

А К А Д Е М И Я Н А У К С С С Р



РЕДКОЛЛЕГИЯ СЕРИИ «НАУЧНО-БИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА»
И ИСТОРИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ
ИНСТИТУТА ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ АН СССР
ПО РАЗРАБОТКЕ НАУЧНЫХ БИОГРАФИЙ ДЕЯТЕЛЕЙ
ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ:

*Л. Я. Бляхер, А. Т. Григорьян, Б. М. Кедров,
Б. Г. Кузнецов, В. И. Кузнецов, А. И. Купцов,
Б. В. Левшин, С. Р. Микулинский, Д. В. Ознобишин,
З. К. Соколовская (ученый секретарь), В. Н. Сокольский,
Ю. И. Соловьев, А. С. Федоров (заместитель председателя),
И. А. Федосеев (заместитель председателя), Н. А. Фигуровский
(заместитель председателя), А. П. Юшкевич,
А. Л. Яншин (председатель), М. Г. Ярошевский*

Е. Н. Ракчеев

**Дмитрий Иванович
ЖУРАВСКИЙ**

1821—1891

Ответственный редактор
доктор технических наук
М. И. ВОРОНИН



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

МОСКВА

1984

Р19 Ракчеев Е. Н. Дмитрий Иванович Журавский, 1821—1891.— М.: Наука, 1984—240 с.

Книга посвящена жизни и деятельности Д. И. Журавского — выдающегося русского инженера и ученого XIX в. в области строительной механики и сопротивления материалов, основоположника научного мостостроения. Рассчитана на научно-технических работников, преподавателей и студентов высших и средних учебных заведений, всех интересующихся развитием отечественной науки и техники.

Рецензенты:

Н. Н. БОГДАНОВ, Э. И. ГРИГОЛЮК, В. И. МОССАКОВСКИЙ

Введение

Возникновение и развитие железнодорожного транспорта поставили перед наукой и техникой целый ряд проблем. К их числу относилась, в частности, проблема перекрытия широких рек и оврагов, проблема мостостроения.

В XVIII и в начале XIX в. мостостроение было эмпирической дисциплиной, методов расчета мостовых конструкций практически не существовало. Разрабатывались только методы расчета балки и арки. Но практическое применение они имели лишь в единичных конструкциях.

Строительство железных дорог потребовало сооружения громадного числа мостов. Значительно увеличилась нагрузка на мост, возросли требования относительно его прочности и жесткости. В мостостроении появляются новые конструкции, которых ранее не было, — трубчатые балки, решетчатые фермы, появляется новый материал — сначала чугун, потом железо и сталь. Новые конструкции и новый материал лишают инженеров возможности опереться на ранее накопленный опыт строительства. Это вынуждает их прибегнуть к экспериментам и расчету. Так возникает строительная механика сооружений. Масовость строительства мостов и ответственность этих сооружений приводят к проникновению расчета во все проекты. Расчет становится обязательным элементом проекта мостовой конструкции.

В создании методов расчета мостовых конструкций одно из видных мест принадлежит замечательному русскому инженеру и ученому Дмитрию Ивановичу Журавскому.

Окончивший Институт корпуса инженеров путей сообщения (ныне Ленинградский институт инженеров железнодорожного транспорта им. академика В. Н. Образцова), учившийся непосредственно у М. В. Остроградского и его учеников, Д. И. Журавский «впитал» девиз передовой русской школы механики — решение практически важных задач с помощью самой высокой теории. Работая на строительстве первой в России магистральной железной

дороги Петербург — Москва (1842—1851 гг.), Д. И. Журавский впервые определил усилия, которые действуют в элементах фермы Гау, примененной для мостов этой дороги. Он дал расчет фермы не только при действии статической нагрузки, но и при действии подвижной нагрузки. Он произвел также расчет фермы, лежащей на многих опорах (неразрезной фермы). В своих исследованиях Д. И. Журавский охватил многие проблемы строительной механики, над которыми потом работали ученые в течение нескольких десятилетий. Его работы продолжили в России его ученики и современники Ф. К. Хржановский, А. С. Рехневский, В. Д. Августинович и др.

На основании выполненного расчета, который сопровождался экспериментальной проверкой на моделях ферм, Журавский установил размеры элементов фермы и внес в нее ряд конструктивных изменений, что и было учтено в мостах через реки Веребью, Мсту, Волхов и др. Выработанные им нормы допускаемых напряжений использовались в строительстве деревянных мостов в России в течение 50 лет.

Таким образом, Журавский заложил научные основы мостостроения. Вместе с П. П. Мельниковым и С. В. Кербедзом он положил начало русской школе мостостроения, давшей таких замечательных представителей, как Н. А. Белелюбский, Л. Д. Проскураков, Г. П. Передерий, Е. О. Патон.

Существенный вклад внес Д. И. Журавский в теорию сопротивления материалов. Он установил, что при изгибе балки в ее продольных сечениях возникают касательные напряжения, и вывел формулу, носящую его имя, для вычисления этих напряжений. Далее он исследовал направления наибольших растягивающих и сжимающих напряжений («косых напряжений») в балке со сплошной стенкой и провел оригинальные опыты над выпучиванием балок со сплошной и подкрепленной стенками.

Петербургская академия наук высоко оценила научные достижения Д. И. Журавского в области строительной механики и сопротивления материалов, наградив его полной Демидовской премией (1855 г.).

Большую известность получила работа Д. И. Журавского по перестройке шпиля Петропавловского собора в Петербурге. В 1857—1858 гг. вместо прежнего деревянного шпиля, пришедшего в ветхость, по проекту и под руководством Д. И. Журавского был возведен металлический

пшиль, состоящий из решетчатого железного каркаса и медной обшивки.

В 1870 г. при восстановлении после пожара Мстинского моста Д. И. Журавский предложил оригинальную конструкцию подмостей, позволивших перекрыть большой пролет без промежуточных опор и восстановить мост в сложных зимних условиях.

Более 30 лет протекала инженерно-административная деятельность Д. И. Журавского в ведомстве путей сообщения. Он был членом от правительства и вице-президентом совета управления Главного общества российских железных дорог, директором Департамента железных дорог и начальником техническо-инспекторского комитета, и, наконец, он был первым председателем технического отдела совета Министерства путей сообщения. Ему принадлежала руководящая роль в решении многих технических проблем железнодорожного транспорта: усилении провозной способности железных дорог, обеспечении железных дорог отечественными материалами, испытании стальных рельсов при приеме и пр.

При организации Русского технического общества в 1866 г. Д. И. Журавский был избран председателем строительного отдела и, находясь на этом посту почти 10 лет, оказал большое влияние на деятельность этого общества. Он был горячим патриотом России и высоко ставил обязанности инженера в деле ее развития.

Имя Д. И. Журавского прочно вошло в историю сопротивления материалов, строительной механики, мостостроения, строительной и транспортной науки и техники. Его труды неоднократно исследовались советскими и зарубежными учеными разных специальностей. Однако монографического исследования до сих пор не было.

В настоящей работе дан обзор жизни, научной, инженерно-административной и общественной деятельности выдающегося русского инженера и ученого, причем главное внимание уделяется его трудам в области строительной механики и сопротивления материалов.

Часть первая

Инженерная и административная деятельность

Глава 1

Годы учебы

Дмитрий Иванович Журавский родился 17 декабря 1821 г.¹ в селе Белом Щигровского уезда Курской губернии в поместье родных его матери Любови Дмитриевны.

Предки Д. И. Журавского со стороны отца принадлежали к небогатой украинской казачьей старшине². Его прадед Сидор Журавский в течение 30 лет был сотником Мринской сотни Нежинского полка и при отставке в 1782 г. был награжден чином бунчукового товарища. Права сотней, он нажил себе небольшое имение, а в 1784 г. выхлопотал потомственное дворянство. Дед Журавского Василий Сидорович служил возным в той же Мринской сотне и при отставке в 1784 г. получил чин полкового писаря.

Отец Д. И. Журавского Иван Васильевич начал службу в Белозерском мушкетерском (пехотном) полку. Во время наполеоновских войн в 1805 г. принял участие в экспедиции на кораблях по Балтийскому морю до острова Рюген и далее в походе через Померанию, Мекленбург, Ганноверские владения, Пруссию в Россию. Неоднократно участвовал в сражениях с французами и был награжден орденом Св. Анны 3-й степени. В 1810 г. он уволился от службы по болезни в чине штабс-капитана.

Детство Д. И. Журавского прошло в отцовском доме в местечке Мрин, расположенном на реке Остер, в 25 км к западу от Нежина. Восьми лет его привезли в Нежин для поступления в гимназию высших наук князя Безбородко, где уже учились два его старших брата. Он оказался хорошо подготовленным и по результатам экзамена

¹ Здесь и далее все даты указаны по старому стилю.

² ЦГИА СССР, ф. 1343, оп. 21, д. 2515; Лазаревский А. М. Описание старой Малороссии: Материалы для истории заселения, землевладения и управления. Киев, 1893, т. II. Полк Нежинский, с. 97, 98.

Мог бы быть принят в 3-й класс. Однако по молодости лет его определили во 2-й класс, где уже учился его брат Николай, который был старше его на два года.

Нежинская гимназия высших наук была привилегированным учебным заведением. По сравнению с губернскими гимназиями она обладала определенными правами и преимуществами. Ее воспитанники при поступлении на военную и гражданскую службу пользовались правом студентов университетов. Как и выпускники университетов, они освобождались от испытания при производстве в высшие чины³.

Главное место в системе преподаваемых в гимназии наук занимали дисциплины гуманитарные и юридические. Не давая какой-либо определенной специальности, гимназия готовила кадры для местного чиновничества. Обучение в гимназии продолжалось 9 лет и делилось по трелетиям на три цикла. Последний, высший цикл приравнивался к лицейскому, или университетскому.

Первые директора гимназии В. Г. Кукольник и И. С. Орлай, люди разносторонне образованные и прогрессивных воззрений, определили довольно высокий уровень преподавания в гимназии. Ряд профессоров гимназии обладали глубокими и разносторонними знаниями, они стремились внести живую струю в казенщину и схоластику преподаваемых в ней наук. Среди первых воспитанников гимназии мы встречаем имена Николая Васильевича Гоголя, литераторов Е. П. Гребенки, Н. В. Кукольника, юриста, профессора Московского и Петербургского университетов П. Г. Редкина и др.

В конце 20-х годов в гимназии возникло «дело о вольнодумстве» некоторых профессоров⁴. Слух о «вольнодумстве» в Нежинской гимназии дошел до III отделения и Министерства народного просвещения. Царское правительство незамедлило принять меры. В ноябре 1830 г. после ревизии гимназии некоторые ее преподаватели были отстранены от должности «за вредное на юношество влияние» и высланы под присмотр полиции.

Таким образом, вскоре после поступления Д. И. Журавского в гимназию она лишилась лучших своих учителей, а в 1832 г. была преобразована в физико-математический лицей. Правящие круги недоверчиво относились к

³ Сборник постановлений по Министерству народного просвещения. 2-е изд. СПб., 1875, т. 1, стб. 1819, 1835.

⁴ См. подробнее: *Машинский С. И.* Гоголь и «дело о вольнодумстве». М., 1959.

«политической доброкачественности наук гуманных и социально-политических» и сочли более «безопасным» заменить их физико-математическими науками⁵. 7 октября 1832 г. был утвержден устав лицея⁶. В нем создавались шесть кафедр: чистой математики, прикладной математики, физики, химии и технологии, естественной истории и объединенная кафедра русской словесности и русской истории и статистики. На все эти кафедры были назначены профессора. Кроме того, были определены два лектора для французской и немецкой литературы. Из гимназических классов были оставлены только три высших класса; средние и младшие были преобразованы.

В 1835 г. в лицей прибыл новый директор Х. А. Экеблад. Воспитанник Медико-хирургической академии, он до лицея был профессором Харьковского университета, где проявил себя не только блестящим лектором, но и самоотверженным врачом в борьбе с холерой в 1831 г. «Строгий ревнитель служебных порядков... Экеблад прежде всего улучшил внешнюю сторону заведения, начиная с самого здания и кончая учащимися. Аккуратность везде завелась чисто немецкая, на поведение учеников и студентов обращено было самое строгое внимание, выработаны были точные правила надзора за поведением — одним словом, воспитательно-дисциплинарная часть приведена была в лучший порядок»⁷.

Среди профессоров лицея выделялся профессор чистой математики К. Я. Купфер. Доктор философии Дерптского университета, известный своими работами по алгебре, и как издатель первого на русском языке «Учебного математического журнала» (Ревель, 1833—1834 гг.), Купфер и в Нежиге продолжал заниматься научной работой. В 1836 г. в «Ученых записках Московского университета» была помещена его работа «О решении числовых уравнений», в которой приводится оригинальный способ вычисления корней алгебраических уравнений⁸.

Как математик Купфер пользовался большим авторитетом в лицее, но как преподаватель он, очевидно, не

⁵ *Сребницкий И. А.* Лицей князя Безбородко.— В кн.: Гимназия высших наук и лицей князя Безбородко. 2-е изд. СПб., 1881, с. 110. (Далее: Гимназия...).

⁶ Сборник постановлений по Министерству народного просвещения. СПб., 1875, т. 2, стб. 490—495.

⁷ Гимназия..., с. 113 (статья И. А. Сребницкого).

⁸ О работах К. Я. Купфера по алгебре см.: *Сушкевич А. К.* Материалы по истории алгебры в России.— Ист.-мат. исслед., М.; Л., 1951, вып. 4, с. 291, 293—295.

смог установить контакт со своими слушателями. Один из его учеников, К. М. Сементовский, который учился на год позже Д. И. Журавского, вспоминал о нем: «При обширных и глубоких познаниях в науках математических Купфер был не по силам нам, своим слушателям, плохо подготовленным к пониманию высших отделов чистой математики, назначенных к преподаванию в лицее». С другой стороны, он плохо знал русский язык. «От этих двух причин успехи наши у Купфера были вообще неудовлетворительны и слушатели предпочитали свободные, бойкие и ближе приуроченные к нашим познаниям лекции К. А. Будзынского, профессора по кафедре прикладной математики. Тем не менее, однако же, благородная личность Купфера осталась глубоко запечатленной в наших воспоминаниях. Как ни мало мы были развиты, умели, однако же, понять и оценить его безграничную любовь к науке, его высокие нравственные правила, так как он действительно осуществлял собою идеал ученого, всей душою преданного своему делу»⁹. К. Я. Купфер недолго преподавал в лицее. Приводя в порядок библиотеку лицея после пожара, он проводил по несколько часов в нетопленном помещении, простудился и умер 11 января 1838 г.

Профессор прикладной математики К. А. Будзынский проработал в лицее с 1834 по 1838 г. Он окончил в 1826 г. физико-математический факультет Виленского университета со степенью кандидата философии. В 1836 г. в Киевском университете получил степень магистра. До назначения в лицей он служил старшим учителем физики и математики в Житомирской гимназии. «Константин Андреевич,— вспоминал позднее Д. И. Журавский,— был профессором наиболее любимым и уважаемым студентами лицея, что я могу засвидетельствовать как бывший его слушатель... Хороший выбор руководств и особенно ясность изложения делали его лекции драгоценными для слушателей. Наш известный профессор П. И. Собко говорил мне, что он прочным началом познаний своих в математических науках обязан Константину Андреевичу, и с особенным удовольствием вспоминал всегда его лекции дифференциального исчисления»¹⁰. В 1838 г., по распоряжению министра просвещения Будзынский был внезапно уволен со службы «за беспокойное поведение и неуважение к начальству»¹¹. В 1839 г. он поступил наставни-

⁹ Гимназия..., с. 274.

¹⁰ Там же, с. 232—233.

¹¹ Там же, с. 114.

ком-наблюдателем и преподавателем математики в Лесной и межевой институт, где и проработал не менее 20 лет.

Записи лекций профессоров лицея, к сожалению, не сохранились. Ежегодные программы преподавания показывают, что «преподавание естественно-математических наук в лицее вполне соответствовало тогдашнему состоянию этих наук в России и что профессора владели с полной авторитетностью своими предметами. Преподавание отличалось достаточной обширностью и происходило по лучшим руководствам — русским и частью иностранным»¹².

Однако физико-математический лицей не пользовался успехом у местного дворянства. Все меньше и меньше детей поступали учиться в это учебное заведение, а в 1839 г. и вовсе не оказалось желающих поступить на первый курс. Поэтому в следующем году лицей был преобразован в юридический. В 1875 г. на его базе был создан Историко-филологический институт. Сейчас в этом здании помещается Нежинский педагогический институт имени Н. В. Гоголя.

Д. И. Журавский учился в лицее прилежно. С ранних лет он проявил особенную склонность к математике. Пробуждением в нем этой склонности, как говорил сам Дмитрий Иванович¹³, он был обязан своему старшему товарищу по лицей Николаю Ильичу Миклухе (отцу известного путешественника и ученого Н. Н. Миклухо-Маклая), который был дружен с его старшим братом Петром и часто приезжал к Журавским в гости в местечко Мрин. Благодаря интересу к науке и хорошим преподавателям Д. И. Журавский получил в лицее прочные знания по математике. В 1838 г. он окончил лицей. Его имя, как наиболее отличившегося воспитанника, стоит первым в списке выпускников этого года.

После окончания лицея Д. И. Журавский получил право на чин XIV класса и отправился в Петербург «для приискания места». Большинство выпускников лицея служило на военной или гражданской службе. Оба старших брата Журавского служили в комиссариатском департаменте военного министерства. Но Журавский не пошел по их стопам. Он поступил учиться в Институт инженеров путей сообщения. Как указывает его первый биограф Н. В. Гербель, лично знавший Д. И. Журавско-

¹² Там же.

¹³ Там же, с. 391.

го, его привлекли в это высшее учебное заведение «славные имена академиков Остроградского, Гесса, Купфера и Буняковского, бывших тогда профессорами института»¹⁴. По всей вероятности, в этом сказалась склонность Журавского к точным наукам, а также влияние его старших товарищей по лицу П. И. Собко и Н. И. Миклухи, которые уже учились в институте.

Институт инженеров путей сообщения был первым в нашей стране и одним из первых в мире транспортным высшим техническим учебным заведением. Он был создан в 1809 г. для подготовки инженеров для ведомства путей сообщения и сыграл впоследствии выдающуюся роль в формировании отечественных кадров в области транспорта и строительства.

В начале XIX в. царское правительство вынуждено было обратить внимание на состояние транспортных средств в стране. Развитие промышленности и сельского хозяйства, рост городов, внутренней и внешней торговли, военные передвижения с каждым годом все острее выдвигали вопрос о коренном улучшении средств сообщения. В 1809 г. было создано Управление водяными и сухопутными сообщениями (переименованное в 1820 г. в Главное управление путей сообщения), учрежден корпус инженеров путей сообщения «для производства инженерных работ в государстве» и при нем основан Институт инженеров путей сообщения.

В 1820 г. при Институте инженеров путей сообщения были учреждены военно-строительная школа и школа кондукторов путей сообщения. Первая готовила техников, которые были бы в состоянии производить работы по возведению сухопутных и гидротехнических сооружений и гражданских зданий. Вторая имела назначение готовить десятников, мастеров, чертежников, писцов для ведомства путей сообщения.

Корпус инженеров путей сообщения находился на военном положении, все инженеры имели воинские звания. Путьский институт выпускал инженеров с воинским званием поручика для прохождения службы в Корпусе инженеров путей сообщения. В 30-е годы XIX в. Институт корпуса инженеров путей сообщения был закрытым учебным заведением, организованным по образцу военных кадетских корпусов¹⁵. Его воспитанники (так официально

¹⁴ Там же.

¹⁵ Ленинградский институт инженеров железнодорожного транспорта, 1809—1959. М., 1960, с. 14.

именовались тогда студенты института) делились на роты, отделения и капральства, имели воинские звания и носили военную форму. Институт состоял из шести классов: старший класс — I — подпоручики, II класс — прапорщики, III — портупей-прапорщики, IV, V и VI — кадеты. Четыре младших класса составляли строго закрытое заведение, «так что никогда никто и ни под каким предлогом не мог проводить ночь вне заведения»¹⁶. Офицеры жили на «вольных» квартирах. В учебный план института входили военные предметы и даже фронтовое обучение. Новичков обучали фронтовой службе два с половиной часа ежедневно. Они должны были пройти всю «школу трех учебных шагов», изучить ружейные приемы, нести караульную службу.

Д. И. Журавский поступил в институт кадетом 1 сентября 1839 г. «на собственное содержание». Как окончивший физико-математический лицей он был принят сразу в III класс. После прохождения фронтовой службы в мае 1840 г. ему было присвоено звание портупей-прапорщика.

Режим дня в институте был составлен таким образом, что две главные лекции читались в первой половине дня (с 8.30 до 2 часов) с перерывом для черчения проектов, планов, эюр и пр. и для отдыха. Вечером, с 5 до 8 часов, читались лекции по второстепенным предметам или (главным образом) проводились репетиции. Так назывались занятия, на которых младшие преподаватели, репетиторы, экзаменовали учащихся по текущему материалу. За ответы на репетициях выставлялись оценки по десятибалльной системе, которые затем учитывались при переводе в старший класс наряду с результатами полугодовых и годовых экзаменов. Благодаря хорошо поставленной системе репетиций достигалась систематическая работа учащихся в течение года.

В первые годы после открытия института, в 1810 г., преподавание в нем вели академики С. Е. Гурьев, В. И. Висковатов, профессор Д. С. Чижев, а также приглашенные французские ученые П. П. Базен, А. Я. Фабр, К. П. Потье. В 1820 г. к ним присоединились Г. Ламе и Б. Клапейрон. Преподавание велось большей частью на французском языке. Но вскоре в институте организовались преподавательские кадры из числа воспитанников института.

¹⁶ Панаев В. А. Воспоминания. — Рус. старина, 1893, т. 80, октябрь, с. 63.

