с живой природой и заимствования из нее. Изучение развития машинной формы раскрывает новые стороны связей между миром машины и миром ее создателя – человека.

Если представить историю техники в виде подвижной системы с обратной связью человек – машина, где человек понимается как совокупность биологических и социальных свойств, а машина – как некий научно-технический комплекс и вся система непрерывно меняется качественно и количественно, то легко убедиться, что история техники есть процесс все большего усовершенствования работы системы за счет использования новых резервов, постепенно открывающихся в обеих ее составляющих, взаимосовершенствующих и обогащающих друг друга.

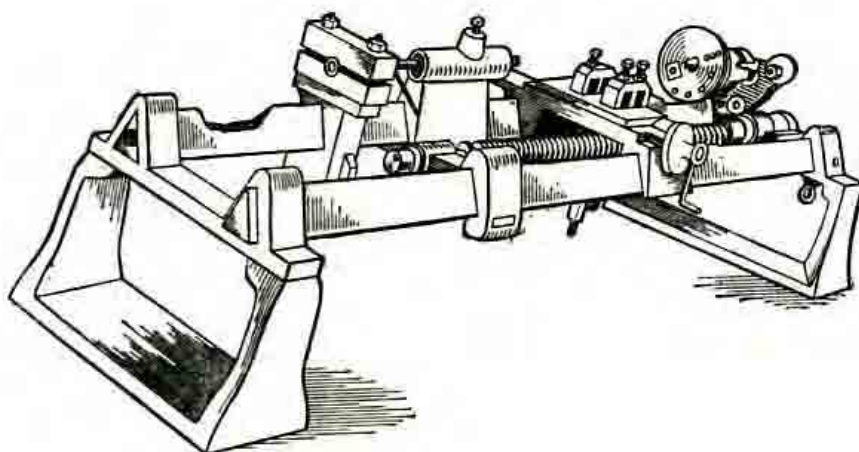
Производственные ремесленные станки, полностью изготовленные из металла как единичные явления, встречаются в середине XVIII в., их очертания имеют характерный рисунок ремесленных станков. Один из таких станков по-

казан на рис. 28. Очевидно, он представляет собой целую серию подобных, что можно заключить из того факта, что обе его чугунные стойки отлиты по одной модели. Станина также отлита из двух одинаковых частей и скреплена со стойками болтами.



*Рис. 28. Токарно-копировальный станок
Яковлева-Нартова 1725 г.*

Станок имеет все признаки ремесленного: его привод – ножная педаль с маховиком, механический суппорт отсутствует, в фигурных изогнутых стойках проявляются черты интерьерности. Отсюда следует, что, хотя для промышленного производства металл был основным материалом при изготовлении станков, сам по себе он не меняет лица изделия. Поэтому-то ремесленный металлический станок так похож на ремесленный станок Нартова и так далеко по форме от станка Модсли (рис 29).

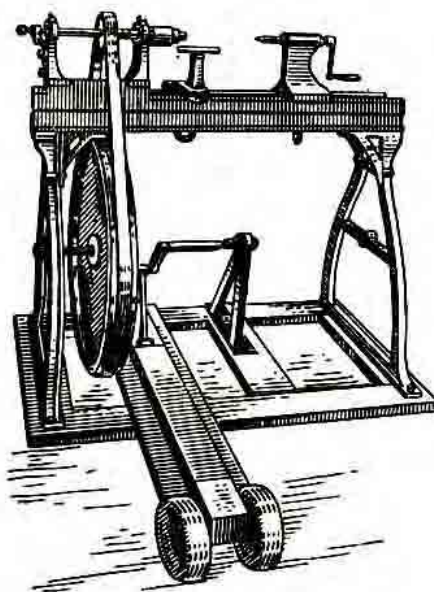


*Рис. 29. Токарно-винтовой станок Модсли 1800г.
с характерными закругленными формами*

Итак, в станке Модсли мы видим уже все основные элементы современных нам аналогичных механизмов. Основные детали станка изготавливались серийно и поэтому имели геометризванный рисунок: безукоризненно параллельные направляющие трехгранной формы, точно подогнанные к треугольным креплениям на станине; утяжеленная к низу чугунная рама станины со специфическими закруглениями и утолщениями в местах опоры функционально соответствует своему назначению, а также технике литья. Тектоника станка такова, что в целом он воспринимается точно уравновешенным и хорошо защищенным от вибрации. Несущие части легко поддерживают на себе рабочий механизм.

Мастерская Модсли, позже выросшая в машиностроительный завод, была одним из первых предприятий и пользовалась широкой известностью.

На заводе Модсли было около дюжины станков, все на чугунных станинах, производство которых обходилось дешевле, чем производство деревянных, благодаря высокой технологичности литья и возможности серийной формовки. Почти все они имели механический суппорт и проводились в движение ременной передачей от трансмиссии.



*Рис. 30. Производственный токарный станок
из металла середины XVIII в.*

Несмотря на их различные назначения, а значит и различия в конструкции, серийность геометризаций налагает на них своеобразный отпечаток. Чугунные колонки станин и железные растяжки, закрепленные болтами, геометрически чистые линии горизонтальных направляющих, точная подгонка одной детали к другой – все это предполагает точный расчет конструктора. Ряд деталей на заводе Модсли производился серийно, о чем свидетельствует наличие сборочного цеха. В станках Модсли все говорит о стремлении к максимальному удешевлению и упрощению производства. Это прежде всего сказывается в отказе от каких бы то ни было украшений, зато большое внимание уделялось прочности станков. Поэтому некоторые из них работали на протяжении всего XIX столетия.

Как видим, в эпоху промышленного капитализма социальный заказ оказывал влияние на форму станков не меньше, чем в мануфактурный период. Максимальное удешевление – основная, доминирующая нота в формообразовании этого периода; удешевление как производства станка, так и работы на нем; удешевление, которому подчинялись выбор материала, способы изготовления, технологические усовершенствования формы. Отсюда ведут свое начало неотрывно связанные с формой поиски наиболее рациональной конструкции.

