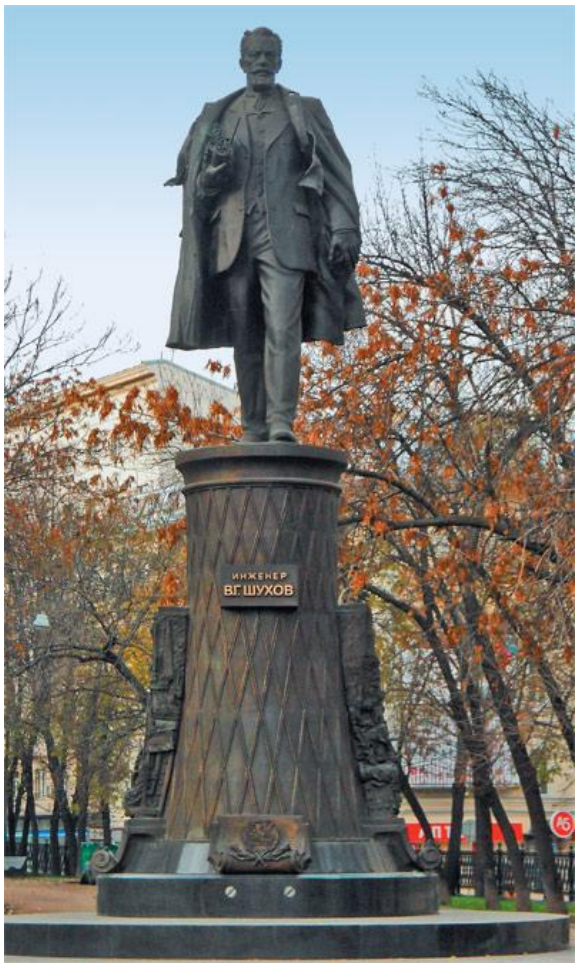
Лескова Н. Человек-фабрика / Н. Лескова // Наука и жизнь. – 2013. - N 12. – С. 96 – 109.



Памятник В. Г. Шухову на Сретенском бульваре в Москве. Скульпторы — заслуженный художник России С. А. Щербаков, С. С. Щербаков; архитекторы — А. В. Кузьмин, И. Н. Воскресенский, при участии В. Ф. Шухова, правнука великого инженера.

ЧЕЛОВЕК - ФАБРИКА

Владимир Григорьевич Шухов, замечательный инженер конца XIX — начала XX столетия, отказался от подражания иностранным образцам и стал творить в оригинальном, чисто русском стиле, опираясь на традиции Ломоносова, Менделеева, Казакова, Кулибина. При жизни его называли «человек-фабрика» и «русский Леонардо»: всего лишь с несколькими помощниками он смог совершить столько, сколько по силам десятку НИИ. У Шухова не одна сотня изобретений, а запатентовал он 15: некогда было. И это тоже очень по-русски.

Владимир Шухов родился 16 августа 1853 года в небольшом провинциальном городе Грайвороне Белгородского уезда Курской губернии. В одиннадцатилетнем возрасте поступил в Петербургскую гимназию, где проявил способности к точным наукам, особенно к математике, и сразу прославился тем, что доказал теорему Пифагора способом, который придумал сам. Удивлённый учитель его похвалил, но поставил «двойку», заявив: «Правильно, но нескромно!» Однако обучение Шухов закончил с блестящим аттестатом.

По совету отца Владимир поступил в Московское императорское техническое училище (ныне — МГТУ им. Н. Э. Баумана), где предоставлялась возможность получить фундаментальную физико-математическую подготовку, инженерную специальность и одновременно овладеть ремёслами. Студентом Шухов зарегистрировал замечательное изобретение — «прибор, производящий разбрызгивание мазута в топках, используя упругость водяных паров» — паровую форсунку. Она была настолько проста, эффективна и оригинальна, что великий химик Дмитрий Иванович Менделеев

поместил её рисунок на обложке своей книги «Основы фабрично-заводской промышленности». А Людвиг Нобель, глава громадного нефтяного концерна и брат основателя престижной премии, сразу приобрёл у Владимира патент на её производство. В 1876 году В. Шухов с золотой медалью окончил училище. Академик Пафнутий Львович Чебышёв, заметивший выдающиеся способности молодого инженера-механика, сделал ему лестное предложение: вести совместную научную и педагогическую работу в университете. Однако Владимира больше привлекали не теоретические исследования, а практическая инженерная и изобретательская деятельность.

Судьбоносной для молодого инженера стала командировка в 1876 году в Филадельфию на Всемирную выставку. Там он познакомился с А. В. Бари, выходцем из России, который уже несколько лет жил в Америке, участвовал в строительстве зданий для Всемирной выставки, отвечая за все «металлические работы», за что получил Гран-при и золотую медаль.