С 1836 г. во главе института стояли его питомцы: директором был инженер А. Д. Готман (первый выпускник первого выпуска, 1813 г.), помощником директора по учебной части — профессор Я. А. Севастьянов, первый русский профессор по начертательной геометрии. В частности, они перевели все преподавание в институте с французского языка на русский. Прощаясь в 1843 г. с институтом, профессор Я. А. Севастьянов вспоминал: «Если бы семь лет тому назад в институт слетел ангел с неба, то он подумал бы, что попал во Францию: по-французски шло преподавание, издавались руководства, велась переписка. Теперь все изменилось. Русский язык здесь в Институте занял то положение, которое он должен иметь; эта замена одного языка другим отнюдь не уменьшила и не уменьшит того значения, которое принадлежит институту, и наука осталась и останется на подобающей ей высоте»¹⁷.



М. В. Остроградский

Преподавание теоретических дисциплин было поставлено в институте на высоком научном уровне. Лекции по главным предметам читались выдающимися учеными. Дифференциальное и интегральное исчисление читал академик В. Я. Буняковский, аналитическую механику — академик М. В. Остроградский, физику и химию — академики А. Я. Купфер и Г. И. Гесс.

Большой популярностью среди учащихся пользовались лекции выдающегося математика и механика Михаила Васильевича Остроградского. Инженер В. А. Панаев, окончивший институт в 1844 г., вспоминал об этом: «Все серьезно занимавшиеся молодые люди ждали всегда лекции Остроградского с лихорадочным нетерпением, как манна небесной. Слушать его лекции было истинным наслаждением, точно читались нам высоко поэтические произве-

—

¹⁷ *Житков С. М.* Биографии инженеров путей сообщения. СПб., 1899, вып. 1, с. 93.

дения. Он был не только великий математик, но, если можно так выразиться, и философ-геометр, умевший поднимать дух слушателя. Ясность и краткость его изложений были поразительны; он не мучил выкладками, а постоянно держал мысль слушателя в напряженном состоянии относительно сущности вопроса. Всеми мерами он старался, чтобы слушатели следили за ним и могли понимать его: для этого, когда какой-нибудь вопрос обнимал несколько лекций, он начинал всегда с резюме всего уже высказанного о вопросе в прежних лекциях и затем уже шел далее...»¹⁸.

Материал лекций подсказывал Остроградскому темы для научного творчества, и он включал в них частично свои научные достижения. Так в «Лекциях по аналитической механике», читанных в Институте инженеров путей сообщения и изданных в 1836 г., он впервые излагает общую теорию движения и равновесия для систем с неустойчивыми связями, которая явилась предметом его мемуара, представленного в Академию наук в 1834 г. Из материала лекций по механике родилась статья Остроградского «О равновесии веревочного многоугольника и гибкой нерастяжимой нити»¹⁹. Высокую математическую теорию М. В. Остроградский стремился сочетать с наиболее важными практическими приложениями. По поводу курса механики, читаемого в Институте инженеров путей сообщения, М. В. Остроградский писал в 1853 г.: «Теоретическая часть аналитической механики преподается в институте с достаточной полнотой, причем излагаются главные и простейшие ее приложения в таком объеме, что дальнейшее развитие этих приложений, относящихся к практической механике и строительному искусству, не представляло бы никакого затруднения»²⁰.

Память о М. В. Остроградском надолго сохранилась в стенах института. В официальном приветствии Института инженеров путей сообщения по поводу 100-летия со дня рождения М. В. Остроградского его заслуги отмечались следующими словами: «Своим воздействием на математическое развитие многочисленных учеников среди инже-

¹⁸ Панаев В. А. Воспоминания, с. 79.

¹⁹ Журнал путей сообщения (далее: ЖПС), 1839, т. 2, кн. 2.

²⁰ Инструкция для преподавания математики и механики Института корпуса инженеров путей сообщения, составленная М. В. Остроградским.— В кн.: Михаил Васильевич Остроградский: Пед. наследие. Документы о жизни и деятельности/Под ред. И. Б. Погребыского, А. П. Юшкевича. М., 1961, с. 330.

неров путей сообщения Михаил Васильевич принес огромную пользу серьезной научной постановке инженерного образования и тем самым — развитию инженерного искусства в России»²¹.

Не менее важную роль в теоретической подготовке инженеров путей сообщения сыграли лекции другого замечательного ученого-математика — Виктора Яковлевича Буняковского. Тот же Панаев писал: «Буняковский был блестящим лектором со всех сторон, даже по внешности, имея привлекательную, но строгую наружность, обличающую мыслителя. Он читал с поразительной ясностью и отчетливостью, читал ровно, так что увлечения и вдохновения не замечалось. Он не производил того ошеломляющего впечатления, какое вообще производил Остроградский; но каждому, не менее того, чувствовалось, что перед ним находится огромная величина и сильный вождь. Буняковский был вполне на высоте своей задачи, т. е. открывать впервые слушателям тайнства высшего анализа»²².

Синтетическую, т. е. геометрическую, статику читал профессор И. С. Янушевский, «замечательно талантливый лектор»²³. Он излагал теорию сложения и разложения сил и пар сил, выводил аналитические условия равновесия различных систем сил и затем в качестве приложения рассматривал условия равновесия сил в простых машинах (рычаг, блок, ворот и т. п.). Судя по программе²⁴, курс статики был достаточно полным и учитывал новейшие достижения науки. Влияние этого курса на научную деятельность Д. И. Журавского несомненно.

Курс физики, который читали академик А. Я. Купфер (младший брат профессора Нежинского лицея) и помощник профессора В. С. Глухов, был небольшим по объему и чисто теоретическим. Экспериментальная часть курса была слабо развита. Такой же чисто теоретический характер носило и преподавание химии, которую читал академик Г. И. Гесс.

Основными специальными предметами были курс построений и курс практической механики, которые читали

²¹ Трипольский П. М. В. Остроградский: Празднование столетия дня его рождения. Полтава, 1902, с. 46.

²² Панаев В. А. Воспоминания, с. 407—408.

²³ Там же, с. 407.

²⁴ Институт корпуса путей сообщения. Программа 1842 г. День публичного испытания. Тридцатый выпуск, СПб., 1842, с. 47—51.

профессора М. С. Волков и П. П. Мельников и помощники профессора С. В. Кербедз, Н. Ф. Ястржембский, Н. И. Липин и В. Д. Евреинов.

Курс построений охватывал «те предметы строительного искусства, которые относятся к построению путей сообщения»²⁵. Остановимся подробнее на содержании этого курса, чтобы можно было судить о подготовке Д. И. Журавского по строительной механике. Сохранилось литографированное издание «Курса построений»²⁶, относящееся ко времени обучения Д. И. Журавского в институте.

В первую часть курса, которую читал в III классе преподаватель А. С. Комаров, входили следующие вопросы: предварительные изыскания, материалы, употребляемые в сооружениях, проектирование и производство различного рода работ, в том числе земляные работы, каменные сооружения, фашинные работы, деревянные сооружения, железные и чугунные сооружения, основания каменных зданий. Записи лекций к этой части были составлены М. С. Волковым.

Во II классе курс построений читал помощник профессора Н. Ф. Ястржембский. Ему же принадлежит и текст второй части литографированных записок. Он начинал с краткого изложения теории сопротивления материалов²⁷. Здесь рассматривались основные виды деформаций: сжатие, растяжение, изгиб и кручение, приводились значения модулей упругости и допускаемых напряжений для различных строительных материалов. Из теории изгиба приводились формулы для вычисления стрелы прогиба и допускаемой нагрузки для балки, одним концом вделанной в стену, и для балки, лежащей на двух опорах, при действии простейших нагрузок — сосредоточенной силы и равномерно распределенной нагрузки. Такие же формулы приводились и для простейшей, статически неопределимой задачи: балки, обоими концами вделанной в стены и нагруженной равномерно распределенной нагрузкой. Приводились значения моментов инерции для простейших фигур (прямоугольника, круга) и указывались способы

²⁵ Волков М. С. Предисловие к курсу строительного искусства.— ЖПС, 1842, т. 2, кн. 3, с. 268.

²⁶ Курс строительного искусства, ч. 1—3. Литогр. изд. (Б-ка ЛИИЖТа).

²⁷ Этот раздел почти полностью повторяет главу «О сопротивлении строительных материалов» в учебнике для Технологического института: Ястржембский Н. Ф. Курс практической механики. СПб., 1838, ч. II, с. 193—251.

их вычисления для более сложных сечений. Кроме того, давалось решение задачи о форме консольной балки равного сопротивления, предлагались некоторые формулы для случая продольного изгиба и, наконец, выводились формулы для определения толщины поддерживающей стены. В целом теоретический уровень этого раздела был невысок, большинство формул сообщалось без вывода. Однако общее направление курса на расчет по допускаемым напряжениям было прогрессивным.

Дальнейшее содержание второй части курса построений касалось строительства дорог и различного рода мостов. Здесь давалось весьма подробное описание каменных, деревянных и чугунных мостов и способов их строительства. Приводилось также описание американских деревянных мостов из досчатых ферм (система Тауна). Вопросам расчета элементов мостовых сооружений уделялось сравнительно мало внимания — строительная механика находилась еще в зачаточном состоянии.

В выпускном классе курс построений читал профессор М. С. Волков; он излагал раздел «Водяные и морские сообщения». Раздел «Построение железных дорог» читал помощник профессора Н. И. Липин.

Важным специальным предметом был также курс практической (прикладной) механики, который вел профессор П. П. Мельников. Он включал в себя элементы теории машин, гидравлику, теорию и описание гидравлических и паровых машин, описание пароходов и паровозов, а также отдельных механизмов, применявшихся в то время на строительных работах.

Профессора Волков и Мельников старались включать в читаемые курсы новейшие достижения науки и техники, для чего широко пользовались материалами своих командировок за границу. Мельников придавал большое значение увязке программы своего курса с теоретической механикой и высшей математикой, преподаваемых М. В. Остроградским и В. Я. Буняковским. По этому поводу он писал: «С Остроградским я был в довольно близких отношениях. Мы сходились в одни часы в Институте путей сообщения для преподавания: он — рациональной механики в классе прапорщиков, а я — прикладной механики в классе подпоручиков. Самые предметы преподавания вынуждали нас взаимным объяснениям для согласования наших курсов»²⁸.

²⁸ Мельников П. П. Сведения о русских железных дорогах/Публ. М. Крутикова.— Красный архив, 1940, т. 2(99), с. 142.

Благодаря деятельности профессоров М. С. Волкова, П. П. Мельникова и их помощников институт смог подготовить к началу строительства железной дороги Петербург — Москва немалое число высококвалифицированных инженеров по строительству железных дорог. «И смело можно сказать, — с гордостью писал выпускник института 1839 г. В. А. Киприянов, — что... русские инженеры как строители оказались более сведущие, чем инженеры иностранные, нахлынувшие в Россию первоначально по призыву Главного общества железных дорог»²⁹.

В рассматриваемое время все курсы, читаемые в институте, были обеспечены учебными пособиями, составленными преподавателями института. Воспитанники института имели возможность пользоваться печатным руководством по начертательной геометрии Я. А. Севастьянова, «Курсом практической механики» Н. Ф. Ястржембского, литографированными записями лекций по аналитической механике М. В. Остроградского, по дифференциальному и интегральному исчислению В. Я. Буняковского, литографированными записками по строительному искусству М. С. Волкова и Н. Ф. Ястржембского, по устройству и проектированию железных дорог Н. И. Липина, по прикладной механике и гидравлике П. П. Мельникова и др.

Учеба Д. И. Журавского в институте протекала успешно. В 1840 г. он окончил III класс института и 24 июля был произведен в прапорщики (младший офицерский чин). Его имя стоит четвертым в списке воспитанников, составленном в соответствии с их успехами в учении (всего в списке 65 человек).

В 1842 г. Д. И. Журавский окончил институт и 9 июня был произведен в поручики. Его имя как кончившего первым было занесено на мраморную доску института. В тот же день, 9 июня, приказом по корпусу путей сообщения Д. И. Журавский был назначен в III округ путей сообщения. Однако через полтора месяца, 24 июля 1842 г., он был направлен в распоряжение строительной комиссии С.-Петербургско-Московской железной дороги с зачислением в резерв Главного управления.

²⁹ [Киприянов В. А.] К воспоминаниям о корпусе инженеров путей сообщения и его институте. — В кн.: Очерки: Из записок В. А. К. М., 1882, вып. 1, с. 199.

Глава 2

Петербургско-Московская железная дорога

Строительство железных дорог в нашей стране тогда фактически только начиналось, хотя отдельные попытки введения рельсового транспорта имели место значительно ранее. В 1806—1810 гг. замечательный русский техник Петр Кузьмич Фролов построил для перевозки руды на Змеиногорском руднике на Алтае рельсовую чугунную дорогу с конной тягой протяжением 1867 м. В 1833—1834 гг. механики Ефим Алексеевич и Мирон Ефимович Черепановы на территории Нижне-Тагильского завода построили первую русскую железную дорогу с паровой тягой протяженностью 854 м. Но эти железные дороги имели местное, заводское значение.

Развитие промышленности, сельского хозяйства и торговли требовало устройства более совершенных путей сообщения. С начала 30-х годов XIX в. в печати поднимается вопрос о целесообразности сооружения в России широкой сети железных дорог, необходимых не только для местных, но и для дальних перевозок грузов и пассажиров. В 1830 г. в газете «Северный муравей» со статьей «О железных дорогах и преимуществах их над обыкновенными дорогами и каналами» выступил профессор физики Петербургского университета Н. П. Щеголов. Он доказывал необходимость скорейшего сооружения рельсовых дорог в России, которые способствовали бы экономическому развитию страны, и предлагал построить рельсовую дорогу между Петербургом и Тверью. Позднее, в 1834—1835 гг., появился целый ряд проектов устройства железных дорог в России¹.

Серьезно интересовались строительством железных дорог и ученые Института инженеров путей сообщения. В 1830 г. институт командировал в Англию профессора Г. Ламе «для подробного исследования и описания всех достопримечательных сооружений по части путей сообщения». Ламе осмотрел Ливерпуль-Манчестерскую железную дорогу. В своем отчете он подробно описал эту дорогу, и в частности привел описание паровоза «Раке-

¹ Эти проекты подробно рассмотрены в кн.: *Виргинский В. С.* Возникновение железных дорог в России до начала 40-х годов XIX века. М., 1949.

та» Д. Стефенсона. В своих выводах ученый утверждал, что железные дороги будут «активно функционировать везде и в любое время года» и что они по скорости езды выгоднее шоссейных дорог и дают «большую экономию, чем позволяет получить водный путь». Отсюда он делал вывод, что «преимущества новой системы настолько велики, что не приходится и задумываться относительно ее целесообразности и в других странах»².

Отчет Г. Ламе обсуждался в комиссии проектов и смет Главного управления путей сообщения, но комиссия не нашла возможности «ввести новую сию систему в России, где существует выгодный зимний путь, летом же служат к тому значительное число каналов, четыре моря, несколько хорошо устроенных дорог, много озер и судоходных рек»³.

Вопреки отрицательному отношению руководства ведомства путей сообщения к строительству железных дорог в России Г. Ламе в начале 1831 г. выступил в институте с чтением публичных лекций «О железных дорогах в Англии». Профессор института Б. Клапейрон делает в эти годы попытку ввести в курс построений сведения о железных дорогах. Во всяком случае, в программе для публичного испытания воспитанников института за 1832 г., составленной Б. Клапейроном, в разделе «Избранные проекты из составленных по окончании курса построений» на первом месте стоит тема «Железная дорога»⁴.

Передовые русские инженеры, преподаватели института, стремились ознакомить своих слушателей с новым, прогрессивным видом транспорта. С осени 1835 г. по инициативе М. С. Волкова в курсе построений читался новый раздел «О построении железных дорог»⁵. С 1831 г. П. П. Мельников излагал в курсе практической механики устройство паровых машин и их приложение к железным дорогам, а в 1835 г. он опубликовал книгу «О железных дорогах», которая послужила учебным пособием по этому разделу курса практической механики. В 1840 г. в «Журнале путей сообщения» были опублико-

² Ленинградский институт инженеров железнодорожного транспорта, 1809—1959. М., 1960, с. 34.

³ Там же.

⁴ *Виргинский В. С.* Возникновение железных дорог в России. М., 1949, с. 98.

⁵ Ленинградский институт инженеров железнодорожного транспорта, с. 26.

ваны лекции о железных дорогах, которые читал Н. И. Липин в институте с 1838 г.

Тормозом в развитии нового вида транспорта в нашей стране являлось наличие феодально-крепостнического строя и враждебная оппозиция бюрократического аппарата царизма во главе с Комитетом министров к строительству железных дорог⁶. Активными противниками железнодорожного строительства были главноуправляющие путями сообщения герцог А. Виртембергский, граф К. Ф. Толь, министр государственных имуществ П. Д. Киселев, министр финансов Е. Ф. Канкрин. Своего рода «теоретиком» этой группы реакционеров выступил видный чиновник путейского ведомства, советник герцога Виртембергского генерал-майор М. Дестрем. В 1831 г. им была прочитана в институте лекция «О неприменимости железных дорог к средствам и потребностям России». В том же году под смягченным заглавием эта лекция была опубликована в редактируемом М. Дестремом «Журнале путей сообщения» и вышла отдельным изданием⁷. Дестрем доказывал, что в России при наличии широкой сети судоходных рек и каналов, низкой плотности населения и суровом климате невыгодно строить железные дороги и гораздо выгоднее возводить судоходные каналы. Выступление Дестрема получило «высочайшее» одобрение и было принято как руководящее указание к действиям путейского ведомства, направленным «на сокращение издержек, потребных на провоз»⁸. В публицистике наиболее убедительным аргументом против постройки железных дорог считалось то, что в России они не смогут работать зимой вследствие уменьшения трения между колесами и рельсами и из-за снежных заносов.

Некоторый перелом в отношении царского правительства к строительству железных дорог в стране произошел под влиянием проектов чешского инженера Ф. А. Герстнера. Герстнер в своих записках к проектам особенно подчеркивал военно-стратегическое значение железных дорог. Это обстоятельство заинтересовало правительство.

⁶ Соловьева А. М. Железнодорожный транспорт России во второй половине XIX в. М., 1975, с. 37.

⁷ Дестрем М. Общие суждения об относительных выгодах каналов и дорог с колеями и приложение выводов к употреблению удобнейшего для России способа перевозки тяжестей.— ЖПС, 1831, кн. 21, с. 1—90.

⁸ Виргинский В. С. Возникновение железных дорог..., с. 82—84.

21 марта 1836 г. Герстнеру была выдана привилегия на строительство железной дороги от Петербурга до Царского села с дальнейшим продолжением ее до Павловска. Почти все необходимые материалы для дороги — рельсы, паровозы, вагоны — Герстнер закупил за границей. Строительство велось без участия русских инженеров.

Дорога была выстроена однопутной с шириной колеи 6 футов (1829 мм). На всей линии было построено 42 деревянных моста с пролетами от 2,13 до 4,26 м и мост через Обводной канал с пролетом 25,6 м. Официальное открытие дороги на участке Петербург—Царское село состоялось 30 октября 1837 г. Длина этого участка составляла 27 км. На всем протяжении от Петербурга до Павловска дорога была открыта 4 апреля 1838 г. Экономического значения она не имела, но показала преимущество нового вида транспорта и доказала возможность работы железных дорог в условиях России. В своем отчете Герстнер писал: «Английские паровозы удовлетворили всех, ибо ходили в 18 градусов мороза, в бурю и дождь, и в ужасную метель... Все были довольны, кроме тех, которые предсказывали, что дорогу занесет снегом»⁹.

Интересы страны выдвигали в то время как первоочередную задачу сооружение железной дороги между Петербургом и Москвой. 7 марта 1841 г. был образован особый комитет для составления предварительного проекта железной дороги от Петербурга до Москвы. Техническая сторона проекта была рассмотрена инженерами путей сообщения П. П. Мельниковым и Н. О. Крафтом. Следует рассказать несколько подробнее об этих замечательных русских инженерах, сыгравших выдающуюся роль в строительстве первой магистральной железной дороги.

Павел Петрович Мельников родился в 1804 г. в семье государственного чиновника¹⁰. С 1818 по 1820 г. он воспитывался в частном пансионе в Москве, в 1821 г. поступил в Военно-строительную школу путей сообщения, которая готовила техников-строителей для путейского ведомства. В 1822 г. в числе лучших воспитанников этой школы Мельников был допущен к слушанию лекций в Институте инженеров путей сообщения. В 1825 г. он за-

⁹ Герстнер Ф. А. Третий отчет об успехах железной дороги из Санкт-Петербурга в Царское село и Павловск. СПб., 1837, с. 11.

¹⁰ Воронин М. И., Воронина М. М. Павел Петрович Мельников. Л., 1977.

кончил институт; его имя как одного из лучших воспитанников было помещено на мраморной доске института. П. П. Мельников был оставлен при институте репетитором по курсу практической механики. В 1831 г. он был утвержден в должности помощника профессора и в 1833 г. — в должности профессора по тому же курсу. За время преподавания Мельников издал уже упоминавшийся выше труд «О железных дорогах» (1835), учебное руководство «Основания практической гидравлики» (1836), литографированные «Записки практической механики» (1838) и опубликовал ряд статей в «Журнале путей сообщения».



П. П. Мельников

Преподавательская деятельность П. П. Мельникова прерывалась частыми командировками для производства изыскательских работ по водным путям сообщения. Приобрел он опыт и как строитель. В 1834 г. под его руководством велись работы по устройству большого деревянного купола (диаметром около 25 м) в Троицком соборе в Петербурге. Эти работы замечательны тем, что велись они без подмостей.

В 1837 г. П. П. Мельников был командирован за границу вместе с инженером С. В. Кербедзом для изучения всех проблем, связанных с практической механикой, в частности ее приложений к механическому транспорту. В Англии он встречался с отцом и сыном Стефенсонами и другими выдающимися инженерами. По возвращении в Россию в 1838 г. П. П. Мельников и С. В. Кербедз написали трехтомный «отчет» о командировке, в котором дали всестороннее описание состояния железнодорожного дела в Западной Европе. В 1839—1840 гг. Мельников изучал железнодорожное строительство и водные пути сообщения в США вместе со своим коллегой по институту Н. О. Крафтом.