XIX век характеризуется интенсивным творчеством машин транспортных, технологических, совершенствованием рабочих органов за счет улучшения технических параметров. Но уже к концу второго десятилетия века конкурирующие между собой фирмы меняют внешнюю форму машины, приспособливая ее к общепринятым художественным вкусам времени. И только Н.Е. Жуковский впервые в истории машин открыл, что форма является параметром динамической сущности машины.

Со второй половины XIX в. наступает перелом в общественных эстетических представлениях, знаменующий начало нового сближения искусства и техники. Машины стали занимать в человеческой жизни важное место, в сущности, жизненная среда стала машинной, и эта среда нуждалась в улучшении, и прежде всего в повышении эстетических качеств формы технических объектов, тем более что во многих случаях форма является единственным чувственно воспринимаемым параметром машины. Современный научно-технический прогресс предъявляет требования к работе не одной только машины, а системы человек – машина; и в этих условиях оказывается, что форма машины – существенный параметр оптимизации работы этой системы.

Необходимость сделать окружающую человека предметную среду, в том числе машину и машинную продукцию красивой, наделить изделие свойствами, делающими его удобным в процессе потребления и производства, вызывала к жизни новый род профессиональной деятельности – художественное конструирование или дизайн. Дизайн призван оптимизировать функционирование любой вещи в системе человек – вещь, т.е. он выступает как важный фактор улучшения потребительских качеств промышленных изделий, повышения экономической эффективности производства и оптимизации взаимоотношений между производством и потреблением.

Система человека – машина существует с того времени, как существует машина. Однако до недавнего времени процесс проектирования касался только технических средств системы. Пока технические средства и системы были относительно несложными и недорогими, необходимое взаимодействие системы

обеспечивалось личным опытом и здравым смыслом конструктора. Постепенное усложнение систем и их функций, увеличение скоростей, усложнение условий эксплуатации, повышение требований к их надежности, резкое удорожание как самих систем, так и ошибок функционирования привели к необходимости перестройки самих систем и их компонентов. Порочность исключения «человеческого фактора» становилась все более очевидной. Именно на этом этапе начинается исследование влияние «человеческого фактора» на интенсивность работы системы.

Развитие техники привело к созданию настолько совершенных машин, что значительная часть сбоев в работе систем стала происходить «по вине» человека, поскольку все возрастающая эффективность технических средств ставила перед оператором сложнейшие задачи, часто превышающие его возможности. Человек стал снижать эффективность работы системы.

В такой интерпретации дизайн есть не что иное, как выявление еще одного резерва совершенствования этой системы, когда используются не только физиологические и интеллектуальные возможности человека, но и его эмоциональные свойства, его чувственное восприятие, а значит, «начинает работать» и эстетическое чувство. На заре развития техники резервы усовершенствования системы человека – машина черпались в основном в улучшение технических параметров: повышение мощности, увеличение числа рабочих органов, совершенствование технологии, развитие технических наук за счет внедрения принципиально новых технических достижений и т.д. Теперь уже стало необходимым активно совершенствовать машину, учитывая интересы работающего на ней человека.

Уже давно замечено, что всякие принципиально новые конструктивные решения, воплощаясь в жизнь, на первых порах заимствуют свои составляющие части из старых, хорошо освоенных форм. Достаточно вспомнить опыт Леонардо да Винчи, заимствовавшего у птиц и летучих мышей форму крыльев для своих проектов летательных машин. А также самые разные применения

«нюрнбергских ножниц» (машина для шлифования камней Ж. Бессона) прослеживается в творчестве многих конструкторов.

Явление перехода форм из одной предметной области в другую было замечено крупным историком и знатоком искусства и архитектуры первой половины XIX в. Г.Земпером, который обратил внимание на то, что некоторые формы как простейшие выражения идеи модифицируются в определенном материале и как инструменты и способы обработки влияют на окончательную форму.

Глава 2. АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОМЫШЛЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО, СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ

Автоматическое управление – это связанные в единую систему автоматы, способные управлять сложными устройствами (прокатный стан, буммашина), следовательно, автоматическое управление осуществляется с помощью электронного «мозга» – вычислительной машины.

Телемеханика – управление на расстояние

Существуют два вида телемеханики:

- **Дистанционное**

На каждую операцию, на каждую управляющую цепь выделяется своя. Линия связи. Используется на небольших расстояниях (в пределах одного здания)

- **Телеуправление**

Наоборот, по одной линии связи передается несколько сигналов, причем передающее устройство автоматически выбирает нужный канал и объект, которому предназначена команда. Автоматический выбор (селекция) пути распространения сигнала – один из основных признаков телемеханических устройств.

Комплексная автоматизация

Станки, встроенные в ряд, создают автоматическую поточную линию.

На поточных линиях автоматизируются не только основные производственные операции, но и вспомогательные – от транспортировки до упаковки готовой продукции (рис. 31).

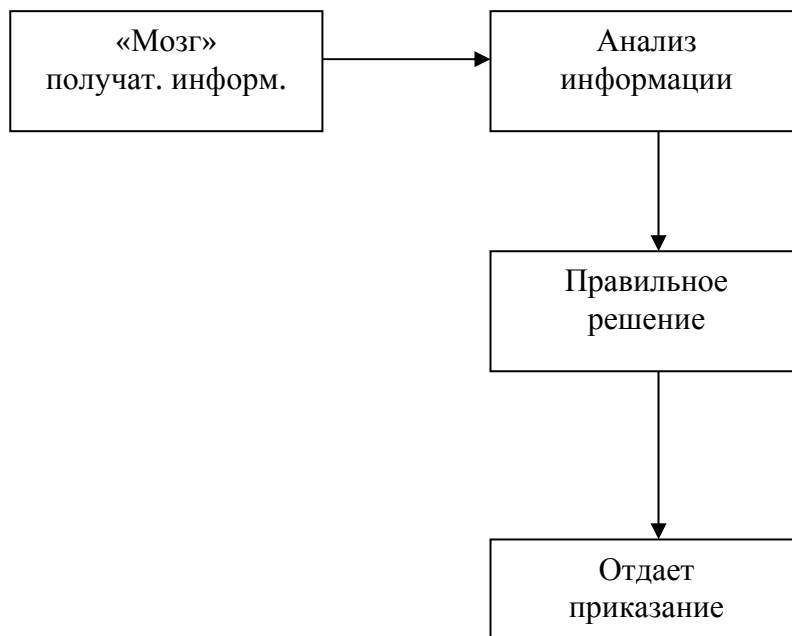


Рис. 31. Автоматическое управление

Автоматизированная система управления (АСУ) – совокупность административных, организационных, экономико-математических методов и технических средств вычислительной техники, оргтехники и средств связи, взаимосвязанных в процессе своего функционирования в единую систему «человек – машина» для принятия управляющих решений.