Летом того же года А. В. Бари с семьёй вернулся в Россию, где занялся организацией наливной системы перевозки и хранения нефти. Шухова он пригласил возглавить отделение фирмы в Баку — новом центре быстро развивающейся российской нефтяной промышленности. А в 1880 году Бари основал в Москве строительную контору и котлостроительный завод, предложив В. Г. Шухову должность главного конструктора и главного инженера. Бари не ошибся в юном коллеге. В этом необыкновенном деловом и творческом тандеме родилось немало гениальных изобретений. «Говорят, что Бари эксплуатировал меня, — писал потом Шухов. — Это верно. Но и я эксплуатировал его, заставляя выполнять мои даже самые смелые предложения».

Уже через полгода В. Г. Шухов впервые в мире осуществил промышленное факельное сжигание жидкого топлива с помощью изобретённой им форсунки, позволявшей эффективно сжигать мазут, который считался отходом нефтепереработки; его огромные озёра в окрестностях нефтеперерабатывающих заводов отравляли почву. Для хранения нефти и нефтепродуктов Шухов создал конструкцию цилиндрического резервуара с тонким днищем на песчаной подушке и со стенками ступенчатой толщины. Такая конструкция имела наименьший вес при одинаковой прочности его поверхности: давление жидкости в резервуаре на стенку растёт с глубиной, соответственно увеличиваются толщина и прочность стенки. А песчаная подушка под днищем принимает на себя вес жидкости, позволяя сделать дно резервуара тонким. Для перегонки нефти с разложением на фракции под воздействием высоких температур и давлений он разработал промышленную установку. И это было только началом его стремительной инженерной карьеры.

Фрагмент памятника

Владимир Григорьевич Шухов (1853—1939).

Наддай, Рыжий!

Владимир Григорьевич всегда нравился женщинам. Он был талантлив и хорош собой. Неудивительно, что в начале 1890-х годов в него была влюблена прославленная актриса О. Л. Книппер, позднее ставшая женой А. П. Чехова. Но Шухов не принял ухаживаний Ольги Леонардовны.

Вскоре Владимир повстречал свою будущую жену — дочь железнодорожного врача Аню Мединцеву, происходившую из старинного рода Ахматовых. Ему пришлось довольно долго добиваться расположения 18-летней зеленоглазой красавицы. В 1894 году состоялась свадьба. Анна Николаевна родила ему пятерых детей — Ксению, Сергея, Флавия, Владимира и Веру.

Всю жизнь их связывали нежные, трогательные отношения. Сохранились сделанные Шуховым фотографии, на которых любовно запечатлены члены его многочисленного семейства — за чаем на веранде дачи, за чтением, за игрой на фортепиано… До сих пор вызывает восхищение даже профессионалов стереоскопический снимок дочери Веры, раскачивающейся на качелях: Шухову удалось остановить мгновение, сохранив динамику момента и живое настроение девочки, что для фотографической техники того времени было почти непосильной задачей. Через крошечный отпечаток хорошо виден его инженерный и творческий талант. Он вообще страстно увлекался фотографией и даже говорил: «Я по профессии инженер, а в душе фотограф» [1].

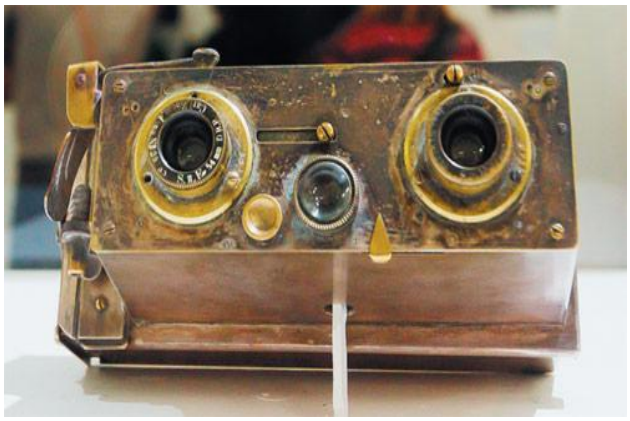
Со старых фото на нас смотрит степенная Анна Николаевна. И сам Владимир Григорьевич — подтянутый, с добрым, интеллигентным, чуть усталым лицом. Современница Шухова Н. С. Кудинова так обрисовала его: «Владимир Григорьевич человек среднего роста, худощавый, с удивительно ясными и незапятнанными голубыми очами. Несмотря на возраст (в момент знакомства ему было 76 лет. — Ред.), он постоянно подтянут и безукоризненно опрятен... А какая в нём пучина притягательности, юмора, какая во всём глубина!» Его сын Сергей вспоминал: «Чувство собственного достоинства он больше всего ценил в людях, на равных, ничем не выдавая собственного превосходства, никогда никому не приказывал и ни на кого не повышал голос. И с прислугой и с дворником был безукоризненно вежлив в обращении» [2].