Николай Осипович Крафт (1798—1857), сын лейб-медика императора Павла I, окончил Институт инженеров

путей сообщения в 1820 г. Известен как автор проектов по соединению реки Волги с Доном (1826, 1831 гг.). В 1836 г. он был назначен в институт преподавателем по курсу составления технических проектов.

После возвращения из Америки Мельников и Крафт приняли участие в разработке предварительного проекта железной дороги от Петербурга до Москвы «в отношении техническом и расчетах коммерческих». Комиссия с их участием составила подробное донесение правительству, в котором доказывалась несомненная польза сооружения железной дороги, приводились примерные расчеты расходов на строительство и содержание дороги и ожидаемых доходов от провоза товаров и пр. Железную дорогу предполагалось строить сразу двухколейную по кратчайшему направлению, минуя Новгород.

В январе 1842 г. правительство приняло решение о строительстве железной дороги за счет казны¹¹. 1 февраля был издан правительственный указ о создании Комитета Петербурго-Московской железной дороги. Для составления смет и хозяйственных расходов по строительству и непосредственного руководства строительством при комитете была создана строительная комиссия под председательством А. Х. Бенкендорфа и при участии П. А. Клейнмихеля, М. Г. Дестрема, К. В. Чевкина, А. А. Бобринского, Н. О. Крафта и П. П. Мельникова.

11 августа 1842 г., после смерти К. Ф. Толя, на должность главноуправляющего путями сообщения и публичными зданиями был назначен граф П. А. Клейнмихель, и вскоре все дело строительства железной дороги было подчинено ему.

Впервые как «строитель» Клейнмихель проявил себя при восстановлении Зимнего дворца после пожара, происшедшего 17 декабря 1837 г. Основные восстановительные работы были выполнены в необычайно короткие сроки — всего за год. В награду Клейнмихель получил титул графа. В действительности же распорядителем всех работ был замечательный русский архитектор В. П. Стасов, который обладал богатым строительным опытом¹².

Современники рисуют Клейнмихеля чрезвычайно невежественным и малообразованным человеком. Инженер А. И. Дельвиг, близко знавший его, в своих воспоминаниях отмечал, что Клейнмихель к моменту своего назна-

¹¹ Соловьева А. М. Железнодорожный транспорт..., с. 47.

¹² См.: Пиляевский В. И. Стасов-архитектор. Л., 1963, с. 217.

чения «не только не знал о финансовых или технических вопросах по устройству железных дорог, но и по недостатку образования не мог никогда приобрести о них никакого понятия и, сверх того, никогда не видел ни одной дороги. Несмотря на то что Царкосельская железная дорога была открыта около пяти лет, он, часто бывавший у государя в Царском селе, всегда ездил на лошадях. Однако же государь, вероятно убежденный, что «усердие все преодолевает», выбрал главным распорядителем по учреждению дороги Клейнмихеля... Клейнмихель, получив это назначение в Царском селе, немедленно отправился на Царкосельскую станцию железной дороги и тут в первый раз увидел паровозы, вагоны, рельсы и прочие принадлежности дороги»¹³.

Невежество Клейнмихеля дополнялось его свирепостью и бюрократизмом. «Поставленный на должность техническую, сознавая свою техническую неспособность,—вспоминал позднее один из непосредственно подчиненных ему чиновников,—он опасался ошибок, тем более что сам не умел их видеть. В таком положении он полагал свирепостью внушить подчиненным столько страха, чтобы они сами опасались ошибки»¹⁴. В ведомстве Клейнмихеля «ни одна, самая ничтожная и пустая входящая бумага не обходилась без письменного доклада, сопровождаемого справками, законами и заключением. Это строго соблюдалось даже и в отношении таких бумаг, которые просто следовало принять к сведению или приобщить к делу, чего отнюдь не дозволялось без предварительного разрешения главноуправляющего»¹⁵.

П. А. Клейнмихель обычно два раза в год объезжал строившуюся дорогу: летом и поздней осенью, перед закрытием работ. При этом он мирился с распутицей и всеми неудобствами пути. «Это давало ему возможность лично узнавать подчиненных ему людей, наводить на них страх и ужас, которые он считал если не исключительными, то главными рычагами мудрого правления»¹⁶. Он был увлечен требованием гладкой обработки камня, которым облицовывали мостовые быки и устои. Даже крестьяне понимали бесполезность этой работы; по

¹³ Дельви́г А. И. Мои воспоминания. М., 1913, т. 2, с. 20.

¹⁴ Фишер К. И. Записки сенатора.— Ист. вестн., 1908, № 5, с. 460.

¹⁵ Селифонтов Н. Н. К. В. Чевкин.— Рус. старина, 1878, т. 22, № 5, с. 30—31.

¹⁶ [Киприянов В. А.] К воспоминаниям о корпусе инженеров путей сообщения и его институте, с. 212.

словам участника строительства дороги инженера А. И. Штукенберга, они говорили: «Барин, пошто вы так шлифуете камень-то, ведь когда по „чугунке“ поедут господа, никто этого с верху не увидит, а время-то сколько нужно для обработки, да и шлифовать-то даром никто не станет, а „держжава“-то (прочность.—*Е. Р.*) все та же, хоть камень просто околи с лица»¹⁷. Другим коньком графа были тонкие швы в кирпичной кладке, которые он требовал всюду, не понимая, что слишком тонкие прослойки известкового раствора могут не обеспечить прочности кладки. Из-за этого он даже поссорился с известным архитектором К. А. Тоном, который строил вокзал в Петербурге и наотрез отказался делать кирпичную кладку с тонкими швами, за что был уволен от звания инспектора строящихся станционных зданий.

Одновременно с назначением Клейнмихеля были произведены коренные изменения в высших органах, ведавших строительством железной дороги. В августе 1842 г. была упразднена строительная комиссия, а ее функции переданы департаменту железных дорог, образованному в составе Главного управления путей сообщения и публичных зданий. Директором этого департамента был назначен К. И. Фишер, вице-директором — И. Х. Кролль, лица, не имевшие никакого технического образования. При департаменте железных дорог была образована временная техническая комиссия, которая рассматривала все проекты и сметы по железной дороге, поступающие на утверждение главноуправляющего. В состав этой комиссии входили М. Г. Дестрем, П. П. Мельников, Н. О. Крафт, А. Д. Готман, А. П. Девятнин, К. В. Чевкин. Позднее она была пополнена другими лицами.

Петербургско-Московская железная дорога была разделена на две дирекции — Северную и Южную — с границей по речке Коломенец у села Бологое. Начальником Северной дирекции был назначен П. П. Мельников, а Южной — Н. О. Крафт. На их долю выпала основная тяжесть и главная ответственность сначала по изысканию трассы, а потом и по строительству дороги. В июле 1842 г. в Петербург прибыл американский инженер Джордж Уистлер, который был приглашен по рекоменда-

¹⁷ Штукенберг А. И. Очерки сооружения и эксплуатации в первое время Николаевской железной дороги между Петербургом и Москвою. — Журнал Министерства путей сообщения (далее: Журн. МПС), 1887, № 5, с. 35.

ции П. П. Мельникова и Н. О. Крафта на строительство дороги в качестве советника и оказал в ряде вопросов большую помощь русским инженерам.

Чтобы быть в центре работ, П. П. Мельников поселился в Чудове, а Н. О. Крафт — в Твери. Система управления П. П. Мельникова отличалась полным отсутствием формализма и бюрократизма. «Производители работ, — вспоминал В. А. Панаев, — были абсолютно избавлены от переписки, а потому могли вполне отдаваться своему делу... Мельников очень часто объезжал работы, входил сам во все и на месте давал разрешения. Но из этого не следует, что он стеснял инициативу производителей работ; напротив, он всячески поощрял в них инициативу и радовался, когда они придумывали что-нибудь новенькое или делали в проектах какое-либо изменение к лучшему. Таким образом, он не только управлял работами, но и сознательно готовил людей к самостоятельной деятельности. Все подчиненные не только любили и искренне уважали Мельникова, но, можно сказать, обожали его... Его взгляды были возвышенны, глубоко нравственны и чисты. Вообще Мельников действовал на своих подчиненных обаятельно, и его принимали за образец, которому всякий хотел уподобиться»¹⁸.

Еще в феврале 1842 г. в помощь П. П. Мельникову и Н. О. Крафту были назначены восемь инженеров, и тогда же были начаты рекогносцировочные изыскания. Летом 1842 г. к изыскателям присоединилась большая группа выпускников Института инженеров путей сообщения и в их числе Дмитрий Иванович Журавский, который был назначен в Северную дирекцию.

Изыскания велись не только по прямому направлению, но и по линии Петербург—Новгород—Вышний Волочок, на чем настаивали некоторые члены комитета Петербурго-Московской железной дороги. Позднее П. П. Мельников сравнил технико-экономические характеристики двух вариантов, и новгородский вариант был отвергнут.

Все лето и осень 1842 г. Д. И. Журавский вместе с товарищем по институту А. П. Шадевским проводил топографическую съемку местности и нивелировку на участке от Новгорода до Вышнего Волочка. Уже здесь молодой инженер выступил с рационализаторским предложением. Руководитель партии инженер А. Н. Норд-

¹⁸ Панаев В. А. Воспоминания.— Рус. старина, 1901, т. 107, № 7, с. 61—62.

штейн докладывал, что «поручик Журавский употреблял с поручиком Шадевским вместо восьми ежедневных рабочих только по шести»¹⁹. За изыскательскую работу Д. И. Журавский получил свою первую награду — 250 рублей серебром.

По прямому направлению в течение лета 1842 г. проводились предварительные и подробные изыскания на всем протяжении дороги. Точка перехода дороги через р. Волхов у Соснинской пристани была определена еще при составлении предварительного проекта дороги (до изысканий) и в процессе изысканий только уточнялась. Наибольшую трудность в Северной дирекции представлял выбор места перехода через реку Мсту и речку Веребью, протекавшую параллельно Мсте на расстоянии 16 км. Начальники изыскательских партий В. И. Кирхнер и И. Г. Верига совместно исследовали три основных варианта и ряд местных подвариантов по пересечению рек Мсты и Веребьи. После сравнения этих вариантов в отношении удобства перехода через реки, возможности уменьшения уклона дороги и уменьшения объема земляных работ был выбран вариант пересечения реки Мсты в излучине, называемой Золотым коленом. При этом профиль дороги на небольшом протяжении был запроектирован с уклоном 7,8, что круче предельного принятого на дороге на 2,8‰²⁰. Одновременно велись изыскания и в Южной дирекции и были установлены точки пересечения рек Волги, Шоши и др.

Весной 1842 г. и особенно весной 1843 г. проводились гидрометрические наблюдения на всех реках, речках и озерах вдоль проектируемой дороги. Такие наблюдения на реке Мсте проводил В. И. Граве, на реках Волге и Шоше — Н. И. Антонов.

Осенью 1842 г., как только были установлены точки пересечения дороги с реками, группа инженеров Северной дирекции во главе с П. П. Мельниковым начала составлять проекты больших мостов. В эту группу Мельников привлек и Д. И. Журавского. Это предопределило всю будущую деятельность молодого инженера. Чтобы оценить его вклад в эту отрасль техники, следует остановиться на предшествующем развитии мостостроения.

¹⁹ *Воронин М. И.* К истории изысканий и проектирования Петербурго-Московской железной дороги. — Сб. Ленинградского института инженеров железнодорожного транспорта имени В. Н. Образцова (далее: Сб. ЛИИЖТа), 1952, вып. 143, с. 47.

²⁰ *Воронин М. И.* К истории изысканий..., с. 45.

Основные изыскательские работы в Северной дирекции были закончены в декабре 1842 г., в Южной — в апреле 1843 г. К 14 апреля 1843 г. общее направление дороги было нанесено на карту, проект проведения дороги был закончен и представлен на утверждение.

В процессе производства проектно-изыскательских работ были научно обоснованы и приняты следующие технические параметры Петербурго-Московской железнодорожной магистрали: число главных путей — два; ширина колеи 1524 мм (5 футов); предельные уклоны от Москвы к Петербургу (грузовое направление) 2,5‰ и от Петербурга к Москве — 5‰ с допущением на вересбинском подъеме длиной 17,6 км уклона 7,8‰; минимальный радиус кривых на перегонах 1600 м (750 саж.), а на станциях — 1065 м (500 саж)²¹.

Летом 1843 г. началось строительство железной дороги: приступили к отсыпке земляного полотна. К этому времени каждая дирекция была разделена на 6 участков протяжением в среднем по 55—60 км. В свою очередь, участки делились на дистанции по 10—12 км каждая. Во главе участков и дистанций стояли инженеры путей сообщения. К сентябрю 1844 г. на дороге работали, кроме горных инженеров и топографов, 78 инженеров путей сообщения²².

Глава 3

Из истории мостостроения

Мостостроение тесно связано с дорожным делом. В России до XVIII в. о проложении дорог и об их исправном состоянии заботились редко. Только в исключительных случаях, как, например, перед походом, издавался приказ: «Требите путь и мосты мостите»¹. В остальное же время грунтовые дороги оставались без присмотра и поэтому весной и осенью были почти непроходимы.

²¹ *Воронин М. И., Воронина М. М.* Павел Петрович Мельников, с. 42.

²² *Воронин М. И.* К истории изысканий..., с. 78.

¹ *Ласковский Ф. Ф.* Материалы для истории инженерного искусства в России, СПб., 1858, ч. 1, с. 88; *Кудрявцев А. С.* Очерки истории дорожного строительства в СССР: (Дооктябрьский период). М., 1951, ч. 1, с. 46.

Впервые обратил внимание на дороги Петр I. По его приказу были созданы особые должностные лица — «земские комиссары», которые должны были заботиться о содержании дорог в исправности. В 1733 г. было велено строить первую искусственную дорогу — перспективную дорогу из Петербурга в Москву. Эта дорога протяжением 728 верст строилась 13 лет. В 1767 г. была создана комиссия о строении дорог в государстве, которая в 1798 г. была преобразована в экспедицию устройства дорог. Эти учреждения, не имея в своем распоряжении ни техники, ни достаточных средств, мало что сделали для улучшения дорог.

Древнейшие мосты вплоть до XVIII в. включительно благодаря обилию лесов рубились из дерева. Мосты через малые ручьи, реки и овраги устраивались на сваях или тяжелых, громоздких ряжах², на которых располагались балки, а на балках — доски или накатник. Через реки средней ширины устраивались наплавные («живые») мосты на плотках или барках, разводимые во время ледоходов или разливов. Подобный наплавной мост через Днепр в Киеве был построен еще при Владимире Мономахе в 1115 г. Сообщение через большие реки производилось на паромах.

Одним из первых каменных мостов в России был, вероятно, мост через реку Неглинную у Троицких ворот Московского Кремля, построенный в 1516 г. Более значительным был Большой Каменный мост через Москву-реку в Москве, построенный в течение 1643—1645 и 1682—1687 гг. В конце XVIII в. ряд каменных и чугунных арочных мостов был построен в Петербурге, в Москве и на Московском тракте, но все они имели небольшие пролеты.

Выдающееся значение имеет проект постоянного моста через р. Неву, предложенный механиком Петербургской академии наук Иваном Петровичем Кулибиным. Над этим проектом Кулибин работал со дня своего приезда в Петербург в 1769 г. Через Неву в то время постоянного моста не существовало и обе части города связывал наплавной мост (впервые наведенный в 1727 г.), устроенный на барках, который разводился весной и осенью во время вскрытия и замерзания Невы. «Множество народа, в прохождении по оной имея нужды, — писал Ку-

² Ряж — деревянный сруб, погружаемый в грунт и заполняемый глиной или булыжником.

либин в сопроводительном письме к одному из своих проектов,— проходят с великим страхом, а некоторые из них и жизни лишились: во время шествия сильного льда вешнего и осеннего перевоз на шлюпках бывает с великим опасением, и продолжается оное беспокойство чрез долгое время. Да и когда уже мост наведен бывает, случаются многие бедственные и разорительные приключения... Соображая я все оные и другие неудобства, начал искать способ о сделании моста»³.

Учитывая реальные условия проектировки — большую глубину и сильное течение р. Невы, а также слабое развитие техники устройства оснований промежуточных опор, Кулибин пришел к мысли перекрыть всю ширину Невы (298 м) одним пролетом деревянного арочного моста, опирающегося своими концами в берега реки. Он последовательно разработал три варианта проекта моста (1771, 1772 и 1776 гг.). Пролетное строение моста предполагалось устроить из шести самостоятельных решетчатых ферм, имеющих высоту каждая шесть саженей (12,8 м). Решетки состояли из брусьев до 15 м длиной, врубленных в пересечении друг с другом и соединенных болтами и металлическими шайбами. Решетчатые фермы были скреплены брусчатыми поясами и усилены брусчатой аркой, начинающейся у береговых устоев на уровне нижнего пояса и постепенно поднимающейся в середине моста к верхнему поясу. Фермы между собой были соединены решетчатыми связями. Ширина проезда по мосту равнялась 4 саженям (8,52 м). На этом расстоянии и были поставлены с каждой стороны по две фермы. Остальные две фермы, по одной с каждой стороны, были расположены в плане наклонно к первым четырем, благодаря чему достигалась большая устойчивость моста по отношению к действию ветра. Проезд предполагалось устроить по настилу, лежащему на поперечных балках, прикрепленных к несущим фермам моста; причем со стороны берега проезд начинался на уровне верхнего пояса, а в середине моста шел на уровне нижнего пояса, так что подъем в пределах моста составлял всего лишь $\frac{1}{10}$.

При проектировании моста И. П. Кулибин опытным путем исследовал, как будет работать арка под нагрузкой, и определил величину распора в арке. Для нахождения оптимального очертания оси арки он применил веревочный многоугольник, справедливо считая, что при

³ Рукописные материалы И. П. Кулибина/Сост. Н. М. Раскин, Б. А. Малькевич. М.; Л., 1953, с. 151.

этом она будет работать только на осевое сжатие. Наконец, И. П. Кулибин создал простейшую теорию моделирования, на основании которой по результатам испытания модели можно было судить о работе натурального сооружения⁴. Эта теория была подтверждена Л. Эйлером.

В 1776 г. была построена модель моста И. П. Кулибина в $\frac{1}{10}$ натуральной величины, которая для того времени представляла довольно значительное сооружение (ее длина составляла около 30 м). Модель блестяще выдержала длительные испытания статической нагрузкой и заслужила полное одобрение комиссии Академии наук во главе с Л. Эйлером. Однако сам мост построен не был. Внимание к проекту И. П. Кулибина вскоре затихает. Модель в 1793 г. была перевезена в Таврический сад и там установлена в качестве моста через один из каналов, где и простояла до 1816 г., пока не обрушилась.

Понимая, что сооружение, построенное из дерева, не может быть долговечным, И. П. Кулибин начинает работу над проектами железных мостов. В брошюре, изданной в 1799 г., он дает проект железного моста с трех пролетах, перекрытых решетчатыми арками, сложенными из железных брусев, на гранитных быках. Таким образом, Кулибин явился автором решетчатых мостов не только из дерева, но и из металла. К сожалению, проекты Кулибина остались нереализованными.

Журавский высоко ценил проект деревянного моста Кулибина, который был известен ему по литографии. По словам профессора Московского университета А. С. Ершова, он сказал по поводу модели Кулибина: «На ней печать гения; она построена по системе, признаваемой новейшей наукою за самую рациональную. Мост поддерживает арка; изгиб ее предупреждает раскосная система, которая только по неизвестности того, что делается у нас в России, была названа американскою»⁵.

Наибольший пролет деревянного моста, построенного в XVIII в., составлял 119 м. Такой пролет имел мост через реку Лиммат близ Веттингена в Швейцарии, возведенный в 1778 г. Иоганном Ульрихом Грубенманом (сожжен французами в 1799 г.). Система пролетного строе-

⁴ О трудах И. П. Кулибина подробнее см.: *Якубовский Б. В.* Проекты мостов И. П. Кулибина.— Арх. истории науки и техники, М.; Л., 1936, вып. 8; *Бернштейн С. А.* Очерки по истории строительной механики. М., 1957, с. 99—108.

⁵ *Ершов А. С.* О значении механического искусства и о состоянии его в России.— Вестн. пром-сти, 1859, т. 1, № 3, с. 274—275.

ния, принятая И. У. Грубенманом, была очень сложной; она состояла из двух поясов и целого ряда подкосов, осуществлявших связь между поясами и передачу нагрузки на опоры. Эта система показывает, что строители моста не представляли себе отчетливо, как распределяются усилия в частях сооружения, а руководствовались лишь интуицией при строительстве моста.

Лучшие мосты в XVIII столетии строились во Франции, где велось широкое дорожное строительство. Иногда XVIII век во Франции называют веком дорог. В 1716 г. здесь был учрежден корпус мостов и дорог. В 1747 г. в Париже была основана Школа мостов и дорог — первое в мире высшее учебное заведение, готовившее кадры инженеров путей сообщения. Во главе ее долгое время стоял выдающийся инженер и архитектор Жан Родольф Перроне. В 1795 г. была открыта Политехническая школа в Париже, возглавляемая Ж. Б. Ронделе. К началу XIX в. Франция располагала многочисленными кадрами инженеров, в том числе мостостроителей. Проекты мостов рассматривались советом инспекторов, который имелся при корпусе мостов и дорог. В проектирование мостов начинают входить определенные элементы расчета. Французские ученые создают первые теории расчета арки. Они ставят многочисленные опыты по определению нагрузок, разрушающих различные элементы строительных конструкций и конструкцию в целом, результаты которых использовались в строительной практике. Форма каменных арочных мостов в их проектах становится более изящной и легкой, арки более пологими, существенно уменьшается толщина опор. Мосты, построенные Ж. Р. Перроне и его учениками, и сейчас поражают своей красотой и смелостью инженерной мысли.

Во Франции строились и деревянные арочные мосты. Вначале брусья в таких мостах обтесывали по дуге. Затем появились арки из гнутых брусьев. В начале XIX в. французский инженер Эми предложил делать арки из досок, положенных плашмя. Пролеты деревянных арочных мостов, как правило, составляли 20—30 м, но в отдельных мостах достигали 50 м.