Автоматизированная система управления (АСУ) – система управления, в которой процесс управления осуществляется частично автоматически, а частично при участии человека или группы людей.

В отличие от систем автоматического управления (САУ), где человек только контролирует работу автоматов и производит, если нужно, их переналадку, в АСУ он активно участвует в самом процессе управления. Человек координирует работу отдельных звеньев АСУ, оценивает результаты обработки информации, в экстренных случаях берет на себя оперативное управление. Участие человека в работе АСУ особенно необходимо тогда, когда те или иные

действия в процессе управления осуществляются на основании опыта человека, его интуиции и потому не могут быть запрограммированы. Необходимость автоматов стала возникать в тех областях техники, где работа плохо управляемых машин ограничивала дальнейшее развитие производства. Так, применение в конце XVIII в. автоматического центробежного регулятора числа оборотов на паровой машине превратило ее в известных пределах, в независимый от нагрузки централизованный источник механической энергии, что способствовало завершению перехода от ручного мануфактурного производства к машинному. Началом автоматизации в машиностроении было распространение в XVIII в. суппорта с самоходом на токарных станках, превратившее токаря из рабочей части станка в его управителя (станок Нартова). Дальнейшую автоматизацию станков затрудняло несовершенство парового привода и трансмиссионных валов ременной передачей движения к станкам. Лишь введение с 20-х годов XX в. индивидуально встроенных в станок электродвигателей не только для главного силового движения, но и для вспомогательных, перемещающих инструмент, а также замена выключателей с ручным приводом (рубильников) быстродействующими магнитными пускателями, позволили эффективно автоматизировать станки. Одновременно с многодвигательным электроприводом в 30-х годах XX в. начали применять гидравлический привод. Легкость и быстрота управления станками позволили превратить их в полуавтоматы и автоматы. Однако автоматизация всех движений отдельного станка еще не решает проблемы автоматизации работы группы станков, автоматизация трудоемких операций возможна лишь после их предварительной механизации. Таким образом, создаются автоматизированные линии, состоящие из комплекса станков, связанных передаточными механизмами, взаимной блокировкой, контрольными, сортирующими и другими устройствами координированного управления. Ряд автоматических поточных линий образуют автоматический цех. Ремесленник средневековья делал всю свою продукцию сам от начала до конца. Заказов было немного и работали не спеша. Когда же потребовалось расширить производство, рабочий процесс разбили на ряд операций, поручив их выполнение раз-

ным мастерам. А чтобы избежать ненужных пауз, изделия стали подавать к рабочим местам, оборудованным нужными приспособлениями. Так возник *конвейер* (англ. conveyor, от convey – «перевозить»).

В нашей стране первое конвейерное производство наладил Петр I, создавая российский флот. На верфях петербургского адмиралтейства строящиеся галеры последовательно «проезжали» мимо бригад плотников, и каждая ставила свои детали. Готовые суда одно за другим спускались на воды Невы. Создателем конвейера в современном его виде считают американского инженера и предпринимателя, «автомобильного короля» Генри Форда (1863 – 1947). На его автомобильных заводах впервые все технологические операции, начиная с отливки первых деталей и кончая сборкой готовых машин, выполнялись на конвейере. Операции были упрощены до предела: каждый рабочий делал два-три, а то и одно движение. Стало очевидно, что такой путь наращивания производства ведет в тупик. Человек начинает себя чувствовать придатком машины, живым роботом. Поэтому возможности человека ограничены, прежде всего, тем, что двигаться очень быстро он не может. Технический прогресс люди чаще всего отождествляют со скоростью, причем не только перемещения. Не менее важно, насколько быстро изготавливается продукция. Число сделанных в час изделий – это «скорость» станка или его производительность. Чем выше производительность одного станка, машины, тем больше цех, завод, фабрика, комбинат выпустят нужных вещей. Работа предприятия зависит еще от одной «скорости». Изделие обрабатывается на разных станках – каждый выполняет свою операцию. Чтобы изделие добралось до очередного пункта, нужно время. Казалось бы, увеличить производительность завода просто: требуется лишь сократить время обработки и транспортировки. Однако станок может работать быстрее до определенного предела: инструменты при большой скорости нагреваются из-за трения и потому ломаются. А ускорять процесс транспортировки внутри цеха нерационально – расстояние ведь небольшое. Может быть, выход заключается в объединении обработки и транспортировки? Весь технологический процесс следует разбить на элементарные операции, каждую из которых будет выпол-

нять один инструмент. Технически осуществить это нетрудно. Например, нужно расположить деталь на постоянно движущемся конвейере, а инструмент на подвеске пусть какое-то время (необходимое для совершения операции) ее «сопровождает», а затем возвращается назад. Скорость обработки, безусловно, возрастает, но обратное движение инструмента окажется непроизводительной тратой времени. Если заставить инструмент непрерывно двигаться по замкнутой траектории, предпочтительнее по кольцу, а деталь – огибать это кольцо, потеря времени не будет. Эту идею предложил инженер Л.Н. Кошкин (1912 – 1992).