Шухов был весёлым, азартным человеком. Любил оперу, театр, шахматы, увлекался велоспортом. Очевидцы рассказывали, что однажды Бари попал в Александровский манеж, где проходили велогонки. Болельщики неистовствовали. «Наддай, рыжий, наддай!» — кричали они лидеру. Рыжий «наддал», победно вскинул руки на финише, обернулся, и Бари оторопел, узнав в победителе главного инженера своей фирмы.

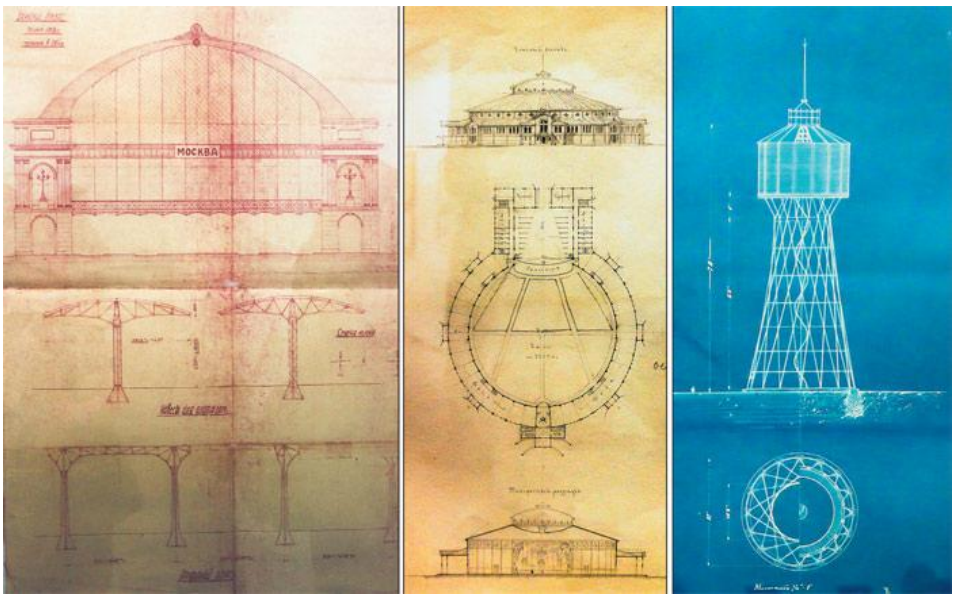
Однако основным «любовным объектом» Шухова всегда оставалась работа. «В 1891—1893 годах на Красной площади в Москве было построено новое здание Верхних торговых рядов с шуховскими

покрытиями, столь изящными и лёгкими, что снизу они казались паутиной с врезанными в неё стёклами, — рассказывает правнучка В. Г. Шухова Елена Шухова. — Такой эффект давала изобретённая Шуховым арочная ферма, в которой традиционные достаточно массивные раскосы и стойки были заменены тонкими лучевыми затяжками диаметром около сантиметра, работающими только на растяжение — самый выгодный для металла вид усилий» [3].

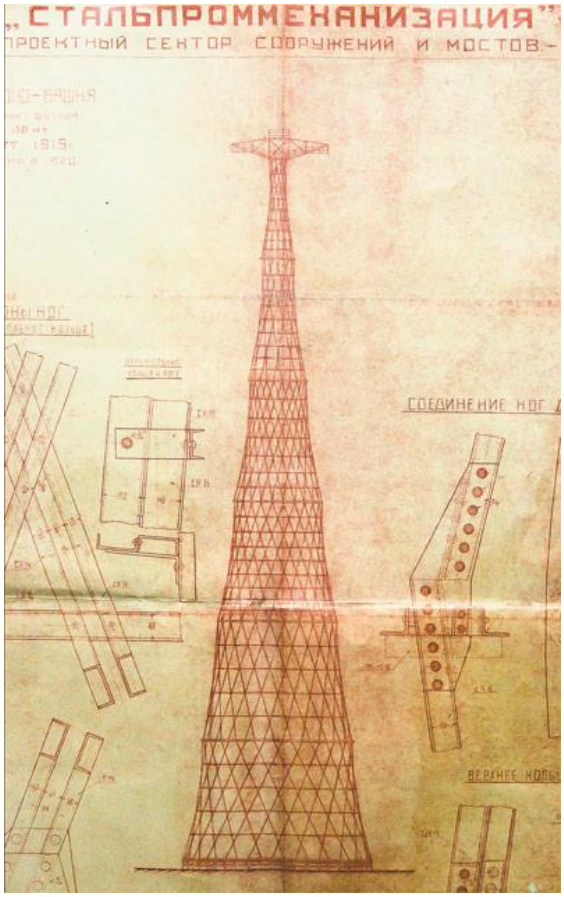
В 1895 году Шухов подал заявку на получение патента по сетчатым покрытиям в виде оболочек. Это был прообраз сконструированной им башни-гиперболоида, вскоре перевернувшей всю мировую архитектуру. «Столкнувшись с вопросом о наиболее лёгком покрытии, Владимир Григорьевич изобрёл особую систему арочных ферм, которые работают на растяжение и сжатие благодаря присоединённым к ним тягам из проволоки. Изыскание расположения тяг и размеров ферм ведётся исследователем под условием наименьшего веса сооружения. …Эта идея об изыскании наивыгоднейших конструкций лежит в основании почти всех технических работ Владимира Григорьевича. Он проводит её в стройной и простой математической форме, иллюстрируя свою мысль таблицами и графиками. На эту идею опирается [и] сочинение Владимира Григорьевича о наивыгоднейшей форме резервуаров», — отмечал Николай Егорович Жуковский [4]. Сама идея таких сетчатых конструкций и поражавших воображение гиперболоидных башен пришла в голову русскому инженеру при виде перевёрнутой вверх дном простой ивовой корзины из прутьев. «Что красиво смотрится, то прочно», — говорил он, всегда считавший, что технические новинки рождаются при внимательном наблюдении за жизнью и природой.