Французские инженеры составили и первые проекты металлических мостов. Однако первый чугунный мост был построен в Англии в 1776—1779 гг. Это мост через р. Северн у Кольбрукдаля. Он имел вид сквозной арки, состоявшей из ряда дуг.

В конце XVIII в. появились металлические мостики и

в парках Петербурга и его окрестностей. Первый в России городской металлический мост был построен в Петербурге в 1806 г. по проекту архитектора и инженера В. И. Гесте. Это был мост через р. Мойку на Невском проспекте (Полицейский). Арочное пролетное строение моста (22 м) собиралось из пустотелых чугунных блоков-ящиков длиной до 3 м, которые свинчивались между собой. Эта новаторская конструкция послужила в дальнейшем образцом для целого ряда мостов через каналы и рукава Невы⁶.

Французская инженерная школа оказала большое влияние на развитие инженерного дела во всем мире, и в частности в России. В 1809 г. при организации ведомства путей сообщения в России был учтен французский опыт. Одновременно был учрежден корпус инженеров путей сообщения и при нем открыт Институт инженеров путей сообщения. Первым инспектором института был назначен принятый в 1808 г. на русскую службу генерал-лейтенант Августин де Бетанкур, служивший ранее в Испании и пользовавшийся европейской известностью как ученый — механик и строитель. При разработке учебной программы института Бетанкур использовал структуру и программы Парижской политехнической школы⁷. Для преподавания специальных дисциплин в институт были приглашены французские инженеры, выпускники Политехнической школы.

Новое путевое ведомство вскоре предприняло большие работы по улучшению и расширению водных и сухопутных путей сообщения.

Существенны были его достижения в области мостостроения.

В 1816 г. впервые в России были изданы типовые чертежи деревянных мостов с малыми пролетами⁸. Эти чер-

⁶ Щусев П. В. Мосты и их архитектура. М., 1952, с. 242—244; Пунин А. Л. Архитектура отечественных мостов. Л., 1982, с. 9—11.

⁷ Боголюбов А. Н. Августин Августинович Бетанкур. М., 1969, с. 66.

⁸ Известны два издания, в основном повторяющие друг друга: 1) Проектированные образцовые чертежи деревянным мостам для устройства по столбовым в России дорогам с присовокуплением таковых же и ледорезам для предохранения от напора льда мостовых устоев или быков. Проектировал инженер-полковник Браун. Б. м., 1816. 2) Образцовые чертежи деревянным мостам для устройства по большим дорогам в России, с присовокуплением таковых же и ледорезам. Сочинены при Главном управлении путей сообщения. Б. м., 1816.

тежи изображали мосты балочной, подкосной и шпренгельной систем на опорах, состоящих из 4—5 свай. В 1830 г. вышел новый атлас мостов⁹.

По проектам профессоров Института инженеров путей сообщения было сооружено много мостов в Петербурге и других местах¹⁰. Так, в 1811—1813 гг. по проекту Бетанкура был построен первый в России деревянный арочный мост — Каменноостровский — через рукав Малая Невка в Петербурге. Мост имел 7 пролетов, наибольший из которых составлял 24,7 м. Каждая его арка состояла из четырех брусьев, соединенных зубьями. Строили мост инженеры первого выпуска Института путей сообщения А. Д. Готман и С. О. Пантелеев. Такого же типа был мост, построенный в Нарве через р. Нарову в 1822—1829 гг. под руководством инженера К. Э. Бульмеринга. По проекту и под руководством А. Я. Фабра в 1824 г. был построен арочный мост через р. Мшагу в селе Медведь на Новгородско-Псковском шоссе с пролетом 38,4 м. Каждая арка этого моста состояла из двух брусчатых поясов, расставленных на расстоянии 2 м и соединенных радиальными схватками.

По проектам инженера П. П. Базена было построено несколько каменных и чугунных мостов в Петербурге. Первый инженерный (1830), Первый садовый (1836) через р. Мойку и др. В 1823 г. по его проекту был построен первый в России висячий мост в Екатерингофском парке. В следующем году Г. Треттер и инженер В. А. Христианович построили висячий мост для городского транспорта через р. Фонтанку, названный Пантелеймоновским (пролет 43 м). В 1826 г. Христианович построил второй цепной мост через р. Фонтанку, названный Египетским. В тот же период были составлены проекты висячих мостов более значительных пролетов для Петербурга, Москвы, Ярославля. Интересен проект моста через р. Которосль в Ярославле, разработанный генерал-майором Н. И. Янишем¹¹ в 1830 г. Стремясь сделать

⁹ Нормальные чертежи разного рода дорог, мостов и труб, составленные Главным управлением путей сообщения для руководства по устройению сообщений. СПб., 1830, 9+19 л. черт. (9 л. — профили дорог, 19 л. — чертежи мостов и труб).

¹⁰ *Николай Л. Ф.* Краткие исторические данные о развитии мостового дела в России. СПб., 1898.

¹¹ *Яниш Н. И.* Записка о проекте моста через реку Которосль в городе Ярославле. — ЖПС, 1831, кн. 20, с. 1—30. В. В. Большаков впервые отметил, что Н. И. Яниш «реализовал идею обеспечения жесткости пролетного строения с помощью перил» (Очерки истории строительной техники в России. М., 1964, с. 64).

полотно моста «сколь возможно негибким», Н. И. Яниш предложил устроить высокие деревянные перила (1,5 м), состоящие из двух горизонтальных брусьев, между которыми расположены крестообразно распорки. Брусья он стянул металлическими прутьями, которые одновременно служили для подвески мостового полотна к цепям. Эти перила фактически предвосхищали систему Гау, созданную 10 лет спустя.

Для исследования качеств русского железа, употребляемого висячих мостах, на заводе Берда в Петербурге была изготовлена испытательная машина — сидерометр, на которой профессора Института инженеров путей сообщения Г. Ламе и О. Ганри и инженер М. Бугайский определяли его механические характеристики.

Крупнейшим сооружением первой трети XIX в. явилось Московское шоссе, к строительству которого приступили в 1817 г. На этом шоссе было построено значительное число каменных труб и деревянных мостов. Все мосты были арочной или подкосной систем на каменных опорах. Наибольшим из них был мост через р. Волхов в Новгороде, сооруженный в 1824—1831 гг. по проекту и под руководством инженера К. Я. Рейхеля. Мост длиной 235 м имел 11 неравных пролетов, наибольший из которых составлял 25,5 м.

К началу 40-х годов XIX в. русские инженеры накопили определенный опыт проектирования и строительства мостов, усвоив лучшие достижения французской школы.

Начавшееся в 1825 г. строительство железных дорог поставило перед мостостроением новые сложные задачи. Во-первых, значительно увеличилась нагрузка на мост. Первый паровоз Дж. Стефенсона «Ракета» весил 4,5 т, что в три раза превышало вес обычных повозок того времени. Второй паровоз Стефенсона «Планета» (1830 г.) весил уже 9 т. В 40-х годах вес паровоза достиг 30 т, а в 80-х — 60 т. Во-вторых, эта нагрузка состояла из целого поезда тяжелых повозок, требовавшего для перевода через реку жесткого моста. Наконец, существенным фактором явилась скорость движения поезда. К выполнению этих задач мостостроение оказалось неподготовленным: не было ни соответствующей формы конструкции, ни материала, не существовало также методов расчета мостовых конструкций¹².

¹² Стрелецкий Н. С. Железнодорожный мост за сто лет.— В кн.: Столетие железных дорог. М., 1925, с. 196. (Тр. науч.-техн. ком. НКПС; Вып. 20).

В Англии и во Франции первые железнодорожные мосты повторяли форму обычных дорожных мостов. Это были арочные мосты из камня, чугуна или дерева либо деревянные мосты подкосной системы. Пролеты их были небольшими. Самый большой мост на Царскосельской железной дороге — через Обводной канал в Петербурге — был деревянным арочным на каменных береговых устоях. Его конструкция в основном повторяла конструкцию ряда мостов, построенных ранее в России. Пролетное строение моста было из семи дуг, составленных из трех положенных друг на друга изогнутых деревянных брусьев, и имело пролет 25,6 м.

Первые железные мосты больших пролетов были построены в Англии в 1846—1850 гг. на Честер-Холихедской железной дороге. Это мост через Мэнейский пролив, получивший название «Британия», и мост через устье реки Конуэй (наибольший пролет 140 м). По мысли Роберта Стефенсона, главного инженера строящейся дороги, оба моста были выполнены в виде труб прямоугольного сечения таких больших размеров, что внутри них могли проходить поезда. Стенки этих гигантских труб были склепаны из листов котельного железа и усилены вертикальными ребрами жесткости. Для верхней части трубы с целью повышения устойчивости балки была применена ячеистая конструкция. Аналогичное устройство имело и дно трубы¹³.

Трубчатые мосты явились выдающимися инженерными сооружениями своего времени. При их проектировании были выполнены важные экспериментальные исследова-

¹³ Главными сотрудниками Р. Стефенсона, развившими и обработавшими его первоначальную идею трубчатых мостов, были У. Ферберн, И. Ходкинсон и Э. Кларк. Ферберн получил патент на конструкцию трубчатых мостов. В дальнейшем было построено еще несколько сооружений этого типа. Летом 1850 г. при посещении Петербурга Ферберн предложил русскому ведомству путей сообщения свои услуги по строительству трубчатых мостов. Модель моста, построенного в Англии, была показана царю. В октябре 1850 г. Ферберн представил проект железного трубчатого моста через Неву для сооружения против Литейного проспекта в Петербурге. Проект рассматривала комиссия в составе А. Д. Готмана, С. В. Кербедза, Ф. И. Рерберга, А. Д. Романова и американского инженера Брауна. Предложение Ферберна было оставлено без последствий. В январе 1852 г. Ферберн через своего представителя Г. Уитерса предложил устраивать трубчатые мосты на Петербурго-Варшавской железной дороге. П. А. Клейнмихель ответил, что таких мостов строить не предполагается (ЦГИА СССР, ф. 129, оп. 1, кн. 3, д. 4414).

дования по изгибу и выпучиванию тонкостенных труб. Одновременно с трубчатыми мостами в Англии были построены железные мосты меньших пролетов, в которых в качестве несущих элементов использовались коробчатые балки и балки со сплошной стенкой из листового железа. Строительство трубчатых мостов вызвало широкий интерес у инженеров из многих стран. В русской технической печати были опубликованы как описание этих мостов, так и результаты испытаний трубчатых балок, проведенных английскими инженерами с целью изучения их несущей способности¹⁴.

Новые идеи в мостостроении высказали американские инженеры. Широкие полноводные реки Северной Америки вынуждали инженеров искать новые системы мостовых переходов, которые были бы способны перекрывать большие пролеты без промежуточных опор. Так, в конце XVIII в. появляется и получает большое распространение система висячих мостов. К 1811 г. в Северной Америке их насчитывалось до 40, причем несколько многопролетных. Однако недостаток устойчивости и жесткости этих мостов при действии ветра и подвижной нагрузки, приведший к ряду аварий, вызвал недоверие к цепным мостам, и в той же Северной Америке предпочитали строить деревянные мосты. В первой половине XIX в. в США появились новые формы деревянных мостов, которые оказали в дальнейшем свое влияние на формирование систем металлических мостов.

В 1804 г. появилась система Бурра, состоявшая из соединения балки с аркой. По этой системе был построен мост через р. Делавер у Трентона, имевший 5 пролетов величиной от 49 до 61 м. Более сложной была комбинированная система из балочной фермы с аркой, также предложенная Бурром. По этой системе был построен однопролетный мост через р. Коннектикут. Мосты этой системы стали известны в России из описания П. П. Мельникова под названием соединения системы Лонга с аркою. В действительности система Лонга появилась позднее.

¹⁴ Опыты, произведенные в Англии над сопротивлением железных труб перелому.— Журнал Главного управления путей сообщения и публичных зданий (далее: ЖГУПСиПЗ), 1846, кн. 5, с. 134—138; Трубчатый мост через реку Conway.— Там же, 1848, кн. 5, с. 147—151; Трубчатые мосты Конуэйский и Британский на Честер-Голигедской железной дороге в Англии. Статья П. И. Собко.— Там же, 1850, кн. 5, с. 85—119; Исследование сопротивления трубчатых железных балок.— Там же, 1851, кн. 4, с. 62—68.

По этой системе П. П. Мельниковым был спроектирован крытый мост через р. Утрою (приток р. Великой) на Динабургском шоссе, близ деревни Борзова. Мост поддерживают три фермы, каждая из которых состоит из брусчатой арки, обхваченной с двух сторон рамами системы Лонга (см. ниже). Обратные раскосы отсутствуют. Пролет моста 56 м. Аналогичное устройство имело пролетное строение моста через р. Днепр в Киеве, проект которого П. П. Мельников составил в 1840 г., но который не был осуществлен. Из соединения арки с раскосной системой состояло пролетное строение моста, построенного в 1842 г. через р. Мсту в Бропницах на Московском шоссе. Мост с ездой по низу был покрыт шатровой крышей и имел 5 пролетов по 51,2 м каждый. Проект моста был составлен под руководством К. Я. Рейхеля.

В 1820 г. нью-йоркский архитектор Этель Таун взял патент на деревянный мост решетчатой системы с параллельными поясами. Досчатые пояса фермы Тауна соединены между собой решеткой из двух или трех перекрестных слоев досок, скрепленных деревянными нагелями. Решетка фермы Тауна аналогична решетчатой системе арочного моста, предложенного Кулибиным, только у Кулибина решетка состояла из брусьев, которые врубались друг в друга. По системе Тауна было построено много мостов в Америке для шоссежных и железных дорог.

Познакомившись с мостами системы Тауна во время своей командировки в Америку в 1839—1840 гг., П. П. Мельников отмечал их экономичность, легкость исполнения и другие положительные качества. Он отмечал также достоинства решетчатой системы как системы балочного типа: «Она не производит горизонтальных давлений на быки и устои и потому допускает малые размеры в сих последних... Допуская большие отверстия, система эта не требует высоких подъемов. Большое преимущество для низменных местностей и в применении к железным дорогам... По всем этим соображениям,— заключал П. П. Мельников,— нет видимой причины не распространить употребление мостов решетчатой системы в России, кроме разве таких местностей, как, например, в столицах или больших городах, где недостаток красоты подобного моста может быть убедительным возражением»¹⁵.

¹⁵ Мельников П. П. Деревянные мосты.— ЖПС, 1842, т. 3, кн. 2, с. 122—124.

В 1841 г. по проекту П. П. Мельникова был построен первый в России деревянный мост системы Тауна. Это был мост через р. Ящеру на Динабургском шоссе близ деревни Долговки¹⁶. Он был спроектирован для езды по верху, на деревянных береговых устоях. Длина его составляла 83,5 м, пролет в свету — 49,4 м. В 1840 г. Мельников составил также проект моста через р. Днепр в Киеве. Пролетные части по этому проекту состояли из трех парных ферм системы Тауна. Мост с ездой по низу, покрытый крышей, состоял из 11 пролетов по 51 м каждый. Опоры по проекту были кирпичные с гранитной облицовкой. В 1843 г. по системе Тауна был построен мост с ездой по верху через р. Куру в Тифлисе пролетом 27,7 м и в 1849 г. с ездой по низу через р. Пскову в Пскове пролетом 42,7 м. Последний строился по проекту и под руководством инженера М. Я. Краснопольского.

Думая о применении мостов системы Тауна к железным дорогам, П. П. Мельников писал: «Главное возражение против решетчатых мостов в применении их к железным дорогам состоит в том, что при большом отверстии они чувствительно гнутся и со временем принимают постоянный нагиб»¹⁷. По указанию Мельникова велись наблюдения за прогибами моста через р. Ящеру¹⁸.

Иную систему деревянных мостов с параллельными поясами предложил американский военный инженер Стефан Гарриман Лонг. Ферма системы Лонга состояла из брусчатых поясов, соединенных вертикальными брусчатыми стойками. В клетках, образованных при пересечении стоек с поясами, расположены крестообразно распорки. Ферма Лонга в основном повторяла схему арочной фермы Палладио. Главное ее отличие от ферм Палладио состояло в том, что она допускала подтягивание фермы в случае ее опускания посредством клиньев, вгоняемых в точки встречи распорок с поясами. В 1836 г. С. Г. Лонг получил патент на предложенную им систему мостов и опубликовал брошюру с ее описанием¹⁹. По его

¹⁶ По современному территориальному делению Лужский район Ленинградской области. Описание моста см.: *Ястржембский Н. Ф.* Обзор трех систем американских мостов: Мост на р. Ящере близ с. Долговки.— ЖГУПСИПЗ, 1845, т. 1, кн. 3, с. 180—191.

¹⁷ *Мельников П. П.* Деревянные мосты, с. 124.

¹⁸ *Воронин М. И.* Павел Петрович Мельников. Л., 1959, с. 32.

¹⁹ Description of colonel Long's bridges, together with a series of directions to bridges builders. Concord, New Hampshire, 1836.

системе был построен ряд мостов в Северной Америке, с которыми познакомился П. П. Мельников.

Слабой частью фермы Лонга были растянутые вертикальные стойки. В 1840 г. изобретатель-самоучка Вильям Гау предложил заменить их металлическими стержнями. Это сочетание сжатых деревянных частей с растянутыми железными оказалось весьма удачным; ферма Гау получила большое распространение и дожила до наших дней. Пояса Гау составлял из трех горизонтальных брусьев, расположенных рядом один возле другого с небольшими промежутками; между ними проходили вертикальные железные стержни, стянутые сверху и снизу гайками. Прямые раскосы, как в последних фермах Лонга, состояли из двух брусьев, обратные — из одного. Своими концами раскосы упирались в подкладки из твердого дерева без всякого соединения с поясами. Подкручиванием гаек на вертикальных стержнях добивались предварительного сжатия обратных раскосов. При действии максимальной нагрузки эти раскосы разгружались и, таким образом, никогда не бывали растянутыми. В июле и августе 1840 г. В. Гау получил два патента на предложенную им систему пролетного строения. В то же время он получил возможность построить мост через р. Коннектикут близ Спрингфильда для Западной железной дороги. Этот мост состоял из семи пролетов по 55 м. Впоследствии в США было построено много мостов системы Гау.

Европейские инженеры проявили большой интерес к американскому мостостроению, о чем свидетельствуют их многочисленные поездки в Америку и опубликованные ими отчеты. О статье П. П. Мельникова уже говорилось. Можно упомянуть также книги англичанина Д. Стивенсона²⁰, француза М. Шевалье²¹, австрийских инженеров

²⁰ *Stevenson D. Sketch of the civil engineering of North America, comprising remarks on the harbours, rivers and lake navigation, lighthouses, steam-navigation, waterworks, canals, railways, bridges and other works in that country. L., 1838, 320 p.* Извлечение из этой книги опубликовано в «Журнале путей сообщения» (1840, т. 3, кн. 4, с. 385—393). Полный русский перевод: Взгляд на гавани, доки, озерное и речное судоходство, маяки, пароходство, водоснабдительные строения, каналы, дороги, железные дороги, мосты и другие работы Соединенных штатов Северной Америки/Сочинение английского инженера Давида Стивенсона: Пер. с англ. Г. Б. т. к. в. [Бутаков]. Николаев: В тип. Черноморского гидрогр. депо, 1845. XIII, 378 с., 14 л, черт., карта.

²¹ *Chevalier M. Histoire et description des voies de communication aux Etat-Unis. P., 1843, t. 2, p. 551—582.*

Ф. А. Герстнера²² и К. Гега²³ и обширную статью баварского инженера К. Кульмана²⁴, в которой не только описаны все системы американских деревянных мостов, но и предприняты теоретические изыскания. Опубликован был также перевод брошюры С. Г. Лонга²⁵.

В Европе, особенно в Германии и Австрии, в 40—50-х годах XIX в. было построено много деревянных решетчатых мостов американского типа. Наибольшее приращение получила система Гау²⁶.

В Россию чертеж фермы Гау привез в 1842 г. американский инженер Дж. Уистлер, принимавший участие в строительстве Западной железной дороги²⁷. Вероятно, копия этого чертежа под названием «Мост по системе Уистлера» помещена в атласе чертежей деревянных мостов²⁸, изданном ведомством путей сообщения в 1843 г. Система была рекомендована для пролетов от 24 до 30 сажень (51,2—64 м).

Русские инженеры сразу же оценили преимущества фермы Гау по сравнению с другими системами пролетных строений. Эти преимущества хорошо изложил позднее Д. И. Журавский: «Небольшая стоимость мостов больших отверстий [пролетов], построенных по этой системе, допускающей весьма большие отверстия, незначительный изгиб системы при действии на нее грузов, простота устройства и, наконец, возможность привести помост на первоначальную высоту, когда он со временем осядет, дела-

²² *Gerstner F. A. Die innern Communication der Vereinigten Staaten von Nordamerika. Wien, 1843. Bd. 2.*

²³ *Ghega C. Ueber nordamerikanischen Brückenbau und Berechnung der Tragenvermögens der Howe'schen Brücken, mit Tabellen über die absolute, relative und rückwirkende Festigkeit einiger Materialien. Wien, 1845. 89 S.*

²⁴ *Culmann K. Der Bau der hölzernen Brücken in der Vereinigten Staaten von Nordamerika.— Allgemeine Bauzeitung, 1851, 16. Jg., Wien, S. 69—129.*

²⁵ *Beschreibung von dem Oberstlieutenant Long erfundenen hölzernen Brücke/Engl. Übers. von E. J. Gauss. Lieutenant. Hannover, 1840. 97 S.*

²⁶ *Шуберский К. Э. Устройство и ремонт мостов американской системы Гау на железных дорогах Германии.— ЖГУПСИПЗ, 1860, т. 30, кн. 4, с. 70—77.*

²⁷ Встречающееся иногда утверждение, что систему Гау привезли из Америки П. П. Мельников и Н. О. Крафт, не подтверждается документально.

²⁸ Нормальные чертежи мостам. Б. м., Б. г. Утверждено главным управляющим путями сообщения и публичными зданиями графом Клейнмихелем 8 апреля 1843 г.

ют систему Гау незаменимою при проведении железной дороги чрез большие реки или глубокие овраги»²⁹.