В XX в. автоматизация производства развивалась по двум основным направлениям. Первое появилось в 1950-х гг. и было связано с внедрением в производство станков-автоматов и автоматических линий для механической обработки. Автоматизировалось выполнение отдельных однородных операций или изготовление крупных партий одинаковых изделий. Второе направление возникло в 1960-х гг. и охватило отрасли, имеющие непрерывные немеханические технологии (химическая промышленность, металлургия). В этих отраслях стали внедряться автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУТП), на которые помимо функций обработки информации возлагалось выполнение управляющих функций. Использование современной вычислительной техники в АСУ привело к функциональному сближению этих двух направлений. В машиностроении стали широко использоваться станки и автоматические линии с числовым программным управлением (ЧПУ), промышленные работы. Автоматизация производства позволяет повысить эффективность производства в зависимости от отрасли экономики в мировой практике на 30-50%, сократить временные затраты труда на 10-20%, гарантировать соблюдение жестких требований к качеству сырья и выпускаемой продукции и сократить объемы ручного труда.

Стратегия автоматизации целлюлозно-бумажных предприятий

На целлюлозно-бумажном предприятии при автоматизации можно выделить четыре главных уровня иерархии. **Нижний уровень** определяет подключенные к технологическому процессу контрольно-измерительные приборы и устройства и регулировочные механизмы. Этот уровень имеет решающее значение для всего процесса автоматизации, так как достоверность и функциональная надежность измерительных и регулировочных устройств наиболее существенны с точки зрения информации, необходимой для принятия решений. **Второй уровень** образует системы автоматизации процессов. Они выполняют задачи в области обработки данных, расчетов, регулировки управления. Одна из главных задач системы автоматизации – предоставление эксплуатационному персоналу инструмента для эффективного управления и принятия оптимальных решений. **Третий уровень** образует различные системы управления производством в целом, наконец, **четвертый (верхний) уровень** складывается из систем для ведения делопроизводства, хозяйственной службы и руководства заводов. В наши дни возможна интеграция систем всех вышеупомянутых уровней в объединенную заводскую систему. Отчетливо выделяется такое направление развития, где задачи двух верхних уровней выполняются на мощных рабочих станциях, непосредственно подключенных к системам автоматизации. Каждая составляющая часть системы автоматизации дает свои выгоды.

Внедрение АСУ целесообразно в тех случаях, когда важнейшие решения, влияющие на стратегию или цели управления, развитие и совершенствование системы, основываются на опыте человека, его интуиции, которые не поддаются формализации и потому не могут быть запрограммированы; частично или полностью (в зависимости от типа АСУ и вида информации) автоматизируются процессы сбора, регистрации, хранения и обработки информации, т.е. процессы, которые без ущерба для функционирования системы могут выполняться автоматами. Основное отличие систем автоматического управления (САУ) от АСУ состоит в том, что человек в АСУ не только контролирует работу автоматов, но и активно участвует в самом процессе управления: оценивает результаты обработки оперативной информации; принимает решения по коор-

динированию работы отдельных звеньев АСУ; берет на себя оперативное управление при отказах или сбоях в работе автоматических производств.

Глава 3. ПРИНЦИПЫ СТАНОВЛЕНИЯ И ФОРМООБРАЗОВАНИЯ БЛИЗКИХ ПО ПРОИЗВОДСТВЕННОМУ ПРОЦЕССУ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ЛИНИЙ

Рассмотрим принципы становления БКДМ в автоматическую линию. Для обеспечения непрерывного производства бумаги (картона) необходимо размещение нескольких машин, осуществляющих различные процессы (равномерная подача и распределение суспензии волокнистой массы на сетке, удаление свободной воды с образованием мокрого бумажного полотна, удаление связанной воды методом ее испарения, уплотнение и сглаживание поверхности полотна, намотка готовой продукции в рулон). Для осуществления указанных процессов необходимо соблюдать следующие условия: предмет производства должен находиться в относительном покое по отношению к воздействующим инструментам и совершать равномерное движение, а действующие на материалы силы – выводить его из этого состояния; равнодействующие силы, прикладываемые к материалу, должны быть перпендикулярны плоскости движения обрабатываемого продукта; реактивные напряжения в материале не должны превышать критических (разрушающих) величин.

Первая бумажная фабрика по машинному производству бумаги в России была запущена в г. Петергофе в 1816 г. Поставленные из Англии две бумагоделательные машины были далее усовершенствованы инженерами Сестрорецкого оружейного завода. По мере развития производства совершенствование конструкций наблюдалось одновременно в разных странах, главным образом в целях механизации и автоматизации процессов. В результате чего бумагоделательные машины преобразовались в механизированные линии, состоящие из нескольких машин.

Машины первого столетия относят к бумаго- и картоноделательным **машинам первого поколения**. Для них характерны следующие особенности:

- Поточная механизированная линия из машин и агрегатов.
- Широкий ассортимент продукции, вырабатываемой на одной машине.
- Невысокая интенсивность процессов, протекающих на машине.
- Простота конструкции и высокая надежность их работы.
- Низкие удельные параметры.
- Медленное повышение скорости.
- Ручное управление.
- Ремонтные работы после отказов производились непосредственно на машине.

Для развития **машин второго поколения** характерно:

- Создание машин на основе новых конструкций с сохранением основных принципов построения машин первого поколения.
- Резкое повышение интенсивности процессов.
- Значительное усложнение конструкций.
- Высокие темпы роста удельных параметров.
- Повышение скорости машин и увеличение ширины бумажного полотна.
- Система автоматического сбора информации.
- Специализация машин по виду бумаги.
- Система специализированного обслуживания и ремонта.

За 50 лет производительность БДМ второго поколения достигла 4500 м²/мин. При этом ручное регулирование частей машины и ее инструментов стало трудоемким. Поэтому для машин второго поколения необходимо было разработать и внедрить системы автоматизации, состоящие из контролирующих и регулирующих частей.

Как отмечалось, конструкция машины усложнилась, поэтому необходимая квалификация рабочего стала более высокой, применение регуляторов благодаря наличию контролирующей части позволило автоматизировать управле-

ние стабильностью движений и самого процесса воздействия на обрабатываемый материал. Информация подавалась в рабочую часть регуляторов, которые в зависимости от величины воспринимаемого сигнала автоматически управляют всеми элементами исполнительской части по двум каналам. При этом функции рабочего резко меняются. Заданный режим работы поддерживается автоматически и необходим только соответствующий настрой регуляторов, производимый оператором для перехода в случае необходимости на новые режимы в соответствии с полученным заданием или отклонениями в качестве сырья. Такая система образует замкнутый контур без участия человека. Теперь, с одной стороны, рабочий может управлять несколькими машинами, в основном лишь наблюдая за их работой и принимая необходимые меры при отказах. С другой стороны, исполнительная система машин благодаря включению в ее схему таких устройств, как контролирующие и регулирующие, превращается в автоматическую систему машин.