Стереофотоаппарат В. Г. Шухова и снимок, им сделанный: наводнение в Москве (один из стереопары).



Страницы рабочих тетрадей В. Г. Шухова. Конец XIX — начало XX века.



Чертежи соединений элементов радиобашни. Фонд «Шуховская башня».

Современный вид радиобашни на Шабаловке. Фото Андрея Афанасьева.

Гиперболоид инженера Шухова

Первые образцы, ознаменовавшие создание совершенно нового типа несущей конструкции, Шухов представил на суд общественности во время Всероссийской выставки 1896 года в Нижнем Новгороде. Это были восемь выставочных павильонов: четыре — с висячими покрытиями, четыре — с цилиндрическими сетчатыми сводами. Один из них имел в центре висячее покрытие из тонкой жести (мембрану), чего никогда раньше в строительстве не применялось. Так же возведена водонапорная башня, в которой Шухов перенёс свою сетку на вертикальную решётчатую конструкцию гиперболоидной формы.

«Вес шуховских “крыш без стропил”, как называли их современники, оказался в два-три раза ниже, а прочность значительно выше, чем у традиционных типов покрытий, — рассказывает Елена Шухова. — Их можно было собирать из простейших однотипных элементов: полосового железа в 50—60 мм или тонких уголков; простым было устройство утепления и освещения: в нужных местах на сетку вместо кровельного железа укладывались деревянные рамы со стёклами, а в случае арочного покрытия для освещения очень удачно могли быть использованы перепады высот различных частей здания. Все конструкции предусматривали возможность лёгкого и быстрого монтажа с использованием самого элементарного оборудования вроде небольших ручных лебёдок». Сетки из полосовой и уголковой стали с ромбовидными ячейками стали прекрасным и лёгким материалом для изготовления большепролётных висячих покрытий и сетчатых сводов.

Сооружения получили широкую известность. О них писали все газеты. Высокое техническое совершенство, внешняя простота и простор внутренних помещений под взметнувшейся ввысь сетью висячих перекрытий — всё это произвело настоящий фурор. Оболочка в форме гиперболоида вращения стала совершенно новой, никогда раньше не применявшейся строительной формой. Она позволила создать пространственно изогнутую сетчатую поверхность из наклонно установленных прямых стержней. В итоге получилась лёгкая, изящная и жёсткая конструкция, которую просто рассчитать и построить. Нижегородская водонапорная башня несла на высоте 25,6 м бак вместимостью 114 000 л для

снабжения водой всей выставки. Эта первая гиперболоидная башня осталась одним из самых красивых строительных сооружений Шухова. После завершения выставки её купил богатый помещик Нечаев-Мальцев и установил в своём поместье Полибино под Липецком. Башня стоит там и сегодня.

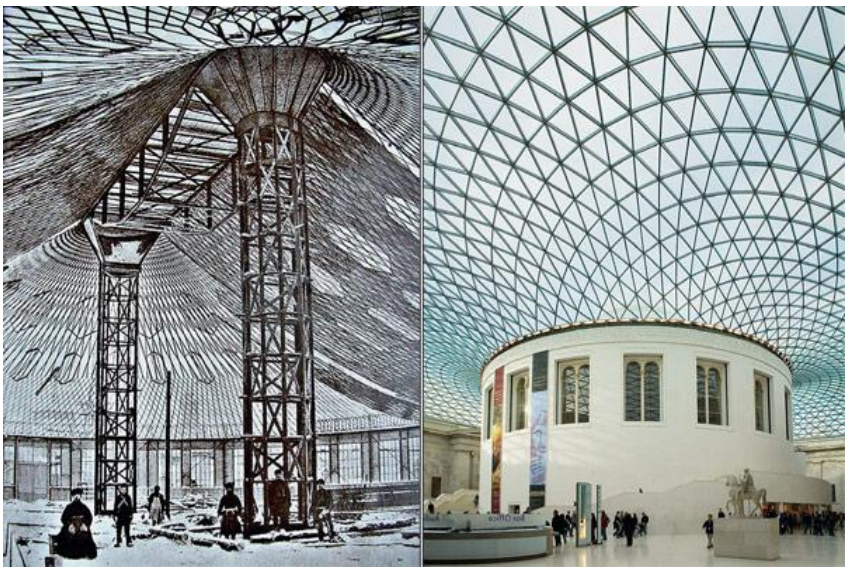
«Произведения В. Г. Шухова можно считать вершиной в этой области архитектуры, — свидетельствует Елена Шухова. — Их ни на что прежнее не похожий внешний облик органично вытекает из свойств материала и до конца исчерпывает его возможности в построении формы, и эта “чистая” инженерная идея никак не маскируется и не декорируется “лишними” элементами».