Система Гау была положена в основу проектов больших и средних мостов на Петербурго-Московской железной дороге. По этой системе было построено 8 больших мостов, имевших от 2 до 9 пролетов каждый, и 52 однопролетных моста отверстием свыше 8,5 м. Мосты были построены в 1845—1851 гг.

При проектировании моста через овраг речки Веребьи Д. И. Журавский впервые рассчитал ферму Гау, т. е. определил усилия, действующие в каждом элементе фермы от рабочей нагрузки, и внес ряд усовершенствований в ее конструкцию. Главнейшее из них состояло в том, что железные стержни были сделаны не одинакового сечения, как было предусмотрено в проекте Гау, а переменного — в зависимости от усилий, которым подвергаются стержни в процессе эксплуатации. Поэтому совершенно справедливо некоторые авторы называют ферму Гау фермой Гау-Журавского.

Система Гау оказала влияние на систему пролетного строения первого постоянного моста через р. Неву³⁰, построенного по проекту и под руководством С. В. Кербедза в 1842—1850 гг. Фермы этого моста состояли из двух поясов, выполненных из чугуна (нижний — арочный, верхний — прямолинейный), чугунных раскосов и железных стяжек. Еще большее сходство с фермой Гау имел разводной пролет, у которого оба пояса были параллельны.

В 50-х годах XIX в. по образцу деревянных начинается строительство металлических многорешетчатых мостов балочного типа. Решетка этих мостов напоминала решетку системы Тауна. В России первый мост этого типа был построен в 1853 г. по проекту С. В. Кербедза через р. Лугу для Петербурго-Варшавской железной дороги. Учитывая результаты расчетов Журавского, Кербедз впервые запроектировал сжатые и растянутые раскосы разных типов: растянутые раскосы состояли из двух полос железа, соединенных между собой распорками, сжатые — из двух полос

²⁹ Журавский Д. И. О мостах раскосной системы Гау. СПб., 1855, ч. 1, с. 1—2.

³⁰ Благовещенский, позднее Николаевский, с 1918 г. — мост имени лейтенанта П. П. Шмидта. Перестроен в 1938 г. по проекту Г. П. Передерия. Об этом мосте и о трудах С. В. Кербедза см.: Воронин М. И., Воронина М. М. Станислав Валерианович Кербедз. Л., 1982.

железа, подкрепленных по всей длине уголками, две половины с уголками были связаны между собой крестовой решеткой. Такая конструкция была новой и не применялась еще в Западной Европе.

В 60-х годах строительство деревянных мостов системы Гау для железных дорог в России не прекращается, хотя и носит ограниченный характер. Среди мостов, построенных в этот период, выделяется мост через р. Оку близ Коломны на Московско-Рязанской железной дороге (1865 г.). Он имел 10 пролетов общей длиной 584 м. Фермы этого моста имели деревянные раскосы и железные стержни и пояса. Впервые идею о замене в системе Гау деревянных поясов железными начал разрабатывать в проектах своих воспитанников профессор Института инженеров путей сообщения П. И. Собко.

В 70-х годах XIX в. после пожара Мстинского моста строительство деревянных мостов под железную дорогу временно прекращается, а затем возобновляется снова (Закаспийская, Сибирская железные дороги).

В США даже в конце XIX в. три четверти новых мостов на железных дорогах строили из дерева, причем значительную часть из них по системе Гау. На Тихоокеанской железной дороге в Канаде, открытой для движения в 1886 г., почти все мосты были деревянными. Для мостов с пролетами от 9 до 60 м применялись фермы Гау. Наибольший пролет для фермы Гау в 76 м достигнут в 1890 г. в США на Западной железной дороге³¹.

Большое распространение получили шоссейные мосты с фермами Гау. В России важную роль в распространении этих ферм сыграл упомянутый выше атлас чертежей деревянных мостов 1843 г., в который наряду с мостами подкосной и арочной систем вошли мосты с фермами Тауна и Гау. Этот атлас «принес чрезвычайно большую пользу для дела, доставивши возможность целесообразной проектировки и постройки мостовых сооружений»³². Первыми в России шоссейными мостами с фермами Гау были три моста на шоссе, ведущем из Москвы к Орлу, среди которых выделялся мост через р. Пахру (1848 г.), имевший пролет 51,2 м, и мост через р. Лугу на шоссе Петербург — Динабург. Мост через р. Коломенку на Рязанском шоссе имел пролет 74,7 м. Это, пожалуй, наи-

³¹ Хомутильников Н. И., Теплицкий А. В. Деревянные мосты: Конструкция и проектирование. М., 1938, с. 12.

³² Гельфер А. Очерк развития дорожного и мостостроительного дела. СПб., 1911, т. IV, с. 416.

большой пролет, достигнутый в мостах по системе Гау в нашей стране.

Деревянные мосты, хорошо защищенные от действия влаги, существуют довольно долго. Однопролетный мост с фермами Гау через р. Пахру в Подольске, защищенный крышей и боковой обшивкой, находился в эксплуатации 68 лет. Все основные элементы этого моста простояли без замены с начала постройки, ремонт моста заключался лишь в подтяжке тяжей и смене подгнивших досок обшивки и проезжей части. При разборке моста в 1932 г. обнаружилось, что деревянные элементы сохранились очень хорошо, металлические же детали значительно хуже, например, ржавление вертикальных стержней ослабило их сечение от 10 до 40—50% ³³.

Фермы Гау и Тауна применялись часто в виде временных сооружений, особенно часто во время мировых войн. Во время первой мировой войны в России наряду с фермами Гау применялись фермы Боровика (разновидность фермы Лонга) и фермы Лембке (разновидность фермы Тауна). Во время Великой Отечественной войны для быстрого восстановления мостов применялись фермы типа Гау — Журавского, но с металлическими поясами. Фермы собирались из блоков, которые заготавливались на специальной базе. Каждый блок длиной в три панели имел пояса из уголкового стали, деревянные раскосы и стойки из металлических тяжей ³⁴.

Использовались фермы Гау также в качестве лесов при строительстве металлических мостов. В нашей стране такое применение они получили впервые при строительстве первого постоянного моста через р. Неву в Петербурге под руководством С. В. Кербедза.

Наконец, фермы Гау часто использовались в качестве балок жесткости для висячих мостов. О проекте Н. И. Яниша, фактически предвосхитившего идею Гау, уже говорилось выше. Можно упомянуть два висячих моста через р. Великую в г. Острове, построенные в 1851—1853 гг. по проекту и под руководством инженера М. Я. Краснопольского, мост через р. Днепр в Киеве, построенный в 1848—1853 гг. по проекту английского

³³ Цапкин С. А. Деревянный мост через р. Пахру. М.; Л., 1933, с. 46.

³⁴ Гибшман Е. Е., Калмыков Н. Я., Поливанов Н. И., Кириллов В. С. Мосты и сооружения на дорогах: Общий курс/Под общ. ред. Е. Е. Гибшмана. М., 1961, с. 133.

инженера Виньоля, наконец, мост через р. Катунь, построенный в 1936 г. по проекту С. А. Цаплина.

Деревянные мосты системы Гау-Журавского и сейчас находят себе применение на автомобильных, а также на местных и сельских дорогах в богатых лесом районах СССР.

Глава 4

Мосты Петербурго-Московской железной дороги

Основные положения по проектированию и устройству искусственных сооружений на Петербурго-Московской железной дороге были разработаны П. П. Мельниковым в июне 1843 г.¹

Для малых мостов и труб под железными дорогами были составлены типовые проекты стандартного отверстия. Малые мосты, как правило, предназначались для перекрытия ручьев и речек, имеющих сравнительно большой расход воды, а трубы — для перекрытия логов, лощин, заболоченных мест и речек с небольшим расходом воды. Мосты и трубы проектировались из кирпича с обшивкой наружных частей, подвергающихся действию вод, гранитным камнем или из обтесанного булыжного камня. Трубы устраивались каменные отверстием от 1,1 до 4,5 м и чугунные от 1 до 1,5 м.

Большие и средние мосты проектировались на каменных береговых устоях и быках с деревянным верхним строением по системе Гау. Все мосты проектировались для двух путей одновременно. Проекты средних мостов составлялись начальниками участков, а проекты больших — специально назначенными инженерами. В пределах Северной дирекции были построены три больших моста: через Волхов, Мсту и Веребью, в пределах Южной дирекции — пять больших мостов: через Волгу, Шошу, Тверцу, Цну и Сходню.

К проектированию больших мостов в Северной дирекции приступили осенью 1842 г. Проектирование проходило в два этапа: сначала были составлены предваритель-

¹ *Воронин М. И.* К истории изысканий и проектирования Петербурго-Московской железной дороги.— В кн.: Сб. ЛИИЖТа. М., 1952, вып. 143, с. 59.

ные проекты, а потом окончательные. К проектированию Мельников привлек инженеров В. И. Граве, Д. И. Журавского и С. Ф. Крутикова.

16 декабря 1842 г. Мельников представил главному управляющему предварительный проект моста через р. Волхов, составленный инженером В. И. Граве. По этому проекту мост имел пять основных пролетов с ездой по низу и один разводной для пропуска судов с высокими мачтами. Пролетные строения состояли из трех неразрезных ферм системы Гау: одной средней и двух крайних, между которыми проходили две линии железной дороги. Для предохранения моста от гниения предполагалось покрыть его железной крышей. В пояснительной записке к проекту Мельников писал: «Для ферм крытого моста принята такая система, которая допускает с безопасностью большие отверстия, с тем, чтобы от уменьшения числа быков избежать стеснения глубокой, хотя и не быстрой, реки, в особенности же избежать издержек от построения лишних устоев при большой глубине. Принятая система испытана с совершенным успехом на мосте чрез р. Коннектикут на дороге Western railroad в Америке. Г. Уистлер, строивший мост, свидетельствует о совершенной безопасности употребления этой системы и при отверстиях, значительно больших 25,5 саж., принятых для Волховского моста»².

Эти «обоснования» принятой системы временная техническая комиссия нашла вполне убедительными и 24 февраля 1843 г. одобрила предложения П. П. Мельникова. Только к вопросу, необходимо ли устраивать крышу над Волховским мостом, комиссия сочла нужным вернуться позднее и подвергнуть его «подробнейшему соображению».

9 февраля 1843 г. Мельников представил предварительный проект моста через р. Мсту и, наконец, 27 марта 1843 г. — проекты сооружений для перехода Петербурго-Московской железной дороги через р. Веребью. Для моста через р. Мсту была принята та же система, что и для Волховского моста, только по условиям местности была предположена езда по верху фермы. Для перехода через глубокий овраг речки Веребьи были составлены проекты двух видов сооружений: проект трубы и насыпи до горизонта дороги и проект моста на высоких быках.

² ЦГИА СССР, ф. 249, оп. 1, д. 3189, л. 15.

Проект трубы и смету на работы и материалы для ее построения составил Д. И. Журавский³. Он же произвел вычисление объема земляных работ при различных способах перехода через овраг речки Веребьи⁴. Труба была спроектирована в три пролета, состоящие из полукруглого кирпичного свода вверху, опрокинутого кирпичного свода по дну и вертикальных кирпичных стен. Стены и дно предполагалось покрыть гранитом, а верхние своды — слоем цемента. Толщина стен составляла 2,76 м, высота 3,2 м. Внешние стены имели толщину вверху 1,75 м, внизу — 2,36 м. Верхний свод должен был иметь толщину 1,37 м, опрокинутый свод — 0,91 м. Отверстие каждого пролета в свету составляло 6,4 м и было рассчитано для пропуска наиболее высоких весенних вод. Трубу предполагалось установить на сваях, забитых на определенном расстоянии одна от другой, и обнести рядом шпунтовых свай. «Мера эта необходима по причине слабого песчаного грунта, составляющего дно оврага, на коем труба должна быть устроена»⁵. Насыпь предполагалась шириной 13,7 м в верхней части. Наибольшее возвышение насыпи составляло 49,4 м.

Предварительный проект моста через овраг речки Веребьи составлял В. И. Граве. Он спроектировал горизонтальный мост по образцу Волховского, только с ездой по верху: «размеры фермы те же, как и в мосте через Волхов, а устройства внутренних скреплений ферм одинаковы с мостом через Мсту, в коем тоже езда предполагена по верху»⁶.

Обсуждая достоинства того и другого способов перехода через Веребью в техническом отношении, П. П. Мельников писал:

«Главное преимущество употребления трубы и на ней насыпи состоит в том, что ежели строение упрочится несколькими годами, то существование его может быть рассматриваемо беспредельным, но с другой стороны, так как насыпь на Веребье имеет размеры, которые едва ли встречались где-либо на других дорогах, то нельзя иметь ту же степень уверенности в прочности трубы и самой насыпи, как когда бы размеры их были оправданы примерами уже существующих подобных сооружений, к тому

³ См. его рапорт от 13 марта 1843 г. — ЦГИА СССР, л. 250, оп. 1, д. 9. л. 71.

⁴ Там же, л. 497 и след.

⁵ Там же, л. 78.

⁶ ЦГИА СССР, ф. 219, оп. 1, д. 3210, л. 81 об.

же дно оврага, где должна быть устроена труба, состоит из непрочного песчаного грунта...

Главные возражения против принятия в овраге Веребьи моста описанной системы могут состоять в употреблении дерева и в огромной высоте кирпичных быков, простирающейся в самых больших до 140 фут⁷, подобные размеры едва ли встречаются в каком-либо из существующих строений этого рода. Но, впрочем, при этих размерах давление на единицу площади кирпича и на сваю не превосходит... предела, допускаемого строителями при употреблении материалов лучшего достоинства»⁸.

Сравнивая оба способа перехода через Веребью в экономическом отношении, Мельников нашел, что устройство трубы с насыпью на ней будет стоить почти вдвое дороже, чем сооружение моста. «Разность эта становится ощутительнее, ежели бы дать мосту не горизонтальное положение, а наклонное в 0,0078»,— писал он. В этом случае потребуется меньше земляных работ, каменных работ, меньше леса... Принимая в соображение столь значительную разность в издержках,— заключает он,— предполагается употребить для перехода через Веребью не трубу, а мост такого устройства, как изображено на чертежах, с тою лишь разницею, что вместо горизонтального дать ему наклонное положение в 0,0078. При столь малом наклонении моста и с постоянными точками опоры, какие положено иметь в береговых устоях, нет причины опасаться бокового давления на быки»⁹.

Мельников рассчитывал уже в 1843 г. начать подготовительные работы к строительству мостов: выкопать ямы для устоев и быков, забить сваи, сделать сараи для хранения материалов и инструмента и пр. Но начальство не торопилось с утверждением проектов. Инженеры тем временем работали над их улучшением. В рапорте 27 мая 1843 г. Мельников предложил в мосте через р. Мсту «заменить кирпичную кладку верхней части быков деревянною системою, которая удовлетворяла бы условиям прочности, долговременности, удобства возобновления, легкости и, наконец, условию сокращения издержек»¹⁰. Предложенная система состоит из деревянных столбов, поддерживающих груз моста, которым приданы «такие размеры в поперечном сечении, чтобы при встрече самых

⁷ 42,7 м.

⁸ ЦГИА СССР, ф. 219, оп. 1, д. 3210, л. 81—82.

⁹ Там же, л. 84.

¹⁰ ЦГИА СССР, ф. 250, оп. 1, д. 9, л. 160.

грузных поездов квадратный дюйм поперечного сечения дерева выдерживал более 3 пудов давления¹¹. Изгибание столбов предупреждается употреблением системы раскосов и болтов совершенно подобной системе самих ферм моста, которых прочность достаточно оправдывается опытом при значительно невыгоднейшем действии сил»¹². Для предупреждения «порчи дерева» деревянные части быков предполагалось покрыть обшивкой из листового железа.

2 июня 1843 г. Временная техническая комиссия одобрила предложение Мельникова о замене верхней части кирпичных быков в мосте через Мсту деревянной раскосной системой, а 9 июня согласилась с его мнением о преимуществе моста, имеющего уклон в 7,8‰, при устройстве перехода через речку Веребью. Последнее предложение комиссия одобрила, учитывая его экономические преимущества, «тем более что с принятием деревянного строения быков ценность моста еще значительно сократится»¹³.

Через полтора месяца проектировщики мостов представили новые сметы на первую часть работ по строительству мостов через Мсту и Веребью. Однако строительные работы в 1843 г. начаты не были. Хотя производство всех этих работ принимал на себя подрядчик (барон Корф), однако торги на сдачу этих работ успеха не имели. Вследствие этого Клейнмихель приказал Мельникову «составить немедленно полные проекты сим мостам, дабы можно было отдавать работы сии оптом, и представить мне таковые проекты непременно в течение нынешнего года не позже 1-го декабря»¹⁴.

К концу 1843 г. полные проекты мостов в Северной дирекции были готовы. 15 декабря Мельников представил проект моста через Волхов (автор проекта В. И. Граве), 11 января — через Веребью (автор Д. И. Журавский) и 31 января — через Мсту (автор С. Ф. Крутиков).

Наибольшим изменениям по сравнению с предварительным проектом подвергся мост через р. Веребью рис. 1 и 2. «Верхняя поверхность моста, — писал о новом проекте П. П. Мельников, — имеет наклонное положение в 0,0078, следуя наклону смежных частей полотна железной дороги. Следствием этого изменилась высота быков и

¹¹ 7,62 кг/см².

¹² Там же, л. 160—161.

¹³ Там же, л. 182.

¹⁴ Предписание от 13 сентября 1843 г. — Там же, л. 373.

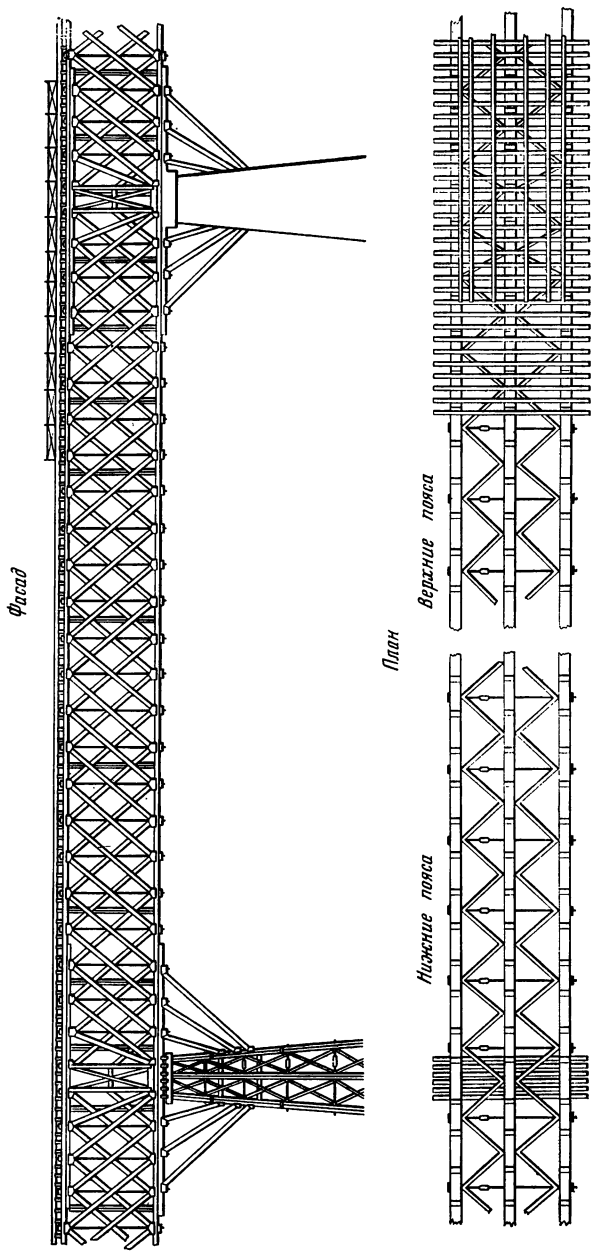


Рис. 1. Фасад и план одного пролета Веревьинского моста

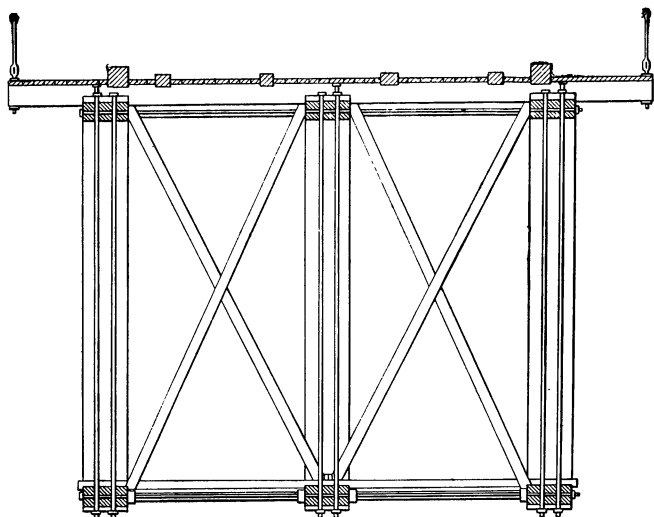


Рис. 2. Поперечный разрез пролетного строения Веревьинского моста

размеры береговых устоев, последняя значительно сократилась, так что аркады, их составляющие, имеют одним отверстием менее, именно: правый четыре вместо пяти аркад, а левый 3 вместо четырех. Пользуясь этим сокращением длины устоев, измерения по толщине столбов в аркадах увеличены на 3 фута и через то придана им большая устойчивость»¹⁵.

Уменьшение размеров береговых устоев, сделанное Д. И. Журавским, встретило непонимание и даже противодействие со стороны начальника V отделения Северной дирекции инженера И. Г. Верига, в подчинении которого находился Д. И. Журавский. Верига писал Мельникову, что «это изменение, ослабляющее сооружение», без его, П. П. Мельникова, разрешения допущено им не будет¹⁶. Он также не был согласен с Д. И. Журавским, спроектировавшим основание одного из береговых устоев на разных уровнях (уступом). Однако Мельников поддержал предложения Журавского.

Верхняя часть быков в новом проекте Веревьинского моста, как и в мосте через Мсту, сделана из дерева. «Деревянными частям быков назначена такая высота, что-

¹⁵ ЦГИА СССР, ф. 219, оп. 1, д. 3210, л. 392.