Дальнейшему повышению производительности БДМ второго поколения за счет увеличения скорости машин препятствовало в основном снижение качества продукции и высокая обрывность на машине. Поэтому после 50-х гг. XX в. продолжилось совершенствование машин: появились закрытые напорные ящики с воздушной подушкой, гидродинамические планки (гидропланки) вместо регистровых валиков, пересасывающие устройства для передачи мокрого листа с сетки в прессовую часть, трехвальные прессы, обеспечивающие безобрывность проводки полотна, закрытые колпаками сушильные части с повышенным давлением пара и рекуперацией тепла, сушильные сетки для безобрывной проводки влажного бумажного полотна и т.п.

Для третьего поколения машин характерно:

- Новые способы производства.
- Узкая специализация машин.
- Интенсификация процессов.
- Закрытая проводка полотна.

- Оптимизация технологических процессов в результате внедрения средств АСУ ТП.
- Повышение требований к надежности и качеству изготовления машин.
- Научное обоснование методов системы обслуживания и ремонта.

Указанные усовершенствования изменили архитектурный облик машины и ее габариты. Машины стали длиннее и выше (рис. 32). Автоматическое регулирование второго поколения гарантировало только постоянно потребляемых энергии, материалов, осуществляемых движений, температур и т.п.

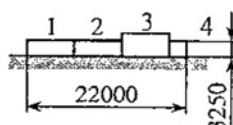
При переходе на новые режимы требовалась перенастройка регуляторов. Эта задача вследствие сложной системы связей не всегда могла быть быстро решена, что вызывало длительные холостые ходы и, следовательно, потерю производительности.

Темпы роста БДМ к 80-м годам XX в. стали снова замедляться. Поэтому творческая мысль разработчиков была направлена на поиски новых способов производства бумаги.

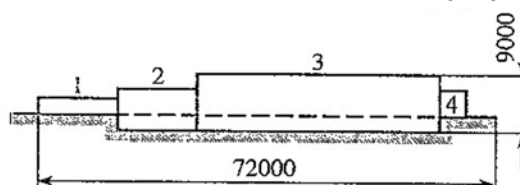
Для четвертого поколения машин характерны:

- Новый способ производства бумаги на базе двухсеточного формования и автоматической безобрывной проводки бумажного полотна.
- Узкая специализация машин.
- Автоматическое управление всеми рабочими процессами.
- Унификация узловых частей машины.
- Сокращение холостых ходов и ремонтных простоев машины.

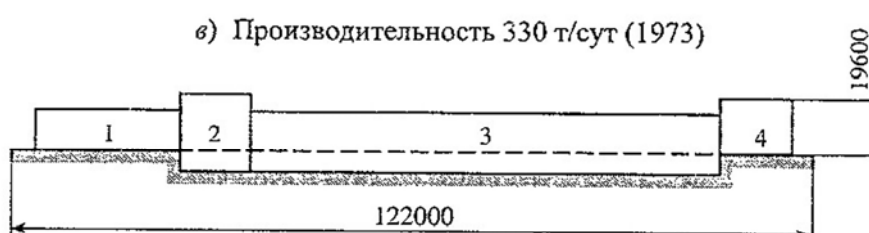
а) Производительность 2,6 т/сут (1864)



б) Производительность 92 т/сут (1927)



в) Производительность 330 т/сут (1973)



г) Производительность 530 т/сут (1981)

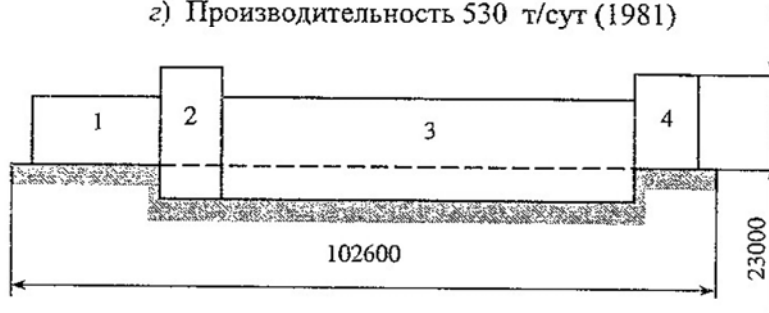


Рис. 32. Изменение габаритов бумагоделательных машин:

1-сеточная часть; 2-прессовая часть;

3-сушильная часть; 4-каландр, накат

Ретроспективный анализ технологии и конструкций машин позволяет воспроизвести хронологическую картину роста ширины и скорости бумагоделательных машин для производства газетной бумаги, имеющих наиболее совершенную конструкцию. За основу анализа приняты средние значения параметров машин, освоенных несколькими фирмами в различных странах. Рекордные показатели, достигнутые на отдельных машинах, исключились. Ширина машин увеличилась с переходом из одного поколения в другое постепенно и достигла своего предела в настоящее время, так как ограничением служат технические и экономические причины. Для развития скорости на ближайшее время ограничений не наблюдается. Указанные графики можно описать функциями общего закона развития ширина, скорости и производительности:

Коэффициенты уравнения

Поколение машин	L_i	a_i	b_i	β_i
скорость, м/мин				
Первое	100	0,20	2,287	0,0192
Второе	800	0,20	2,755	0,0455
Третье	1200	0,20,	1,000	0,0500
Четвертое	2000	0,02	2,100	0,0500
ширина, м				
Первое	2,5	0,085	1,34	0,0048
Второе	8,7	0,063	1,69	0,0044
Третье	11,5	0,078	0,46	0,0370
производительность, м ² /сут				
Первое	3000	0,074	1,81	0,049
Второе	5200	0,038	3,04	0,053
Третье	12000	0,061	1,05	0,046

В настоящее время в результате двухвекового развития БДМ, КДМ и сушильные машины превратились в уникальные средства производства.