На фирму Бари посыпались заказы. Первым стал заказ для металлургического завода в Выксе под Нижним Новгородом, где требовалось построить цех с применением гиперболоидных конструкций. Шухов блестяще его выполнил: пространственно изогнутые сетчатые оболочки значительно улучшили привычную конструкцию. Сооружение сохранилось в этом маленьком провинциальном городке до сих пор.

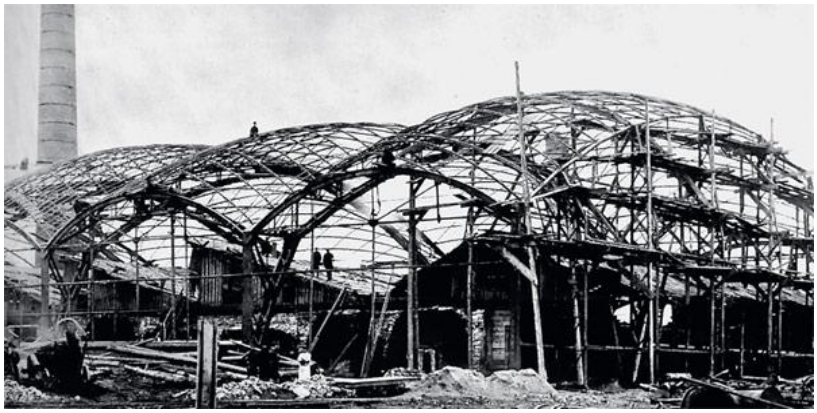
По-настоящему бешеным спросом в то время пользовались лёгкие, изящные водонапорные башни. За несколько лет Шухов спроектировал и построил их сотни, что привело к частичной типизации самой конструкции и её отдельных элементов — лестниц и резервуаров. При этом башен-близнецов у Шухова не было. Демонстрируя удивительное разнообразие форм, он доказал всему миру, что инженер, как и полагали древние греки, — настоящий творец.

В оборудование водонапорных башен входил паровой поршневой насос. Специально для него Шухов разработал оригинальную транспортабельную конструкцию котла самоварного типа. Владимир Григорьевич рассказывал, что котёл неслучайно имеет вид самовара: «Жена жаловалась на даче, что самовар долго не закипает. Пришлось сделать ей самовар с кипятильными трубами. Вот он-то и стал прообразом вертикального котла». Его теперь называют паротрубным.

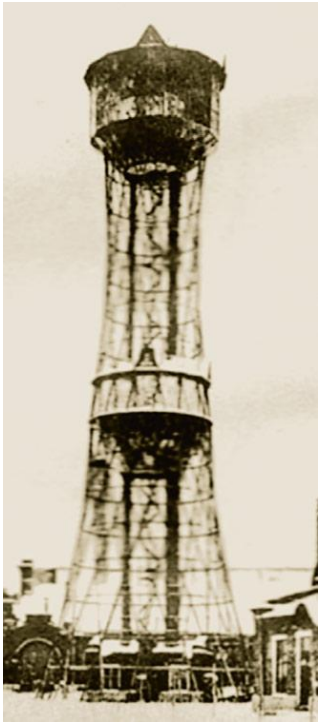
Постройки множества водонапорных башен требовало и развитие сети железных дорог. В 1892 году Шухов соорудил свои первые железнодорожные мосты. В дальнейшем он спроектировал несколько типов мостов с пролётами от 25 до 100 м. На основе этих типовых решений под его руководством было построено 417 мостов через Оку, Волгу, Енисей и другие реки. Почти все они стоят и сейчас.