¹⁶ ЦГИА СССР, ф. 250, оп. 1, д. 9, л. 384.

бы подошва их была достаточно удалена от поверхности земли для предупреждения вредного влияния сырости или опасности от поджога. Самый высокий деревянный бык имеет 75 фут»¹⁷.

О других изменениях в проекте Мельников писал:

«В основаниях быков и устоев гранитные лежачки заменены деревянным роствергом и в смете длина свай и работа, требующаяся для забивки, определены по опыту бойки пробных свай по две в каждом быке и устое.

В ферме не сделано изменений, кроме некоторого уменьшения в широте вертикальных крестов над быками, вынужденного меньшей шириной деревянных против прежних кирпичных быков. Следствием этого увеличилось на 3 дюйма и расстояние между вертикальными болтами фермы; в самих болтах прибавлены, по совету г-на Уистлера, чугунные подшляпники и подгаечники.

Верхняя настилка на фермы упрощена с сокращением издержек и уменьшением груза моста: в прежнем проекте поперечные балки покрывались полом из досок на два ската с одеждою их железом; на этот пол положены были продольные брусья в 4 ряда и на них еще поперечины, на которых укреплялись рельсы. Теперь рельсы лежат прямо на поперечных балках, которые обнимаются железною крышею, лежащею между ними в наклонном положении на 2 ската, поддерживаясь без досок прямо на решетинах, укрепленных на доски, поставленные на ребро вдоль поперечных балок»¹⁸.

Каких-либо расчетов на прочность в пояснительных записках к проектам мостов Северной дирекции не содержится. Мосты проектировались по имевшемуся образцу. Представляет интерес, как выбиралась высота ферм Гау для мостов средней длины. Об этом можно судить по пояснительной записке к проекту моста через р. Кереть, составленной инженером В. И. Кирхнером¹⁹. Высота ферм этого однопролетного моста отверстием 23,5 м с ездой по верху выбиралась следующим образом. Сначала из условия прочности для балки прямоугольного поперечного сечения, лежащей на двух опорах и нагруженной силой P по середине $P=4Rbh^2/6l$ (следует ссылка на II часть «Практической механики» Н. Ф. Ястржембского (СПб., 1838, с. 217 и 221)), определялась сила R . При

¹⁷ 22,86 м.— ЦГИА СССР, ф. 219, оп. 1, д. 3210, л. 393.

¹⁸ Там же, л. 393—394.

¹⁹ ЦГИА СССР, ф. 219, оп. 1, д. 3275, л. 33—34.

этом в качестве b принималась ширина двух поясов, h — высота фермы, а l — длина фермы уже существующих мостов, т. е. моста через р. Коннектикут. R — «предел упругости сгибаемых тел» для слабой сосны принимается равным 20 пудам на квадратный дюйм (50,8 кг/см²). Далее по найденному значению P и новой длине l при прежних значениях остальных величин по той же формуле определялась высота h . Автор записки делает оговорку: «Хотя сия формула не может служить для определения точной силы P для фермы, состоящей из досчатых поясов, соединенных крестообразными брусьями, но по крайней мере безошибочно можно принять ее для руководства в определении величины h ... ибо отношение между величинами должно быть то же самое»²⁰.

Одновременно составлялись проекты больших мостов и в Южной дирекции. Возглавлял эту работу инженер путей сообщения Н. И. Антонов, который имел опыт в мостовом деле: он построил несколько мостов на Московском шоссе. Для Петербурго-Московской железной дороги он составил проекты мостов через реки Волгу, Тверцу и Шошу. В рапорте от 20 января 1843 г. при представлении подробного проекта моста через Волгу Н. О. Крафт писал: «Строительного отряда поручик Антонов употребил самых усердных и пристальных трудов на составление сего проекта со сметой и на разведку каменного дна реки в продолжении 2¹/₂ месяцев. Разведка сия продолжалась весьма долго, дабы убедиться в прочности каменного грунта, который некоторые полагали только на поверхности и тонким слоем; но дно реки было разведано в разных местах более чем на 2 сажени, и грунт оказался весьма твердым»²¹.

Мост через Волгу был спроектирован трехпролетным на каменных береговых устоях и быках с деревянными фермами Гау. В пояснительной записке, подписанной Н. О. Крафтом, содержатся вычисления «устойчивости» ферм моста. Со ссылкой на Навье²² определяется «момент сопротивления фермы» как балки, состоящей из

²⁰ Там же.

²¹ ЦГИА СССР, ф. 219, оп. 1, кн. 3, д. 3207, л. 39.

²² Navier. Resumé des leçons données à l'École des Ponts et Chaussées sur l'application de la mécanique à l'établissement des constructions et des machines. 2^e éd. P., 1833, § 512.

верхнего и нижнего поясов (рис. 3)

$$M = \frac{Rb(h^3 - h'^3)}{6h},$$

где R —«коэффициент сопротивления излому», принимаемый для соснового дерева равным 60 кг/см^2 .

Далее определяется «момент наибольшего давления» по формуле

$$M' = \frac{1}{8}pl^2,$$

где p — погонная нагрузка, а l — длина пролета. Нагрузка состоит из собственного веса фермы без крыши и обшивки и веса паровоза (24 т), тендера (12 т) и четырех вагонов (60 т) и считается равномерно распределенной по длине пролета. Сравнение результатов показывает, что «момент сопротивления превосходит момент давления».

«Это показывает, — заключает автор записки, — что мост, устроенный без железной крыши, без обшивки досками и при случайном грузе одного только поезда, будет иметь надлежащую устойчивость»²³.

Тот факт, что каждая ферма подперта еще подкосами, по мнению автора записки, идет в запас прочности. В этих расчетах было принято, что каждая из трех ферм при проходе одного поезда в равной мере участвует в сопротивлении. Далее проводятся аналогичные расчеты, когда при проходе поезда сопротивляются только две фермы. И тоже получаются удовлетворительные результаты.

Нагрузка, приходящаяся на каждый вертикальный железный стержень, вычисляется из условия равномерного ее распределения между всеми стержнями фермы. В случае, когда мост покрыт крышей и в одном пролете встретились два поезда, на каждый стержень приходится 2375 кг нагрузки, что при диаметре стержней 2 дюйма (5,08 см) дает напряжение 117 кг/см^2 . Это значительно меньше того напряжения, которое «железо может выдерживать, не теряя своего эластичества».

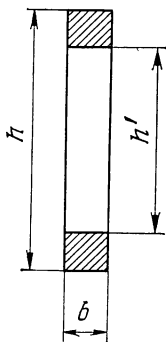


Рис. 3

²³ ЦГИА СССР, ф. 219, оп. 1, кн. 3, д. 3207, л. 49—50.

«Но поелику стержни могут быть подвержены не только постоянному давлению,— пишет далее автор записки,— но и ударам (если бы могло случиться, что паровоз сойдет с рельсов) и сверх того, как известно, что железо от частых сотрясений теряет свою прочность, то из сего следует, что весьма благоразумно стержням дать предполагаемую толщину в 2 дюйма и сверх того подвергнуть их опытам растягивания под грузом по крайней мере 5 тонн. Эти опыты должно производить посредством гидравлического прессы, которые имеются на каждом несколько значительном заводе»²⁴.

Временная техническая комиссия, рассматривавшая 29 и 30 марта 1843 г. проект моста через Волгу, признала необходимой «пробу» железных стержней, предложенную Н. О. Крафтом, для всех больших мостов и сочла нужным «ограничить сие испытание силою растяжений втрое большей той, которую стержни на самом деле должны выдерживать», «дабы усиленную пробую не подвергнуть металлу расслаблению»²⁵.

По окончании строительства моста, по мнению Н. О. Крафта, его следует подвергнуть следующим испытаниям: «Необходимо будет нагрузить столько вагонов наибольшим грузом, в них помещаемым, сколько на всем мосту может их уставиться, и оставить оные на двух путях в продолжение двух или 3-х дней и потом должно будет производить по мосту в продолжение пескольких дней сряду самые быстрые встречные проезды с сими грузами. Если и после сих опытов не окажется осадки в фермах, то не может оставаться ни малейшего сомнения в прочности моста...»²⁶.

Временная техническая комиссия одобрила программу испытания, предложенную Н. О. Крафтом, для всех больших мостов и определила, чтобы наибольший испытательный груз был принят в 60 пудов на погонный фут (3225 кг/м)²⁷.

После одобрения Временной технической комиссией проекты больших мостов подлежали «высочайшему» утверждению. 27 июля 1843 г. по докладу П. А. Клейн-михеля был утвержден проект моста через реку Волгу, 23 декабря того же года — проект моста через Тверцу. Далее были утверждены 25 января 1844 г. проект моста

²⁴ Там же, л. 51.

²⁵ Там же, л. 91—92.

²⁶ Там же, л. 51—52.

²⁷ Там же, л. 92.

через Волхов, 2 марта — через Веребью и 16 марта 1844 г. — через Мсту. При утверждении проекта моста через Тверцу неожиданно возник вопрос, «какие меры будут приняты, дабы мосты деревянные не могли подвергаться опасностям от искр, из локомотивов обыкновенно выходящих»²⁸. Так как П. А. Клейнмихель сам не мог ответить на этот вопрос, то через некоторое время он доложил ответ инженера Джорджа Уистлера: «Для этого предполагается полы покрыть листовым железом и в тех местах, где потребуются крыши, сделать их из железа. Сколько мне известно, эти меры предосторожности гораздо значительнее других, для сего принимаемых, и я уверен, что они совершенно обезопасят мосты. Опыт показал, что искры паровозов не так опасны, как полагали. Во многих местах для обезопасения мостов ограничиваются посыпкою полов небольшим слоем песка и в некоторых выстилкою... (?). Что же касается до крыш, то они везде деревянные»²⁹.

В феврале 1844 г. строителями больших мостов были назначены: Волховского моста — В. И. Граве, Веребьинского — Д. И. Журавский, Мстинского — С. Ф. Крутиков, Волжского — Н. И. Антонов. Весной 1844 г. началось строительство больших мостов. В марте Мельников доносил главному управлению: «17 числа сего марта по совершению молебствия приступлено к устройению моста через р. Волхов на основании контракта, заключенного с отставным майором Трувеллером. Работа начата забивкою свай для подмостей около быка № 5 и от берега к быку сему. Она производится денно и ночью, дабы воспользоваться остатком удобного времени для бойки свай со льда»³⁰.

Строительство мостов, как и строительство всей дороги, велось на основании подрядов. Такой способ строительства был выгоден правительству по многим соображениям. Во-первых, подрядчики делали уступку до 10—12% со сметной стоимости подряда. Они охотно шли на эту уступку, надеясь с лихвой возместить ее за счет эксплуатации рабочих. Во-вторых, подрядчики вносили залог в обеспечение подряда в размере от $\frac{1}{10}$ до $\frac{1}{3}$ подрядной суммы. В случае невыполнения подряда в срок Департамент железных дорог имел возможность штрафовать подряд-

²⁸ Там же, д. 3298, л. 11.

²⁹ Там же, л. 13 (перевод).

³⁰ Там же, д. 3189, л. 120.

чика и даже в обеспечение себя от убытков не возвращать ему залога. Подрядчики в основном сами заботились о привлечении рабочих на строительство дороги и заключали с ними договоры. То обстоятельство, что правительственные власти не входили в непосредственные отношения с рабочими, было выгодно правительству и по политическим соображениям. При недоразумениях, недовольствах или волнениях среди рабочих правительство всегда имело возможность переложить вину на подрядчиков³¹.

К работе на строительство дороги привлекались государственные и помещичьи крестьяне, за которыми числились недоимки. Подрядчики жестоко эксплуатировали рабочих³². В договорах, которые они заключали с рабочими артелями, всегда имелся пункт о «круговой поручке», который позволял им вести работы безубыточно. За прогул, пьянство и самовольную отлучку рабочего во время работы подрядчики вычитали с артели. В случае побега с работы оставшиеся по круговой поручке должны были отбывать за них положенные уроки. В результате многочисленных штрафов и обчетов осенью по окончании работ рабочие артели часто оказывались в долгу перед подрядчиками. Недовольство рабочих подрядчиками выливалось в стихийные волнения, часты были побеги рабочих со стройки.

Особенно в тяжелом положении находились землекопы. Но и рабочие, занятые на строительстве мостов, также жесточайшим образом обманывались и обчитывались. Подряд на строительство мостов через Волхов, Мсту и Веребью был отдан отставному майору Трувеллеру, который, в свою очередь, заключал договоры на поставку различных материалов и на производство отдельных видов работ каждый раз с новым субподрядчиком. При расчете Трувеллер, как правило, недодавал им под тем или иным предлогом большие суммы. Спорные суммы всегда покрывались недоплатой рабочим³³. Другим источником обо-

³¹ Уродков С. А. Петербурго-Московская железная дорога: История строительства. Л., 1951, с. 102—103.

³² Каргин Д. И. Рабочие на постройке Петербурго-Московской железной дороги.— Арх. истории труда в России, Пг., 1922, кн. 3; *Его же*. Условия труда рабочих при постройке Петербурго-Московской железной дороги.— Там же, кн. 5; Уродков С. А. Петербурго-Московская железная дорога, с. 107 и след.

³³ Уродков С. А. Петербурго-Московская железная дорога, с. 119.

гащения Трувеллера была выделка кирпича. Приказчик Трувеллера браковал от 30 до 50% выделанного кирпича, за что рабочим недоплачивали крупные суммы. Когда приходили новые рабочие, «бракованный» кирпич пускался в дело³⁴.

Одной из форм эксплуатации рабочих было насаждение пьянства в пределах железнодорожной полосы. Винные откупа были одной из доходных частей бюджета, и потому министр финансов Е. Ф. Канкрин позаботился о скорейшей организации питейных заведений вдоль линии дороги, добившись на то особого указа сената. Инженеры, и в особенности П. П. Мельников, пытались противодействовать спаиванию рабочих. Так, они не разрешили крупному откупщику открыть питейный дом на месте строительства мостов через реки Мсту и Веребью, отговорились отсутствием распоряжения своего прямого начальства³⁵. Министр финансов Ф. П. Вронченко в октябре 1843 г. жаловался Клейнмихелю, что действия инженеров противоречат указу сената. По его настоянию, Клейнмихель вынужден был предписать железнодорожной полиции «наблюдать» за исполнением указа.

Начальники дирекций П. П. Мельников и Н. О. Крафт и вообще весь инженерный состав не имели права контролировать подрядчиков по вопросам труда, быта и оплаты рабочих. Роль их сводилась к руководству строительством только в техническом отношении, т. е. к ответственности за соответствие построенных сооружений проектам и за сроки исполнения работ. Такое положение инженеров принижало их роль в строительстве³⁶. Много лет спустя П. П. Мельников писал по этому поводу: «Ход дела много задерживался от неудовлетворительности самой организации оного: начальники работ лишены были инициативы в распоряжениях от неимения почти участия в хозяйственной стороне дела, которая была представлена Департаменту железных дорог, составленному из людей, с этим делом вовсе не знакомых»³⁷.

По мере того как продвигалось строительство моста, Д. И. Журавский работал над улучшением его проекта. В апреле 1845 г. он предложил уменьшить число подко-

³⁴ Там же, с. 150.

³⁵ *Каргин Д. И.* Рабочие на постройке Петербурго-Московской железной дороги.— Арх. истории труда в России, кн. 3, с. 122.

³⁶ *Воронин М. И., Воронина М. М.* Павел Петрович Мельников. Л., 1977, с. 44.

³⁷ Там же, с. 42.

сов, поддерживающих ферму, и заменить чугунные подушки, в которые упираются подкосы, идущие от фермы к быкам, дубовыми. Благодаря этому достигалась экономия средств до 6 тыс. рублей серебром³⁸. В том же 1845 г. было решено нижнюю часть быков в мостах через Мсту и Веребью сделать не сплошной кирпичной, а из столбов, соответствующих ногам верхней деревянной части, с кирпичными простенками между ними и сплошной по окружности стеной³⁹. В мае 1846 г. Журавский выступил с предложением сделать в массивах кирпичной кладки береговых устоев пустоты, которые, не уменьшая «крепости сооружения», обеспечат тщательность кладки и уменьшат «потребность кирпича, выделка которого отстает от наряда»⁴⁰. В марте 1847 г. Журавский выступил с новыми предложениями по улучшению береговых устоев и каменных быков моста, а также предложил уничтожить боковую досчатую обшивку моста, что привело к уменьшению его веса⁴¹. Вместе с тем он предложил пропитывать предохранительным составом не только пояса, но и все деревянные части ферм.

Однако главным достижением Д. И. Журавского в этот период явилось определение им усилий в частях фермы Гау, создание теории расчета ферм, которая до того не существовала. Непосредственным толчком к расчету фермы послужила потребность определить усилия в железных болтах. По контрактам, заключенным с подрядчиком Трувеллером, железные детали мостов, в особенности болты, входящие в состав ферм, «должны быть лучшей заводской выделки и из самого лучшего железа», сверх того они должны быть «испытаны на самом заводе инженерным офицером и при опыте должны выдерживать силу расторжения втрое более той, которую они на самом деле будут выдерживать»⁴². В сентябре 1844 г. Департамент железных дорог предложил П. П. Мельникову вычислить, «какой силе они на деле должны подвергаться»⁴³. 25 октября того же года Мельников представил приблизительный расчет напряжений, «коим подвергаются вертикальные стягивающие болты в мосте через

³⁸ ЦГИА СССР, ф. 219, оп. 1, д. 3209, л. 240—242.

³⁹ Там же, д. 4007, л. 29.

⁴⁰ Там же, л. 67—68.

⁴¹ Там же, л. 140—143.

⁴² Там же, д. 3189, л. 129.

⁴³ Там же.

Веребью, не принимая в рассуждение влияния сотрясений в системе, возбуждаемых проходом поезда»⁴⁴.

В этом расчете предполагается, что вес фермы распределяется между всеми стержнями равномерно, так что на каждый стержень приходится около 3,5 т. Кроме того, принимая во внимание самый невыгодный случай, когда оба локомотива встретятся на мосту, каждый из стержней средней фермы получит добавочное усилие в 3,5 т. Общее усилие в каждом болте будет 7 т, что при диаметре болта 2 дюйма составит напряжение 2,22 т на квадратный дюйм (344 кг/см²). На основании этого расчета Мельников заключил, что все стержни должны быть подвергнуты растяжению напряжением, в три раза бóльшим, т. е. 6,66 т на квадратный дюйм, или округленно 7 т на квадратный дюйм (1085 кг/см²). Кроме того, он полагал, что 5% всех стержней должны быть подвергнуты напряжению до 20 т на квадратный дюйм (3100 кг/см²), которое должно выдерживать хорошее железо без разрыва.

Этот расчет, поскольку он относился к мосту через Веребью, вероятно, был составлен Д. И. Журавским. Несмотря на приблизительный характер расчета, значение его для истории строительной механики велико. Он послужил стимулом для дальнейших поисков молодого инженера. Чувствуя несовершенство своего первоначального расчета, Журавский начал искать способы для более точного определения усилий в стержнях фермы. И таким образом пришел к одному из первых в истории строительной механики методов расчета ферм. По словам самого Журавского, этот расчет был им выполнен в начале 1845 г.⁴⁵

Журавский не ограничился аналитическим определением усилий в частях фермы. Он поставил многочисленные опыты над моделями ферм. Вначале (1847 г.) Клейнмихель одобрительно отнесся к его опытам и приказал Мельникову «способствовать г. Журавскому зависящими от дирекции средствами» и, между прочим, разрешил отнести «за счет экстраординарной суммы те расходы, какие могут оказаться нужными для приобретения при опытах приборов»⁴⁶. Пользуясь этим разрешением, Мельников в октябре 1849 г. добился выдачи Журавскому 250 рублей «взамен расходов, сделанных им из собствен-

⁴⁴ Там же, л. 132.

⁴⁵ *Журавский Д. И.* О мостах раскосной системы Гау. СПб., 1855, ч. I, с. VII.

⁴⁶ ЦГИА СССР, ф. 219, оп. 1, д. 4121, л. 1.

ности, при сделании большого числа моделей системы и устройства прибора, служившего для ломанья сих моделей на опыте»⁴⁷. Но когда в апреле 1853 г. Мельников ходатайствовал о выдаче Журавскому еще 400 рублей, «израсходованных им на переписывание сочинения, перечерчивание и делание опытов над моделями поясов деревянных ферм»⁴⁸, то эта просьба удовлетворена не была.

Хотя в 1845 г. при расчете однопролетной фермы Журавский и обнаружил, что усилия в стержнях фермы значительно различаются в зависимости от того, где расположен стержень, на краю фермы или на середине, он не сделал тогда никаких конструктивных изменений в стержнях фермы, вероятно, полагая, что в неразрезной ферме, какими были фермы Веребьинского моста, распределение усилий будет иным. В 1848 г. были вычислены напряжения в стержнях и раскосах неразрезной фермы и Журавский выступил с предложением изготовлять металлические стержни для ферм не одинакового поперечного сечения, как предполагалось по первоначальному проекту, а различного в соответствии с тем наибольшим усилием, которому этот стержень будет подвергаться в процессе эксплуатации моста. От этого нововведения, как писал П. П. Мельников, «мост чувствительно выиграет в прочности при незначительном увеличении общего веса железа»⁴⁹. Представляя в октябре 1848 г. во Временную техническую комиссию записку Д. И. Журавского, Мельников отмечал, что она «плод продолжительных и весьма основательных изысканий, представляет, по моему мнению, весьма полезные выводы и бросает свет на теорию деревянной системы, которая не была до сих пор изучена и которая между тем входит в большое употребление, особенно в России»⁵⁰.

На заседании технической комиссии 1 февраля 1849 г. было доложено, что совещательный инженер Дж. Уистлер согласился с предложенным Д. И. Журавским распределением в фермах стержней различной толщины и заметил только, что поскольку нарезка уменьшает толщину стержня, то полезно было бы утолстить концы стержней, на которых делается нарезка, таким образом, чтобы диаметр нарезки был равен диаметру самого стержня. Техническая комиссия согласилась с

⁴⁷ Там же, л. 49.