Отличительными особенностями этих машин являются:

1. Осуществление непрерывного физического превращения исходного полуфабриката (бумажной массы) из жидкого состояния в твердое упругое тело (бумага, картон) при одновременной непрерывной и последовательной транспортировке их по технологическим операциям. Эта особенность предопределяет совершенство организации работы обслуживающего персонала и безопасности труда, так как технический уровень изготовления продукта предполагает высокую удельную производительность, которой трудно добиться при дискретном процессе.

Размеры длины БДМ – до 150 м. КДМ – до 200 м. Масса до 10000 т. Скорость работы машин до 2000 м/мин.

2. Степень автоматизации отечественной бумагоделательной машины

Машина представляет собой сложную динамическую систему. Поэтому конструктивная и технологическая компоновка машины и разработка принципов надежности должны осуществляться по динамическим характеристикам. В настоящее время во всех странах мира находятся в эксплуатации около 10 тыс. бумаго - и картоноделательных машин. Несмотря на значительные нововведе-

ния, бумагоделательная машина сохранила первоначальную технологическую компоновку и представляет собой большой технологический конвейер – автоматическую систему машин, где при обслуживании не последнюю роль играет человек. Для повышения производительности, технико-экономической эффективности и улучшения взаимодействия человека с автоматизированным технологическим производством рассмотрим следующие вопросы: **Конструктивное и технологическое построение машины** по агрегатному принципу (агрегирование ускоряет освоение новых опытных образцов, облегчает использование на новых машинах проверенных в эксплуатации конструкций, упрощает монтаж). Узкая специализация по виду вырабатываемой бумаги и стабильность технологии. Интенсивность отлива, обезвоживания и сушки бумаги. Снижение удельных затрат металла и энергии. Оптимальная взаимосвязь технологических процессов по их параметрам и скорости. Высокая надежность, простота управления, обслуживания и возможность визуального наблюдения за ходом технологического процесса. Максимальная технологичность машины, включая монтаж и демонтаж новых узлов. Повышенная жесткость и динамическая уравновешенность вращающихся узлов и деталей. **Оптимальная автоматизация управления машиной и технологическими процессами. Реализация принципов эргономики и технической эстетики.** Поэтому большое значение имеют факторы формообразования – понимаемое как синтез ряда объективных социально-экономических, функциональных, деятельностных, инженерно-технических и других сложновзаимодействующих аспектов образа жизни.

Исходя из исторических предпосылок развития формы автоматизированных механизмов и производств, мы можем на современном этапе условно подразделить специфику дизайнерского и архитектурного творчества на 3 направления:

1. Многофакторное формообразование с доминированием организации процессов жизнедеятельности. Пример – жилище, главенствующее в городской среде. Здесь предметно-пространственные комплексы позволяют размещать относительно равнозначные по требованиям и разнообразные по форме образо-

вания с общим эмоционально-нравственным климатом, настроенным на спокойствие, комфортность, что способствует появлению у проживающих чувств коллективности, причастности к обжитому месту.

2.Формообразование с доминирующими функционально-технологическими факторами – объекты производственного назначения, где определяющим являются требования к организации трудовых процессов. Эта среда образована архитектурно-дизайнерскими комплексами, обеспечивающими эффективность основного вида деятельности, в том числе – за счет ощущения удовлетворенности результатами своего труда.

3.Формообразование с доминирующим информационно-эмоциональным (социокультурным) фактором. К этому типу относятся некоторые общественные здания, садово-парковая архитектура и монументальные комплексы. Для них характерно выдвижение на первый план учета восприятия социально-культурного содержания проходящих здесь процессов. К примеру, театральное здание, которое организуется как среда для мощных эмоциональных состояний, активно воздействующих на человека. Проектная организация подобных объектов складывается чаще всего под влиянием того образа, который закладывается в основу ее художественного решения.

Аналогичное развитие формообразования с точки зрения исторического развития происходило из непрерывного печатного производства.

История офсетной печати начинается в Мюнхене с золнхофенерского камня-сланца. Сентиментальная история списка отданного в стирку белья, написанного Алоисом Зенефельдер за недостатком бумаги на вышеупомянутом камне, хотя и неправдоподобна, однако исторически достоверна.

При попытке создания относительно дешевого способа для перепечатки дорогих нотных листов Зенефельдер обнаружил в 1797 г., что золнхофенерский камень-сланец по-разному реагирует при воздействии на него жира и воды.

Он изобрел также специальный ручной пресс для нового способа печати. Это был так называемый «штанговый» пресс (рис. 33а). Так как со штанговым

прессом работать было трудно, он также создал версию прессы с печатным цилиндром (рис. 33б).

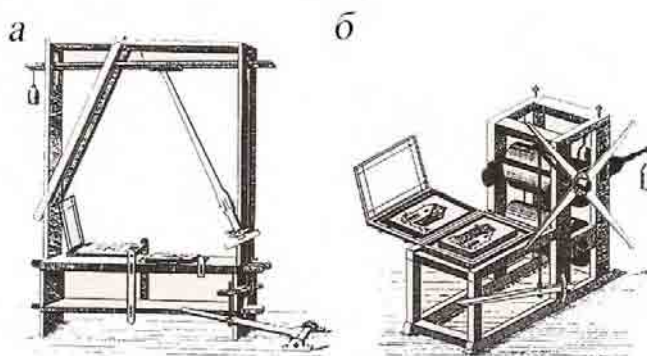


Рис.33. Ручные печатные прессы Алоиса Зенефельдера, конец XVIII столетия: штанговый пресс; цилиндрический пресс

Первые литографские печатные прессы появились во Франции. Временем появления этих машин называют 1864 г. (фирмы Nicolle). Следом в 1852 г. в Вене заработала машина Джоржа Сигла. Это был литографический пресс с кривошипно-шатунным приводом, который долгое время применяли, например, для печати художественных изделий (плакатов). Обслуживали машину три человека: рабочий, который крутил колесо (справа); накладчица листов и приемщик, вынимавший листы из машины (слева, внизу) (рис. 34).