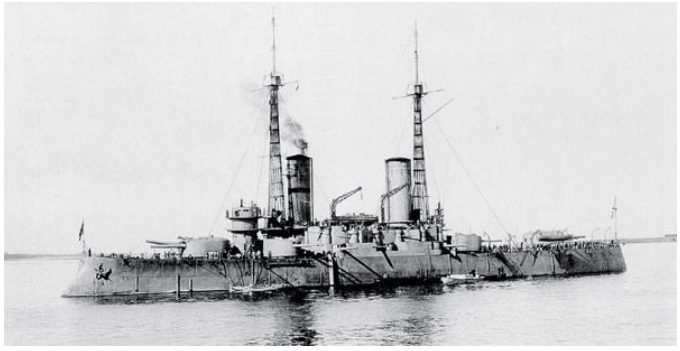
Сетчатые перекрытия: выставочного павильона конструкции В. Г. Шухова (1896 год) и овального зала Британского музея работы Н. Фостера.

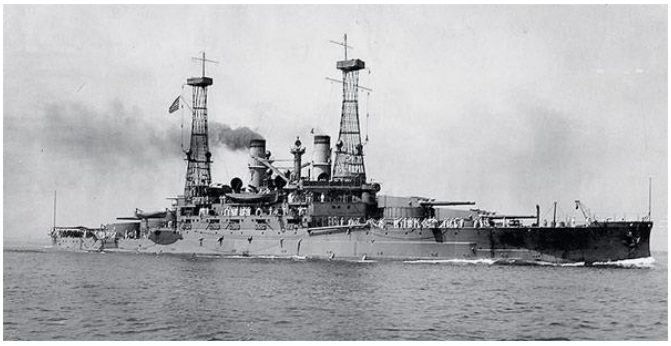


Постройка перекрытия-оболочки двоякой кривизны цеха металлургического завода в г. Выкса Нижегородской области. 1897 год.



Водонапорная башня в Ярославле. 1911 год.





Ажурные мачты конструкции Шухова для размещения дальномерных постов делали военные корабли менее заметными. российский броненосец «Император Павел I» (1912 год) и американский линкор «South Carolina» (1910 год).

Ни туды и ни сюды

Мы обязаны Шухову и современной системой водоснабжения. Специально для неё он сконструировал новый водотрубный котёл, который начали серийно производить в 1896 году. Используя собственный опыт в сооружении нефтяных резервуаров и трубопроводов и применив новые модификации своих насосов, он проложил водопровод в Тамбове. На основе обширных геологических исследований Шухов с сотрудниками за три года составил новый проект водоснабжения Москвы.

Для московского Главного почтамта, построенного в 1912 году, Шухов спроектировал стеклянное покрытие операционного зала. Специально для него он изобрёл ровную горизонтальную ферму, ставшую прообразом пространственных конструкций из бесшовных труб, которые широко применялись в строительстве спустя несколько десятилетий.

Последней значительной работой, выполненной Шуховым до революции, был дебаркадер Киевского (тогда Брянского) вокзала в Москве (1912—1917 годы, ширина пролёта — 48 м, высота — 30 м, длина — 230 м). Шухов использовал исключительно рациональную технику монтажа, которую предложили сделать основой всех вокзальных покрытий. Проекту, увы, не суждено было осуществиться: началась война.

Войну Шухов ненавидел. «Считаю нужным сделать существенную оговорку о любви к родине, — писал он. — Христианская мораль, по которой воспитаны народы Европы, не допускает истребления других народов ради любви к родине. Война ведь есть проявление зверской природы людей, не достигших умения решить вопрос мирным путём. Как бы победоносна ни была война, но отечество от неё всегда проигрывает» [5].

Но участвовать в войне ему всё же пришлось. Остаться в стороне ни как инженер, ни как патриот Шухов не мог. «Одной из основных задач в начале Первой мировой стало проектирование и сооружение ботопортов — больших судов, предназначенных служить воротами доков, где производился ремонт повреждённых кораблей, — рассказывает Елена Шухова. — Конструкция оказалась удачной. Следующим заказом стало конструирование плавучих мин. И эту задачу удалось быстро решить. Он разработал лёгкие мобильные платформы, где устанавливались орудия для меткой и дальней стрельбы. Для них не было непоражаемых точек пространства».

Война окончилась, но грянул 1917 год. Бари эмигрировали в Америку. Шухов же решительно отверг многочисленные приглашения уехать в США или Европу. В 1919 году он записал в дневнике: «Мы должны работать независимо от политики. Башни, котлы, стропила нужны, и мы будем нужны».

Фирму и завод между тем национализировали, семью выселили из особняка на Смоленском бульваре. Пришлось переселиться в тесненькую контору в Кривоколенном переулке. Шухов, которому было уже за шестьдесят, оказался в совершенно новой ситуации. Строительная контора Бари была преобразована в организацию «Стальмост» (в настоящее время это научно-исследовательский проектный институт ЦНИИ Проектстальконструкция). Завод паровых котлов Бари переименовали в «Паростроий» (ныне его территория и сохранившиеся конструкции Шухова входят в состав завода «Динамо»). Шухова назначили их директором.