⁴⁸ Там же, л. 157.

⁴⁹ Рапорт П. П. Мельникова от 23 авг. 1848 г.— Там же, л. 2.

⁵⁰ Там же, л. 31.

предложением Д. И. Журавского и замечанием Дж. Уистлера и высказала пожелание, чтобы при дальнейшем изучении ферм американской системы «не ограничиваться одними усовершенствованиями в стержнях, но обратить внимание и на неравномерность растягивания и сжатия самих поясов в различных частях ферм»⁵¹.

Ознакомившись с этим решением комиссии, Клейнмихель испугался низкой прочности мостов и велел «комиссии определить, какие и где провести опыты и донести мне ныне же за общим с начальниками дирекций подписанием, имеют ли строящиеся мосты системе совершенно надежной устойчивости»⁵². Комиссия вынуждена была успокоить главноуправляющего: «Новое предположение возникло не из сомнения в достаточной прочности мостов, устроенных с употреблением болтов равной толщины, а из выводов, обещающих дальнейшее усовершенствование науки», опыты же предполагается производить только на моделях. Что же касается прочности и надежности мостов, то «прежнее убеждение комиссии в этом отношении подкрепляется двухлетним испытанием на самом деле мостов этой системы, находящихся в Колпинском участке»⁵³.

Таким образом, по предложению Журавского и по настоянию Мельникова стержни в фермах больших мостов были сделаны различной толщины: употреблялись стержни диаметром $1\frac{3}{4}$; 2; $2\frac{1}{3}$; $2\frac{1}{2}$ дюйма (44,5; 50,8; 59,3 и 63,5 мм). При этом вес всей фермы мало изменился, тогда так сопротивление стержней увеличилось, по расчетам Журавского, на 56%⁵⁴.

Сечения раскосов в соответствии с расчетами Д. И. Журавского тоже следовало бы сделать не везде одинаковыми, но в мостах Петербурго-Московской железной дороги раскосы были «оставлены без изменения, потому что материал был уже заготовлен в то время, когда изучение системы указало возможность сделать некоторые раскосы тонее»⁵⁵. Впрочем, Журавский при монтаже ферм Веребинского моста размещал заготовленные раскосы с учетом качества древесины так, чтобы наиболее прочные брусья ставились там, где в процессе работы фермы предполагались наибольшие усилия.

⁵¹ Там же, л. 42—43.

⁵² Там же, л. 43.

⁵³ Там же, л. 44—45.

⁵⁴ Журавский Д. И. О мостах раскосной системы Гау. Пг., 1856, ч. II, с. 123.

⁵⁵ Там же, с. 124.

Строительство дороги, и в особенности больших мостов, продвигалось довольно медленно. Царское правительство, вынужденное для поддержки своей реакционной политики в Европе содержать большую армию, задерживало ассигнования на строительство дороги. В 1848 и 1849 гг., когда царские войска были брошены на подавление революции в Венгрии, строительные работы велись лишь на отдельных участках дороги⁵⁶.

Забивка свай для мостов, начатая весной 1844 г., была продолжена осенью и зимой того же года. Продолжалась она и зимой 1845/46 г. Весной 1845 г. должны были начаться каменные работы. В районе Веребьинского моста была построена печь для выделки кирпича.

Одним из первых (летом 1846 г.) был готов мост через Обводной канал в Петербурге. Это был один из первых мостов системы Гау, построенных в Европе. Он имел три пролета: средний (длиной около 32 м) над каналом и два крайних над дорогами. Кирпичные опоры этого моста были облицованы гранитом. Фермы среднего пролета были выше ферм крайних пролетов.

В 1847 г. был закончен небольшой участок дороги от Петербурга до Колпино протяжением 23,5 версты. 7 мая на этом участке началось движение поездов.

Из отчета⁵⁷ на 1 января 1848 г. видно, что к этому времени на Веребьинском мосту был полностью готов только один бык, у четырех других было готово только каменное основание. Три быка и оба береговых устоя были готовы только наполовину. Не были закончены каменные работы на Мстинском и Волховском мостах. На малопролетных мостах Южной дирекции (через Шошу, Тверцу, Тьмаку) были готовы быки и береговые устои, у моста через Волгу один береговой устой не был окончен, а на строительстве моста через овраг Сходню каменные работы были едва начаты.

К концу 1849 г. все быки и устои Веребьинского моста были закончены. В 1850 г. была произведена сборка ферм. При изготовлении ферм Веребьинского моста

⁵⁶ Салов В. В. Начало железнодорожного дела в России 1836—1855 гг.— Вестн. Европы, 1899, N 4, с. 642; Панаев В. А. Воспоминания.— Рус. старина, 1901, т. 107, № 7, с. 41.

⁵⁷ Чертеж моста через р. Веребью на Северной дирекции С.-Петербургско-Московской железной дороги. Отчетный план произведенных работ моста через р. Веребью по 1 января 1848 г. Чертил топограф Караченцев. Представил генерал-майор Мельников.— Б-ка ЛИИЖТа (там же имеются аналогичные отчеты по другим мостам).

была сделана платформа из гладко оструганных досок, составляющих одну плоскость. На этой платформе вычерчивалось сразу несколько панелей фермы в натуральную величину с учетом придания ей необходимого строительного подъема. По этому чертежу делались шаблоны всех деревянных частей фермы, по которым затем изготовлялись раскосы, упорные подушки, доски для поясов. Сборка фермы происходила на лесах, специально для этого устроенных. Все детали доставлялись к третьему пролету моста, считая от петербургской стороны. Здесь было сооружено подъемное устройство, состоящее из трех наклонных брусев, по которым с помощью двух лебедок поднимались тележки с материалами. Наклонные брусья устанавливались на расстояниях, удобных для подъема раскосов и болтов (5,5 м) и досок поясов (10,7 м). Материалы поднимались на высоту нижнего пояса ферм и далее по дорожкам, настланным на лесах, доставлялись к месту работ. Такой способ подъема материалов на значительную высоту оказался более выгодным, чем тот, который применялся на Мстинском мосту. Там материалы поднимались наверх людьми по специально устроенной наклонной плоскости от земли к лесам.

Д. И. Журавский подробно описал, как происходила сборка ферм Веребьинского моста. Мы на этом останавливаться не будем. Отметим только две детали, специфичные для Веребьинского моста. При строительстве Волховского, Мстинского и других мостов пояса сначала собирались на земле, затем разбирались и вновь собирались уже на месте. Пояса же Веребьинского моста собирались прямо на месте, чем достигалась значительная экономия рабочего времени. На всех мостах Петербурго-Московской дороги с ездой по верху железные стержни, скрепляющие пояса, были вложены сверху и завинчивались снизу. Для подвинчивания этих стержней во время ремонта моста необходимо было устраивать временные леса от земли или подвесные подмости. Стержни же Веребьинского моста были завинчены сверху и могли быть очень легко подвинчиваемы без всяких подмостей через люки, оставленные в железной крыше. На удобство и экономичность ремонта Веребьинского моста по сравнению с ремонтом Мстинского моста указывал инженер А. А. Белелюбский⁵⁸, заведовавший в 1875—1877 гг. ремонтом этих мостов.

⁵⁸ Белелюбский А. А. Ремонт американских мостов системы Гау.— Инженер: Журн. МПС, 1882, т. II, кн. 7/8, с. 239—240.

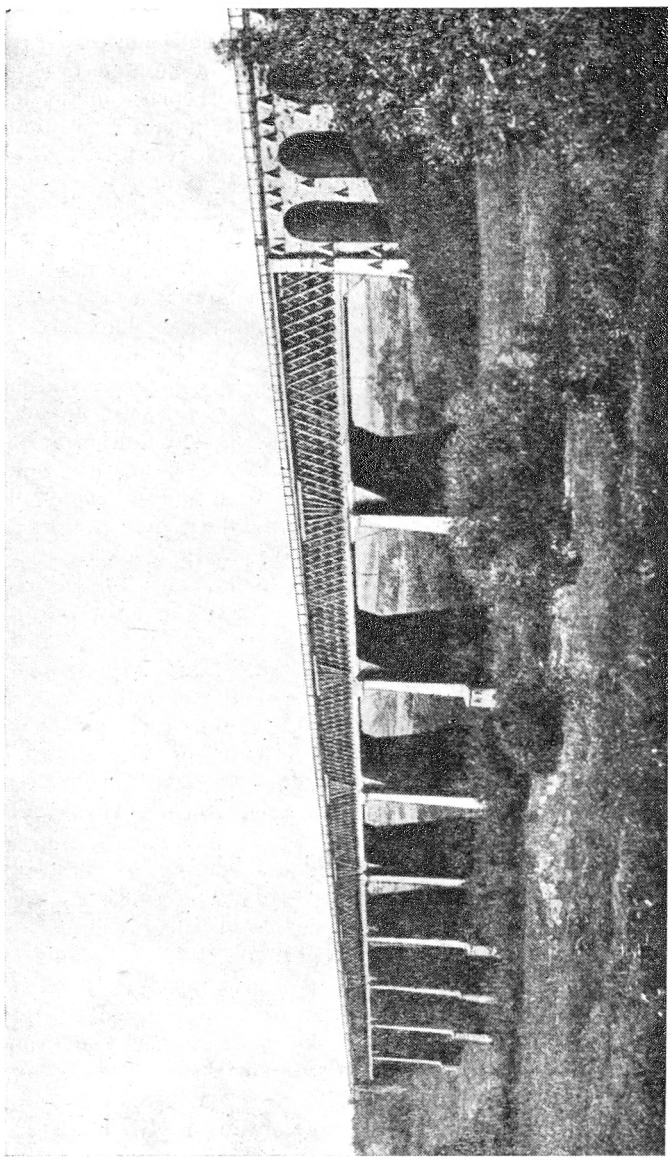


Рис. 4. Веревинский мост

Для предохранения от действия атмосферных осадков все мосты были покрыты крышами из листового железа и, кроме того, верхние и нижние пояса были обшиты досками. Деревянные части быков были также обшиты листовым железом. В 1850 г. новый «совещательный» инженер Браун, прибывший взамен умершего Дж. Уистлера, внес предложение о полной обшивке досками всех мостов. Однако Временная техническая комиссия признала эту меру излишней⁵⁹.

Летом 1850 г. сборка ферм была окончена и проведено испытание мостов. Испытание проводилось самым тяжелым поездом, состоявшим из двух паровозов и четырнадцати нагруженных вагонов. На Веребьинском мосту (рис. 4) было проведено наблюдение над осадкой средней фермы пятого пролета — под этим пролетом не были еще разобраны леса. Наибольший прогиб оказался равным 11,9 мм.

15 июня 1850 г. при осмотре Веребьинского моста Клейнмихель приказал «привести местность у моста в правильный вид»⁶⁰. По этому приказу в течение 1850—1851 гг. проведены были большие работы. Все ямы вокруг моста засыпаны землей и покрыты дерном, по склонам местности сделаны кюветы, обложенные булыжным камнем, вокруг каждого быка сделаны небольшие скаты, также одетые булыжным камнем, каменная кладка быков и устоев покрашена масляной краской под цвет кирпича, деревянные части быков и фермы также покрашены. Сама речка Веребья в окрестности моста выровнена, и берега ее одеты камнем. По тому же приказу были сделаны лестницы вдоль устоев, дорожка вдоль моста шириной более 2 метров и длиной 330 м, пешеходный мостик через Веребью шириной 1,3 м и длиной 20,7 м. Все эти работы к лету 1851 г. были окончены.

Всего на Петербурго-Московской железной дороге было построено 8 больших мостов и 52 моста средней длины (более 8,5 м), у которых деревянное верхнее строение было устроено из ферм системы Гау. Характеристика больших мостов приведена в таблице.

Летом 1851 г. строительные работы на дороге повсеместно заканчивались. И вот по этой еще не оконченной дороге 19 августа из Петербурга в Москву проехал императорский поезд (за три дня до этого по железной дороге

⁵⁹ ЦГИА СССР, ф. 219, оп. 1, д. 4284, л. 17.

⁶⁰ Там же, д. 4008, л. 127.

Основные характеристики больших мостов Петербурго-Московской железной дороги

Река	Строитель моста	Число пролетов	Длина моста, м	Пролет в свету, м	Высота моста, м	Вид езды	Примечания	Дата замены железным мостом
Мста Веребья	С. Ф. Крутиков	9	549,4	57,6	37,2*	По верху	Мост с наклоном в 7,8‰	1880 г.
	Д. И. Журавский	9	489,7	51,2	49,7*	По верху		1881 г. Заменен трубой и насыпью
Волхов	В. И. Граве	5+1	282,0	51,2	10,7	По низу	Один пролет разводной	1874 г.; 1888 г. — разводной пролет
Сходня	М. А. Бениславский	4	245,4	57,1	28,4*	По верху		1864 г. Заменен трубой и насыпью
Волга	Н. И. Антонов	3	194,4	59,7	14,9	По низу	Косой мост	1887 г.
	А. К. Кольман	3	191,0	59,7	17,1	По низу		1875 г.
	Е. Г. Воробьев	2	115,2	55,1	10,7	По низу		1873 г.
	П. А. Глазенап	2	93,9		10,7	По низу		1877 г.

* Высота пути над уровнем вод.

были перевезены из Петербурга в Москву два батальона солдат).

Вот как не без иронии описывает это событие В. В. Салов. «Перед всяким большим мостом императорский поезд останавливался; государь со свитой выходил из поезда, спускался к реке и оттуда любовался проходом поезда по мосту. На Веребьинском овраге... мост был построен на крутом уклоне дороги. Для большей красоты мостовой мастер окрасил железные рельсы черной масляной краской. Ко времени прохода поезда масло не успело еще высохнуть, и как только паровоз вступил на мост своими колесами, он не мог поднять в гору поезда за недостатком сцепления между его колесами и рельсами. Колеса вертелись на месте (буксовали), паровоз же, а вместе с ним и поезд оставались неподвижными. Встревоженные путешественники удивлялись такому бессилию паровоза... Американец Уайнненс и обер-машинист Бартнер, находившиеся на паровозе, соскочили с него на путь, и тогда только обнаружилась причина буксования колес. Немедленно распорядились посыпкою рельсов золою и песком; поезд двинулся далее и, пройдя благополучно мост, остановился...

Нет надобности прибавлять, что не в меру усердный мостовой мастер окрасил рельсы без ведома строителя моста Журавского»⁶¹.

Последнее замечание не лишено смысла, так как ходили слухи, будто Д. И. Журавский сам приказал красить рельсы. Об этом, например, пишет А. И. Дельвиг в своих воспоминаниях⁶², который, правда, на строительстве дороги не работал и во время прохождения императорского поезда находился в Екатеринославле. В. А. Панаев излагает события примерно так же, как В. В. Салов, и отвергает версию одного журналиста, будто Д. И. Журавский, обиженный Клейнмихелем, «задумал насолить ему и решился самопроизвольно и нагло остановить царский поезд на построенном им мосту»⁶³.

Регулярное движение поездов на всем протяжении дороги началось 1 ноября 1851 г. Еще до открытия дороги в 1846—1851 гг. по ней было перевезено 450 тыс.

⁶¹ Салов В. В. Начало железнодорожного дела в России, 1836—1855 гг.— Вестн. Европы, 1899, № 5, с. 119—120.

⁶² Дельвиг А. И. Мои воспоминания. М., 1913, т. 2, с. 280.

⁶³ Панаев В. А. Воспоминания.— Рус. старина, 1901, т. 107, № 7, с. 58.

пассажиров и большое количество товаров. В 1852 г. было перевезено 780 тыс. пассажиров, в 1854 г. число пассажиров превысило миллион, в 1867 г. достигло 1,5 млн.⁶⁴ Неуклонно возрастало количество перевозимых по дороге грузов. Петербурго-Московская, или Николаевская, дорога, как стали ее называть с августа 1855 г., была одной из самых доходных железных дорог России.

По окончании строительства дороги Д. И. Журавский был награжден орденом и произведен в подполковники. Награды получили и другие инженеры, принимавшие участие в строительстве.

Успешное окончание строительства Петербурго-Московской железной дороги свидетельствовало о зрелости русской инженерной школы. Это была первая по длине двухпутная магистраль в мире (644,6 км). Иностранцы поражались ее прямолинейностью и возможностью езды с высокими скоростями.

Одним из крупных достижений русской инженерной мысли было создание Журавским метода расчета мостовых ферм. Его труд был опубликован в «Журнале Главного управления путей сообщения и публичных зданий» в 1850—1855 гг. В мае 1855 г. этот труд был удостоен полной Демидовской премии Петербургской академии наук. Рецензентами были почетный академик М. Г. Дестрем и профессор Петербургского университета, адъюнкт академии, впоследствии академик П. Л. Чебышев. Академия отметила большое практическое значение сочинения Журавского. Оно «удовлетворяет весьма ощутительной современной потребности» страны — говорилось в общем отчете о присуждении Демидовских наград⁶⁵.

Рецензент М. Г. Дестрем отмечал «необыкновенную ловкость автора в аналитических приемах и в приложении положительных наук к строительному искусству». Наряду с теорией расчета ферм М. Г. Дестрем придавал важное значение исследованию Журавским работы составных балок. В добавлении к своему отзыву он писал, что теория Журавского приложима не только к мостам системы Гау, но к любым «мостам раскосной системы, деревянным или железным, какие мосты играют весьма важную роль при построении новейших железных дорог».

⁶⁴ Очерк эксплуатации Николаевской ж. д. Главным обществом российских железных дорог, 1868—1893. СПб., 1894, ч. 1, с. XLII.

⁶⁵ Двадцать четвертое присуждение учрежденных П. Н. Демидовым наград, 28 мая 1855 г. СПб., 1855, с. 3.

«Сколько мне известно,— писал он далее,— составленная г. Журавским теория изложена им прежде, нежели где-нибудь был напечатан разбор раскосной системы; и до сих пор самый разбор нигде не был сделан столь полно и удовлетворительно, как в упомянутом сочинении г. Журавского»⁶⁶.

П. Л. Чебышев рассмотрел математическую часть сочинения. Академия не только присудила Д. И. Журавскому полную Демидовскую премию, но и выдала ему денежное пособие для издания его сочинения. Оно было издано в 1855—1856 гг. в двух частях под заглавием «О мостах раскосной системы Гау».

Глава 5

Железнодорожный вопрос в России середины XIX столетия

После открытия Петербурго-Московской железной дороги правительство приняло решение о строительстве за счет казны железной дороги от Петербурга до Варшавы. Это решение шло вразрез с экономическими интересами страны, которые требовали строительства в первую очередь дороги от Москвы на юг, к Черному морю. Соединяя промышленные районы центра России с сельскохозяйственными районами Юга и портами на Черном и Азовском морях, эта дорога способствовала бы развитию внутренней и внешней торговли и экономическому развитию страны. Дорога же из Петербурга в Варшаву имела чисто стратегическое значение. Даже через 20 лет после окончания строительства, после сооружения целой сети железных дорог Петербурго-Варшавская линия имела «очень второстепенное экономическое значение»¹.

Управление работами по строительству Петербурго-Варшавской железной дороги было поручено инженер-генералу Э. И. Герстфельду, построившему ранее русский участок Варшавско-Венской железной дороги, а помощником к нему был назначен выдающийся русский инженер

⁶⁶ Там же, с. 56.

¹ Головачев А. А. История железнодорожного дела в России. СПб., 1881, с. 16.

С. В. Кербедз, строитель первого постоянного моста через Неву в Петербурге. Начальниками отделений и участков были назначены инженеры, проявившие себя на строительстве Петербурго-Московской железной дороги. 23 ноября 1851 г. Д. И. Журавский был назначен строителем моста через реку Западную Двину. Строительство дороги за отсутствием средств шло медленно. В конце 1853 г. был открыт небольшой участок дороги от Петербурга до Гатчины (45 км). С началом Крымской войны (1853—1856) строительные работы вообще прекратились.

Об этом периоде деятельности Д. И. Журавского нам известно очень мало. Занятый отчетами по сметам к Веребьинскому мосту, он долго не мог приступить к своей новой работе. В то же время он наблюдал за эксплуатацией мостов Петербурго-Московской железной дороги и заканчивал свой труд о мостах системы Гау.

Всего к началу 1854 г. в России находилось в эксплуатации 1044 км железных дорог. Россия сильно отставала в железнодорожном строительстве от передовых стран мира. К 1 января 1854 г. в Англии было построено 12 362 км железных дорог, в США — 28 513, во Франции — 4631, в Пруссии — 3451, в Бельгии — 1600 км².

Крымская война показала всю гнилость самодержавия, ускорила постановку вопроса о ликвидации крепостничества и дальнейшем развитии промышленности в России. Отсутствие железной дороги от Москвы к Черному морю затрудняло снабжение действующей армии и явилось одной из причин поражения России.

Необходимость этой дороги правительство осознало уже в ходе войны. 2 сентября и 17 октября 1854 г. поступили распоряжения провести изыскания для железной дороги от Москвы к Черному морю. Дорога должна была проходить через Каширу, Тулу, Орел, Курск и Харьков. Здесь она должна была разветвляться: одна ветвь должна была идти через Александровск, Геничск и Арабат к Феодосии, а вторая — через Полтаву, Кременчуг, Елизаветград к Одессе. Впоследствии, 28 февраля 1855 г., «повелено было» произвести изыскания по дополнительной ветви от харьковско-феодосийской линии к донецким каменноугольным копям. Общее руководство и наблюдение за производством изысканий были поручены П. П. Мельникову. Начальником отделения по изыска-

² *Perdonnet A. Traité élémentaire des chemins de fer.* P., 1855, t. 1, p. 42.

ниям дороги от Москвы до Орла был назначен Д. И. Журавский. Он же исполнял обязанности заместителя Мельникова. Начальниками других отделений были инженеры, принимавшие участие в строительстве Петебурго-Московской железной дороги, В. А. Киприянов, П. П. фон дер Пален, В. С. Семичев и В. А. Панаев. Среди изыскателей находились известные строители мостов М. Я. Краснопольский и Н. И. Антонов³.