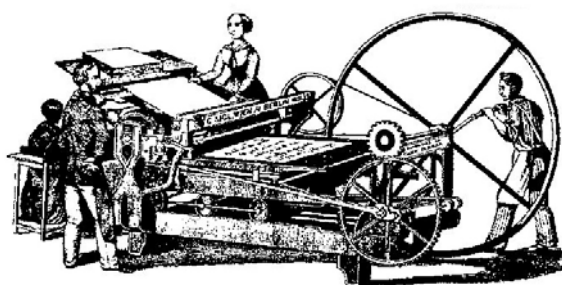


Рис. 34. Литографский печатный пресс 1852 г. с кривошипно-шатунным приводом

Изобретение офсетной печати можно считать развитием способа косвенной высокой печати, примененной для печати на жести двумя изобретателями: американцем Айра В. Рабелем и немецким иммигрантом Каспаром Херманном. Оба они пришли в 1904 г. к идее печати с литографских печатных

форм косвенно, т.е. путем передачи изображения через цилиндр с натянутым на него резиновым полотном.

У Рабеля в Резерфорде (штат Нью-Йорк, США) была маленькая типография для печати с цинка и литографского камня. Однажды при печати на жесткой банкнотной бумаге возникли трудности с растровым изображением. Для достижения лучшего результата печати Рабель решил натянуть на печатный цилиндр мягкое резиновое полотно. По невнимательности накладчица иногда пропускала лист, и таким образом цветной отпечаток ненамеренно переходил на резиновое полотно. Оттуда он переносился на обратную сторону следующего листа. Когда Рабель рассмотрел один из таких бракованных оттисков, то, к своему удивлению, понял, что изображение на оборотной стороне хотя и было зеркальное, но по своему качеству оно существенно превосходило то изображение, которое было получено на лицевой стороне листа. Он провел дальнейшие испытания и нашел подтверждение своим наблюдениям. Таким образом, офсетная печать была изобретена в 1904 г. Айрой В. Рабелем и позднее Каспаром Херманном. После этого Рабель оставил свою типографию и полностью посвятил себя созданию литографских печатных машин с косвенным переносом (рис. 35).



*Рис. 35. Первая немецкая офсетная машина “Triumph” 1907.,
рядом с которой – Каспар Херманн*

Высокая печать или способ печати, применяемый раньше для печати книг, относится сейчас к способам, «обреченным на вымирание». Исключение составляет его разновидность – флексографская печать, которая широко используется при изготовлении упаковки и все более завоевывает рынок.

До сих пор еще окончательно не доказано, где точно Иоганн Гутенберг между 1440 и 1450 гг. сделал свое изобретение: в Майнце или в Страсбурге, поэтому оба города чтят его одинаково. Его изобретение состояло из трех частей: литые печатающие литеры, ручное приспособление для отливки печатающих элементов и печатный пресс, который прежде был прессом для изготовления вина (рис. 36).

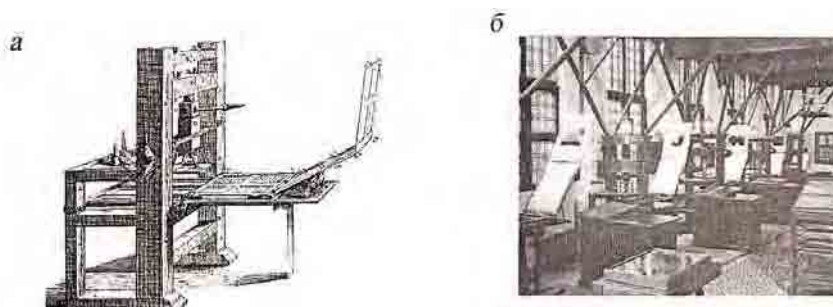


Рис. 36. Первая машина высокой печати: а-деревянный печатный пресс И. Гутенберга, как он в принципе мог выглядеть в 1445 г.; б-печатный цех типографии Plantijn в Антверпене в XVI – XVII веках

В течение последующих лет конструкция машины продолжала совершенствоваться, а именно: изменялся привод (например, «гребенчатый привод», «движение по рельсам» с возвратно-поступательным перемещением талера, планетарный привод), а также принцип работы (рис. 37).

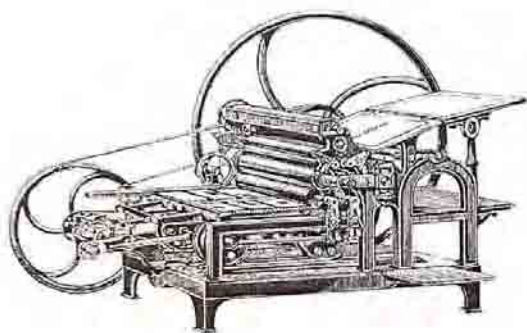


Рис. 37. Типичная плоскопечатная машина (высокой печати) в Германии (1871-1873) с ручным приводом и большим маховиком (Райхенбахская плоскопечатная машина)

Автоматическую подачу листа в первый раз удалось осуществить кельнскому печатнику Гильке, который в 1913 г. получил патент на это изобретение. За период с 1914 по 1984 гг. было произведено свыше 160000 тигельных машин Heidelberg Tiegels, которые стали самыми многочисленными машинами высокой печати в мире) (рис. 38).



*Рис. 38. Оригинальная тигельная машина
(Heidelberg Tiegel)*

Уже с 1920 г. началось поточное производство печатных тигельных машин Heidelberg Tiegel (рис. 39), и только в 70-е годы XX века оно было прекращено. Однако и до настоящего времени они находят применение, особенно для таких работ как штамцевание или тиснение.