Сын Шухова Сергей вспоминал: «Отец жил при советской власти несладко. Он был противник одновластия и не мирился с ним в сталинскую эпоху, которую предвидел задолго до её начала. С Лениным близко знаком не был, но любви к нему не имел. Мне он не раз говорил: “Пойми, всё, что мы делаем, никому и ни для чего не нужно. Нашими действиями управляют невежественные люди с красными книжками, преследующие непонятные цели”. Несколько раз отец был на волоске от уничтожения».

Строительство Брянского (ныне — Киевского) вокзала.
Архитектор И. И. Рерберг, инженер В. Г. Шухов.

Киевский вокзал. 1952 год. Фото Г. Корабельникова.

Москва. Гум. Фото Виктора Ахломова.

«Расстрелять условно»

Совет рабочей и крестьянской обороны постановил: «установить в чрезвычайно срочном порядке в г. Москве радиостанцию, оборудованную приборами и машинами, обладающими мощностью, достаточной для обеспечения надёжной и постоянной связи центра республики с зарубежными государствами и окраинами республики». Плохая радиосвязь могла стоить молодой советской республике поражения в войне, и Ленин хорошо это понимал. Первоначально планировалось построить пять радиобашен: три — высотой по 350 м и две — по 275. Но денег на них не нашлось, пять башен превратились в одну, место для неё выделили на Шаболовской улице и «урезали» до 160 м.

Во время возведения радиобашни произошла авария. Шухов в своём дневнике записал: «29 июня 1921 года. При подъёме четвёртой секции третья сломалась. Четвёртая упала и повредила вторую и первую». Лишь по счастливой случайности не пострадали люди. Незамедлительно последовали вызовы в ГПУ, долгие допросы, и Шухов был приговорён к «условному расстрелу». От реальной пули спасло только то обстоятельство, что другого инженера, способного продолжить столь масштабное строительство, в стране нет. А построить башню нужно было во что бы то ни стало.

Как впоследствии установила комиссия, в аварии Шухов совершенно не виноват: с инженерной точки зрения конструкция безупречна. Башня чуть не рухнула на головы строителей только из-за постоянной экономии на материалах. О подобной опасности Шухов не раз предупреждал, однако никто его не слушал. Записи в его дневниках: «30 августа. Железа нет, и проекта башни пока составить нельзя». «26 сентября. Послал проекты башен 175, 200, 225, 250, 275, 300, 325 и 350 м в правление ГОРЗы. При письме: два чертежа в карандаше, пять чертежей на кальке, четыре расчёта сетей, четыре расчёта башен»... «1 октября. Железа нет»…

«Возвести столь уникальное по масштабам и смелое по замыслу сооружение в стране с подорванной экономикой и разрушенным хозяйством, с населением, деморализованным голодом и разрухой, и только недавно закончившейся Гражданской войной было настоящим организаторским подвигом», — считает Елена Шухова.

Всё пришлось начинать заново. И башня была-таки построена. Она стала дальнейшей модификацией сетчатых гиперболоидных конструкций и состояла из шести блоков соответствующей формы. Этот тип конструкции позволил осуществить строительство башни оригинальным, удивительно простым «телескопическим» методом монтажа. Внутри нижней опорной секции башни на земле монтировали элементы последующих блоков. С помощью пяти простых деревянных кранов, в процессе строительства стоявших на очередной верхней секции башни, блоки поднимали один за другим, последовательно наращивая высоту. В середине марта 1922 года башня, которую впоследствии окрестили «образцом блестящей конструкции и верхом строительного искусства», сдали в эксплуатацию. Алексей Толстой, вдохновлённый этим строительством, создаёт роман «Гиперболоид инженера Гарина» (1926).

Девять лет спустя Шухов превзошёл свою первую башенную конструкцию, построив три пары сетчатых многоярусных гиперболоидных опор перехода длиной 1800 м высоковольтных линий электропередачи через Оку под Нижним Новгородом высотой 20, 69 и 128 м. И хотя опоры должны были выдерживать вес многотонных проводов с учётом намерзания льда, их конструкция оказалась ещё более лёгкой и элегантной. Власть «простила» опального инженера. Шухов стал членом ВЦИКа, в 1929 году получил Ленинскую премию, в 1932-м — звезду Героя труда, стал членом-корреспондентом Академии наук, а затем и почётным академиком.

С чего начинается Родина

Но для Шухова это время было, пожалуй, самым тяжёлым. Попал в тюрьму младший сын Владимир, служивший у Колчака. Чтобы освободить сына, Владимир Григорьевич передал Советскому государству все свои патенты стоимостью 50 миллионов золотом. Владимира отпустили, однако он был настолько измучен и истощён, что так и не пришёл в себя и умер в 1920 году. В том же году ушла из жизни мать, Вера Капитоновна, следом — жена…

Спасала работа. Шухов создал столько разнообразных сооружений, что перечислить их не представляется возможным. Все крупные стройки первых пятилеток связаны с его именем: Магнитка и Кузнецкстрой, Челябинский тракторный и завод «Динамо», восстановление разрушенных в

Гражданскую войну объектов и первые магистральные трубопроводы… Немногие знают, что именно он спроектировал знаменитую вращающуюся сцену МХАТа, прозрачные перекрытия ГУМа, Государственного Музея изобразительных искусств им. А. С. Пушкина, Петровского пассажа, стеклянный купол «Метрополя»… Благодаря его усилиям сохранился архитектурный памятник XV века — минарет знаменитого медресе в Самарканде. Башня сильно накренилась после землетрясения и могла упасть. В 1932 году был объявлен конкурс проектов спасения башни, и Шухов стал не только победителем конкурса, но и руководителем работ по выпрямлению минарета с помощью своеобразного коромысла. Сам Владимир Григорьевич говорил: «Что красиво смотрится, то прочно. Человеческий взгляд привык к пропорциям природы, а в природе выживает то, что прочно и целесообразно».

Конец жизни 85-летнего инженера был трагичен. В век электричества Владимир Григорьевич погиб от пламени опрокинутой на себя свечи. Погубила привычка пользоваться после бритья крепким «тройным» одеколоном, обильно смазывая им лицо и руки… Обожжённой оказалась треть тела. Пять дней он прожил в страшных мучениях, а на шестой, 2 февраля 1939 года, скончался. Родные вспоминали, что до конца дней он сохранял свойственное ему чувство юмора, во время перевязок приговаривая: «Погорел академик»… Владимир Григорьевич Шухов похоронен на Новодевичьем кладбище.

В 1999 году знаменитый английский архитектор Норман Фостер за сетчатые перекрытия двора Британского музея получил титул почётного пэра и лорда. При этом он всегда открыто признавал, что вдохновлялся в своей работе шуховскими идеями. В 2003 году на выставке «Лучшие конструкции и сооружения в архитектуре XX века» в Мюнхене был установлен позолоченный макет шуховской башни.

Елена Шухова пишет: «При всей уникальности своего дарования Шухов являлся сыном своего времени — той короткой и безвозвратно ушедшей эпохи, о которой русский мыслитель сказал: ″Мы переживаем конец Ренессанса, изживаем последние остатки той эпохи, когда отпущены были на свободу человеческие силы и шипучая игра их порождала красоту…″ Эти слова Н. А. Бердяева, сказанные им в 1917 году, привычно связываются в нашем сознании с Серебряным веком, расцветом искусства, литературы, философской мысли, но их с полным правом можно отнести и к технике того времени. Тогда культура и научно-техническая сфера жизни не стали ещё так трагически разобщены, как сегодня, инженер не был узким специалистом, слепо ограниченным сферой и интересами своей специальности. Он представлял собою в полном смысле слова ″ренессансного человека″, открывавшего новый мир, обладавшего ″симфоническим″, по определению Шухова, мышлением. Тогда техника представала жизнестроительным началом, была мировоззренческим обретением: казалось, что она есть не только способ решения стоящих перед человеком практических задач, но и творящая духовные ценности сила. Тогда ещё казалось, что она-то и спасёт мир»…

Неполная «азбука» изобретений Шухова

А — всем знакомые авиационные ангары;

Б — баржи нефтеналивные, ботопорты (огромные гидротехнические затворы);

В — воздушно-канатные дороги, столь популярные на горнолыжных курортах Австрии и Швейцарии; первые в мире висячие металлические перекрытия цехов и вокзалов; водонапорные башни; водопроводы в Москве, Тамбове, Киеве, Харькове, Воронеже;

Г — газгольдеры (газохранилища);

Д — доменные печи, высотные дымовые трубы из кирпича и металла;

Ж — железнодорожные мосты через Енисей, Оку, Волгу и другие реки;

З — землечерпалки;

К — котлы паровые, кузнечные цехи, кессоны;

М — мартеновские печи, мачты электропередачи, меднолитейные цехи, мостовые краны, мины;

Н — нефтяные насосы, позволившие добывать нефть с глубины 2—3 км, нефтеперегонные установки, первый в мире нефтепровод длиной 11 км;

П — пакгаузы, специально оснащённые порты;

Р — первые в мире гиперболоидные радиобашни;

Т — танкеры, трубопроводы;

Ш — шпалопрокатные заводы;

Э — элеваторы, в том числе «миллионники».

Комментарии к статье

1. Из записных книжек В. Г. Шухова. Личный архив Шухова. Фонд «Шуховская башня».

2. Личный архив В. Г. Шухова. Фонд «Шуховская башня».

3. Шухова Е. Труды и дни инженера В. Г. Шухова // Наше наследие. – 2004. № 70.

4. Отчёт о деятельности Политехнического общества за 1903 год. Протокол от 8 апреля. — М., 1904.

5. Худяков П. К., Шухов В. Г. Путь к Цусиме. Примечание. — М., 1907.