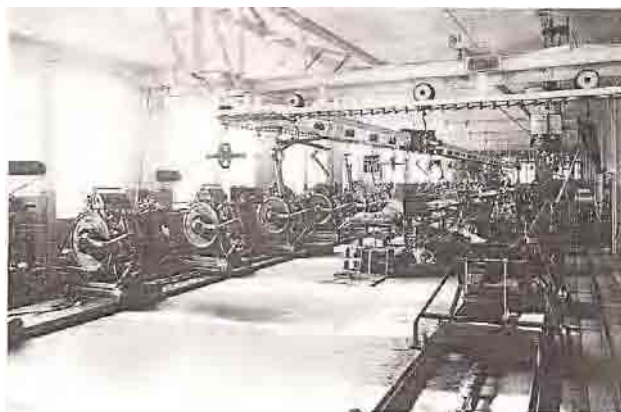
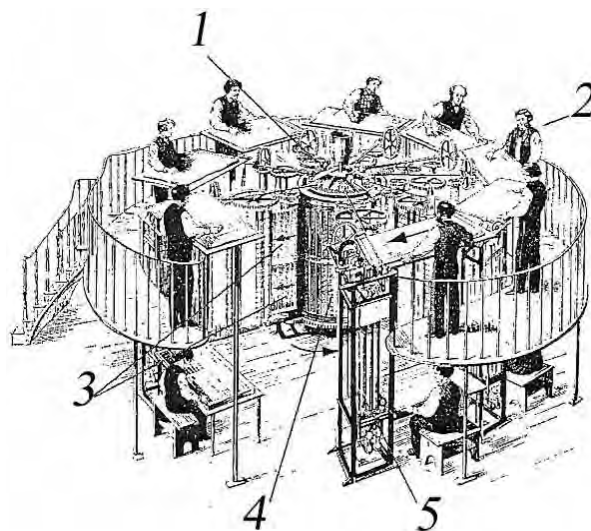


Рис. 39. Поточная линия для изготовления тигельной машины Original Heidelberg Tiegel, фирмы Heidelberg, 1930 г. (г. Гейдельберг)

Швейцарец Джеймс Деллагана изучил способ в Париже «у Желу» и открыл в 1855 г. в Лондоне со своим братом фирму для изготовления плоских стереотипов. При этом его идеей было создание гибкой матрицы. В 1856 г. в Лондоне в типографии Times был проведен эксперимент с такими формами на машине «Applegath». Это была листовая ротационная машина высокого способа печати с вертикально расположенным формным цилиндром (с 16 формами высокой печати) (рис. 40).



*Рис. 40. Листовая ротационная машина высокого способа печати:
1-печатный цилиндр; 2-накладчик; 3-оттиски; 4-формный цилиндр;
5-устройство для оборачивания листов*

Вместо применявшегося формного цилиндра с клинообразными литерами использовались стереотипы. Машина имела вертикально расположенный формный цилиндр. Восемь отдельных печатных аппаратов позволяли соответственно запечатать восемь различных листов.

Для непрерывного современного печатного производства необходимо совмещение нескольких машин, осуществляющих различные процессы. Кроме основных элементов, в состав печатной машины могут входить и другие устройства, связанные, с одной стороны, с принципиальными особенностями способа печатания (увлажняющие аппараты и передаточные цилиндры в машинах офсетной печати), а с другой – технологическими требованиями к печатной продукции и ее назначением (устройства для предотвращения отмарывания и ускорения закрепления печатных красок, лакировальные секции и т.п.).

Очевидность и бесспорность взаимосвязи и взаимозависимости всех перечисленных факторов диктуют необходимость комплексного, всесторонне сбалансированного подхода к подготовке и приведению многофакторного печатного процесса.

Таким образом, автоматизированные производственные процессы представляют собой средства производства, состоящие из последовательно соединенных в последовательную линию различных по технологическому значению

машин, которые осуществляют непрерывный процесс обработки или переработки сложных полуфабрикатов. Основными параметрами, определяющими производительность машины, являются ее скорость и ширина. Также основными параметрами являются условия труда, когда на человека одновременно воздействуют разные по своей природе факторы производственной среды.

Мы уже имели возможность убедиться, что ни в какую эпоху, включая и современность, целесообразность не была единственным фактором формообразования, хотя и занимала ведущие позиции. В процессе создания машины конструктор в своем стремлении найти наиболее рациональную форму вынужден считаться и со свойствами материала, и с технологией его обработки, и с гипнотической силой привычных и уже апробированных форм. Его ограничивают в равной степени и собственное понимание красоты и моды. И все-таки мнение, что красота в технике – это только фикция, а реальна только целесообразность, является весьма распространенным. Корни его кроются, очевидно, в ограниченном понимании целесообразности и в том, что красота машины необычна и непривычна, это особая красота, имеющая свои критерии, для которых нет аналогий в искусстве и природе.

Целесообразность, рациональность можно понимать по-разному. Узко – если вкладывать в нее представление о технико-экономических параметрах: широко – если рассматривать целесообразность формы машины не саму по себе, а в системе связей человек-машина. В таком случае рассматривается рациональность формы с точки зрения физиологических свойств человека, а также его интеллекта и психики. Вот тут-то и следует искать точки соприкосновения функционального и эстетического.

Библиографический список

Отт Александр. Создание промышленного дизайна. Создание и производство продукта. – М.: Просвещение, 2005.

Воронов Н., Шестопал Я. Эстетика техники (Очерки истории и теории). – М.: Советская Россия, 1972.

Киппхан Гельмут. Энциклопедия по печатным средствам информации. – М.: Московский государственный университет печати, 2005.

Космодемьянский А.А. Очерки по истории механики. – Изд-е 2-е. – М.: Просвещение, 1964.

Сидоров А.И. Очерки и истории техники. – М.: Гостехиздат, Вып. 2. 1928.

Энциклопедия для детей. Техника. Т. 14. – М.: Аванта+, 1999

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
Глава 1. ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ МЕХАНИЗМОВ.....	5
Глава 2. АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОМЫШЛЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО, СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ.....	29
Глава 3. ПРИНЦИПЫ СТАНОВЛЕНИЯ И ФОРМООБРАЗОВАНИЯ БЛИЗКИХ ПО ПРОИЗВОДСТВЕННОМУ ПРОЦЕССУ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ЛИНИЙ.....	35
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	49