За два с половиной года изыскатели выполнили колоссальный объем работ. Было промеряно и пронивелировано около 4 тыс. км вариантов трассы проектируемых линий на местности⁴. В период производства изысканий Д. И. Журавский, в частности, работал над проектом деревянного моста через р. Оку с пролетом 107 м. Мост планировался в виде сложной системы, представляющей соединение арки с раскосной системой.

Изыскания дороги были закончены, и в начале 1857 г. П. П. Мельников представил предварительный проект дороги. Однако к строительству ее правительство не могло приступить, так как казна была истощена войной. Новый главноуправляющий путями сообщения К. В. Чевкин делал ставку на привлечение частных средств к строительству железных дорог, и прежде всего иностранных капиталов.

После Крымской войны развитие промышленности и транспорта оказывается в центре внимания прогрессивных слоев русского общества. В газетах и журналах второй половины 50-х годов большое место уделяется железнодорожному вопросу. Если в 30—40-х годах в печати и в правительстве велись споры о целесообразности введения железных дорог в России, то теперь выгода железных дорог стала очевидной. В железных дорогах видели источник развития торговли и промышленности. «Устройство новых, быстрее путей сообщения, без которых уже невозможно теперь обойтись, вскоре оживит торговлю и промышленность, удвоит, утроит производительные силы России»⁵, — писал журнал «Русский вестник» вслед за обнаружением манифеста об окончании войны. Теперь дискуссии велись по вопросам, какие выгоднее строить в России железные дороги — конные или паровозные, какие линии проводить в первую очередь, как выгоднее

³ ЦГИА СССР, ф. 256, оп. 1, д. 17 и 18.

⁴ Воронин М. И., Воронина М. М. Павел Петрович Мельников. Л., 1977, с. 59.

⁵ Рус. вестн., 1856, т. 2 (апрель, кн. 1), с. 167.

строить дороги — за счет казны или частными компаниями, какими капиталами надо строить их — русскими или иностранными.

В 1856 г. в «Одесском вестнике» (№ 39, 5 апреля) появилась статья под названием «Какие железные дороги удобнее в южной России?». Автор статьи генерал-майор Н. Б. Герсеванов решал вопрос в пользу конных дорог. Он полагал, что паровозы представляют только одно преимущество — быструю езду, которая, по его мнению, нужна только для пассажиров. «В южной половине России... главного дохода от железной дороги надо ожидать не от пассажиров, а от провоза сырых продуктов», перевозку которых нет надобности производить с большой скоростью. Выгоды конной дороги автор видел в безопасности езды и дешевизне как устройства дороги, так и содержания ее.

Статья Герсеванова вызвала значительный общественный интерес, она была перепечатана в столичных газетах⁶, на нее появилось много откликов в печати. Большинство авторов высказалось против конных железных дорог, и только член Вольного экономического общества помещик Г. Б. Бланк поддержал эту идею на том основании, что она способствует развитию «коннозаводства, на котором лежит основа всего хлебопашества»⁷. Характерно, что как Герсеванов, так и Бланк не только отстаивали отсталость русского транспорта, но и выступали в защиту крепостного права.

С содержательной критикой предложения Герсеванова выступил Д. И. Журавский. В его статье «Конные или паровые должны быть в России железные дороги?»⁸ опровергались все доводы Герсеванова в пользу конных дорог. «Паровая машина на железных дорогах, — писал Журавский, — представляет не только преимущество быстрой езды, но вместе с тем выгоду дешевого двигателя; и потому-то после опытов в Англии, Германии и других государствах теперь совершенно оставляют конные дороги, и везде товары перевозятся с помощью локомотивов». Отвергал Журавский также и предложение Герсеванова устроить дорогу для парового двигателя и пустить в виде опыта езду лошадьми. Он писал, что лошади не смогут ходить между рельсами паровозной дороги. «Верхнее

⁶ Экономические записки, 1856, № 17; Санкт-Петербургские ведомости (далее: СПб. ведомости), 1856, № 92.

⁷ Экономические записки, 1856, № 29.

⁸ Рус. вестн. 1856, т. 3, (май кн. 2), с. 140—142.

строение дороги, составляющее значительную часть ее стоимости, необходимо устраивать нарочно для лошадей или для парового двигателя».

На этом, однако, дискуссия о конно-железных дорогах не закончилась. Н. Б. Герсеванов еще неоднократно выступал с пропагандой конных дорог. В 60-х годах он нашел единомышленников. Было образовано несколько обществ по строительству конно-железных дорог, но все их попытки, лишенные поддержки государства, не увенчались успехом. Конная железная дорога нашла себе применение только в качестве городского и пригородного транспорта. Ратье всего конка появилась в Петербурге для перевозки товаров (1860 г.) и для пассажиров (1863 г.), затем в Москве, Варшаве, Одессе, Харькове и других городах. К 1886 г. в России было до 560 верст конно-железных дорог⁹. В 1892 г. в Киеве появился первый трамвай, который начал постепенно вытеснять конку.

На ограниченность сферы применения конно-железных дорог указывал П. П. Мельников¹⁰, но окончательный вывод сделал В. В. Салов: «Роль железно-конных дорог ограничивается сферою весьма скромною; в сфере этой железно-конные пути могут в некоторых случаях оказать большие услуги, но они отнюдь не могут служить государственными путями, не могут претендовать на государственное значение и требовать гарантий от государства. Роль их чисто местная, а потому и гарантии этих дорог принадлежат не государству, а земству»¹¹.

Видное место в развертывании дискуссии по железно-дорожному вопросу сыграла анонимная статья «Соображения касательно устройства железных дорог в России», опубликованная в журнале «Современник»¹². Автором этой статьи был П. П. Мельников¹³. В статье говорилось

⁹ Правительственный вестник, 1886, № 28.

¹⁰ Мельников П. П. Конно-железные дороги американской системы.— ЖГУПСИПЗ, 1857, кн. 5, с. 186.

¹¹ Салов В. В. Значение конных и паровозных железных дорог в России.— Журн. МПС, 1866, кн. 2, с. 134.

¹² Современник, 1856, № 2, с. 105—114.

¹³ В библиотеке ЛИИЖТа хранится рукопись П. П. Мельникова «О железных дорогах», датированная 1856 г., которая почти полностью включает в себя анонимную статью «Современника». При раскрытии авторства эта статья ошибочно приписывалась Д. И. Журавскому. См.: Масаев Ю. «Современник», 1847—1866: Хронологический указатель анонимных и псевдонимных текстов с раскрытием авторства.— В кн.: Лит. наследство, М., 1949, т. 53—54, с. 461; Боград В. Журнал «Современник», 1847—1866: Указ. содерж. М.; Л., 1959, с. 290, 527.

об «изумительном влиянии на материальное благосостояние Соединенных Штатов Америки», которое произвела в короткое время «пространная» система железных дорог. Автор не сомневался, что «если Россия приобретет систему железных дорог, соответствующую ее нуждам... то в самое короткое время она перейдет к такой же деятельности, довольству и богатству, каких достигли Соединенные Штаты Америки». Касался он и выгоды железных дорог в военном отношении. Железные дороги дают возможность быстро перебрасывать армии к тому из пределов государства, который нуждается в защите, и, кроме того, позволяют уменьшить расходы на содержание войск, располагая их в плодородных частях государства, где продукты продовольствия войск дешевле.

Далее он переходит к составлению плана сети железных дорог в России: «Система главных линий железных дорог должна быть расположена так, чтобы, выходя из частей государства плодородных и обильных естественными богатствами, линии эти проходили губерниями, нуждающимися и в кратчайших, по возможности, направлениях, не обходя, впрочем, значительных центров населения, простирались до пограничных морей Балтийского Черного и Каспийского».

Описывая районы, «в которых заключаются предметы главной производительности русской», автор указывает черноземную полосу России, включающую Донецкий каменноугольный бассейн и места добычи соли. К северу от этого района, в Москве и за Москвой, «сосредоточивается главная мануфактурная и заводская промышленность», «естественное назначение» которой, как считает автор, «распространиться к югу и достигнуть наибольшего развития в местах, где залегают богатые рудники каменного угля, не получившие еще настоящего значения от недостатка сообщений». «Естественно, что узел линий железных дорог должен находиться около средоточия этого пространства, заключающего главные богатства России». Такое центральное положение, удобное для связи линий железных дорог, по мнению П. П. Мельникова, занимает Орловская губерния. «Из этого центра,— пишет он далее,— линии, естественно, направляются к Москве через Тулу и Каширу; на юг к Черному морю через Курск и Харьков, касаясь Днепра выше или ниже порогов и простираясь до Черного моря, с ветвью к каменноугольным формациям бассейна Донца; на восток — до Саратова, с дорогой между Волгою и Доном, и на

запад — до Динабурга, имея в виду, что продолжение дороги до Балтийского моря у Риги уже предпринимается компаниею рижского купечества».

По расчетам автора, предполагаемые линии имеют протяжение 2960 верст. Следует обратить внимание, что П. П. Мельников ничего не говорит о продолжении строительства Петербурго-Варшавской линии. Или он считал вопрос о ее строительстве уже решенным, или же не относил ее к дорогам первостепенной важности.

В оставшейся неопубликованной части статьи¹⁴ П. П. Мельников касался вопросов о средствах и способах строительства сети железных дорог. Он предлагал создание особой частно-правительственной компании с правительственной гарантией и с участием правительства в размере $\frac{1}{3}$ капитала. Другой путь реализации своего плана Мельников указал в записке¹⁵, поданной Чевкину в феврале 1856 г.: он предлагал использовать для этого армию путем организации из солдат рабочих отрядов. «Устройство главных линий железных дорог, — писал П. П. Мельников, — следует рассматривать как бы предприятием народным, к которому должно приступить неотлагательно»¹⁶.

В том же 1856 г. с большой статьей «О железных дорогах в России»¹⁷ выступил Д. И. Журавский. В ней он говорил о большом экономическом, культурном и военном значении железных дорог¹⁸. Железные дороги не

¹⁴ Статья была сокращена по настоянию К. В. Чевкина. Согласно правилу, существовавшему со времен П. А. Клейнмихеля, все сведения, относящиеся к ведомству путей сообщения, не могли быть пропущены в печать обыкновенной цензурой без разрешения главноуправляющего путями сообщения. Когда за таким разрешением обратился один из редакторов журнала «Современник» — И. И. Панаев, Чевкин ответил, «что статью о железных дорогах не представляется удобным напечатать в настоящем ее виде как в отношении финансовом, так и в самом выборе линий, о коих при теперешнем положении Крыма нельзя даже сделать окончательного заключения (ответ датирован 30 января 1856 г. — Е. Р.). Вообще надо выпустить из статьи все, что может относиться до действий или видов правительства, которые ныне еще объявлены быть не могут» (ЦГИА СССР, ф. 207, оп. 1, д. 92, л. 13).

¹⁵ ЦГИА СССР, ф. 207, оп. 1, д. 144.

¹⁶ Мельников П. П. О железных дорогах, 1856. Рукопись. Б-ка ЛИИЖТа, л. 14.

¹⁷ Рус. вестн., 1856, т. III, отд. 1, июнь, кн. 1, с. 417—457.

¹⁸ О том, что это было не лишним, свидетельствует отзыв на статью Д. И. Журавского еженедельника «Сын Отечества» (1856, № 17), издаваемого А. Старчевским: «Никто, разумеет-

только уменьшают расходы на перевозку товаров, но и высвобождают рабочую силу, занятую на перевозках (ямщиков, погонщиков и т. п.), а также способствуют распространению усовершенствованных способов производства. Автор подробно говорит о русской хлебной торговле и о тех изменениях, которые произойдут в ней в связи с введением железных дорог. Железные дороги увеличат сбыт нашего хлеба благодаря сокращению срока доставки и уменьшению провозной цены. «С построением железных дорог от плодородной полосы к портам наших южных и Балтийского морей должна развиваться преимущественно торговля портов балтийских» (с. 450). Попутно Д. И. Журавский развивает мысль об усилении пропускной способности железных дорог путем использования телеграфа (с. 426).

Говоря о том, что железные дороги способствуют росту материального благосостояния общества, Д. И. Журавский высказывает и некоторые социальные мысли утопического плана. «Нельзя полагать,— пишет он,— чтобы с увеличением народного богатства от развития производительных сил распределение доходов оставалось в такой же степени неправильным, как это до сих пор существует в самом промышленном государстве, в Англии. С развитием народного богатства путем промышленности, от распространения просвещения даже в низшие слои общества образуется умственный капитал в массе народа, который не дает капиталу вещественному угнетать миллионы людей, служащих живыми двигателями наравне с животными,— род угнетения, составляющий одну из главных причин несчастья рабочего класса в Англии. Напротив, при распространении понятий о правильном распределении доходов вместе с развитием просвещения в массе народа общество будет устраиваться на началах более справедливых» (с. 439—440).

Д. И. Журавский считал, что железные дороги производят такое «сильное миротворное влияние», как никакое другое открытие человечества. «Ими, так сказать, переплетутся интересы частных лиц в различных государствах;

ся, не сомневается у нас в пользу железных дорог, и потому с первого раза может показаться, что нет никакой надобности доказывать то, в чем никто не сомневается. Но в настоящей статье читатели найдут самые красноречивые, т. е. основанные на цифрах, доказательства тех потерь, которые мы терпим от неимения железных дорог, и тех выгод, которые должны они принести нашей промышленности. Трудно себе представить, как велики те и другие!»



Д. И. Журавский

а объявление войны между двумя народами встретит тем более препятствий, чем большая масса народонаселения теряет свои капиталы от прекращения мирных сношений. А потому железные дороги являются лучшею охраною мира» (с. 442).

«Железные дороги, делая возможным в короткое время переезд больших масс войск... позволяют уменьшить число войска». К этому «следует прибавить экономию, происходящую от возможности разместить войско в частях государства, где продовольствие его имеет наименьшую стоимость» (с. 442—443). Считая, что «железные дороги гораздо в большей степени служат в помощь защищающего свою землю, нежели воинственным стремлениям завоевателя», Д. И. Журавский писал: «Большому государству, как Россия, выгодно иметь сеть железной

дороги с другою шириною пути, чем иностранные железные дороги, служащие продолжением наших; тогда движение по ней наступающего неприятеля будет невозможно по неимению у него соответствующего дороге подвижного состава, который, без сомнения, будет увезен или истреблен при отступлении» (443—444).

Переходя к плану главных линий железных дорог в России, Журавский высказывает ряд новых принципиальных соображений о назначении железных дорог. Он пишет: «Железная дорога может иметь целью или перевозку пассажиров — тогда следует соединять главнейшие массы народонаселения, или она устраивается в виду движения товаров — тогда лучшее правило соединять производителя с потребителем...» (с. 447). В России «главное действие железных дорог, по крайней мере значительное время по их устройении... будет состоять в перевозке товаров. А потому при начертании в России главной сети железных дорог, удовлетворяющей промышленным требованиям, может служить главным руководителем правило соединять кратчайшим способом производителя с потребителями» (с. 448).

Что же касается самого плана железных дорог, то здесь Журавский полностью солидаризируется с Мельниковым и приводит обширную выдержку из его статьи, помещенной в «Современнике».

План сети железных дорог в России, предложенный Мельниковым и поддержанный Журавским, подвергся критике со стороны славянофила А. И. Кошелева¹⁹, издателя журнала «Русская беседа». Кошелев считал, что этот план подчинен «одним стратегическим соображениям», что автор статьи из «Современника», «увлекаясь... выгодами размещения и передвижения войск, предлагает избрать центром для железных дорог Орловскую губернию». Признавая важным соединение Москвы с Черным морем, Кошелев возражал против дороги из Орла в Саратов и из Орла в Динабург. Вместо этого он предлагал строить в первую очередь дороги из Москвы в Нижний Новгород и в Саратов, а затем к Динабургу и к Ярославлю. Центром железных дорог, по его мнению, должна быть Москва. «Средоточие для железных дорог никогда и нигде не должно избираться, — писал он, — а необходимо принимать именно то средоточие, которое для сообще-

¹⁹ Кошелев А. И. Две статьи о железных дорогах. — Рус. беседа, 1856, № 1, с. 148—160.

ния действительно уже есть... Москва, по словам народа, есть сердце России; Москва по истории есть то средоточие, вокруг которого собралась вся земля русская, Москва есть преимущественное гнездо русской промышленности...»

В защиту статьи, напечатанной в «Современнике», выступил Д. И. Журавский²⁰. Он считал, что автор этой статьи «при начертании системы главных линий железных дорог имел в виду развитие промышленных сил России; выгода размещения и перемещения войск занимает второе место» (с. 2). Д. И. Журавский повторяет основной тезис предыдущей своей статьи: «Лучшее правило для избрания линий железным дорогам есть: соединять производителя с потребителем или хорошие пути, ведущие к тому и другому» (с. 2), и высказывает ряд новых ценных соображений, которыми следует руководствоваться при проектировании системы железных дорог: «Когда хотим приложить к нашему торговому движению новые усовершенствованные способы перевозки, необходимо обратить внимание не только на существующее направление перевозки товаров, но и на выгоднейшие в видах общественной экономии направления между странами, богатыми различного рода произведениями и нуждающимися в потребностях того же рода» (с. 5). «При решении задачи о выгодности избираемого направления для железной дороги необходимо сделать соображения о величине обмена стран их произведениями, который учредится по соединении их железною дорогою, и о ценах, которые тогда установятся на обмениваемые произведения» (с. 13).

За границей (во Франции, например) считалось, что «лучшее направление железной дороги есть то, которое наилучшим образом применяется к обычному перемещению лиц и вещей, которое наименее нарушает его течение»²¹. Во Франции первые железные дороги строились вдоль рек и существующих каналов.

Возвращаясь еще раз к плану железных дорог, Д. И. Журавский пишет о влиянии основных производств на форму железнодорожной сети: «При большой вообще ценности произведений мануфактурной промышленности

²⁰ Журавский Д. И. Еще соображения касательно устройства железных дорог в России.— Современник, 1856, № 9, с. 1—22. Н. Г. Чернышевский назвал это исследование Д. И. Журавского «замечательным» (*Чернышевский Н. Г. Полн. собр. соч. М., 1947, т. 3, с. 388*).

²¹ Ершов А. С. Железная дорога.— Рус. беседа, 1856, № 2, с. 82.

они удобно могут быть свозимы в один общий торговый центр, почему и сеть дорог железных в мануфактурной стране может иметь вид линий, расходящихся из одной точки. При меньшей, при данном весе, сравнительной ценности продуктов земледельческой стороны они не могут быть перевозимы к одному торговому центру без значительного увеличения их ценности от напрасной перевозки, а потому, имея сбыт в разные направления, выгоднее не соединять всех этих направлений в одну точку, но проводить линии от стран, служащих потребителями, к разным пунктам плодородной полосы. Но как всякое большое государство есть отчасти земледельческое, а частью и промышленное, то невозможно к нему приложить а priori ту или другую систему начертания железных дорог, а необходимо изучить все подробности страны, чтобы дать им лучшее удовлетворение при пожертвовании огромных сумм, издерживаемых на устройство паровых путей. Ошибка г. Кошелева при начертании системы расходящихся из Москвы линий железных дорог происходит прямо от забвения главных в России интересов — земледельческих» (с. 20—21).

В своем ответе на статью Д. И. Журавского А. И. Кошелев писал²², что в ней «много основательных мнений, с которыми нельзя не согласиться». Вместе с тем он вновь отстаивал мысль, что Москва должна быть центром сети железных дорог в России и возражал против железной дороги из Орла или Курска к Балтийскому морю, опасаясь, что «теперь, при неимении дороги, проходящей через центр России, эта чугунка не обособила весь западный край, разбив в нем совершенно отдельные интересы и устремив его исключительно к внешней торговле».

Интересную статью о строительстве железных дорог в России написал инженер Н. И. Липин, бывший помощником начальника Северной дирекции на строительстве Петербурго-Московской железной дороги. Он высказался против намечавшейся передачи строительства железных дорог иностранным капиталистам. «Отдача работ в иностранные руки, — писал Н. И. Липин, — неизбежно повлечет за собою заказ рельсов с принадлежностями, паровозов и вагонов за границею и нанесет окончательный удар возникающему на наших заводах производству этих потребностей и поставит наше отечество навсегда или по

²² Кошелев А. И. Еще соображения касательно устройства железных дорог в России. — Рус. беседа, 1856, № 3, с. 88—112.

крайней мере на долгое время в зависимость от иностранных заводов, зависимость, которая будет иметь весьма неприятные для нас следствия в случае нового разрыва с Западом, а в мирное время поставит нас в необходимость быть только учениками и подражателями иностранному механическому искусству, следовать рабски и издали за его успехами и отказаться от всякого участия во всемирном деле его усовершенствования»²³. Статья Липина, шедшая вразрез с политикой главноуправляющего путями сообщения К. В. Чевкина, осталась неопубликованной.

Вопрос о железных дорогах, живо интересовавший русских читателей, не прошел мимо внимания русских революционеров-демократов. Об этом свидетельствует прежде всего сам факт опубликования статей П. П. Мельникова и Д. И. Журавского в «Современнике». В своих публицистических статьях Н. Г. Чернышевский неоднократно касался этой темы. Статью Журавского, напечатанную в «Современнике», он назвал «замечательным исследованием»²⁴. Он отмечал также очень дельный характер статей А. И. Кошелева о железных дорогах. «Кошелев,— писал Н. Г. Чернышевский,— говорил не без доказательств, защищая мысль, что Москва должна быть центральным пунктом всей сети железных дорог»²⁵.

Придавая большое значение железным дорогам для развития экономической жизни России, Чернышевский вместе с тем солидаризировался с экономистом Д. Г. («Экономический указатель»), который предупреждал, что «не должно увлекаться и преувеличенными ожиданиями».

«У нас вошло в обычай,— писал Н. Г. Чернышевский,— сравнивать результаты, ожидаемые от железных дорог в России, с движением, которое производится на железных дорогах в Северо-Американских Штатах. Сходство тут заключается в огромности расстояний и малой плотности населения. Но есть и важное различие, которое не должно упускать из виду.

В ту эпоху, когда начали строиться железные дороги в Северной Америке, промышленная деятельность имела уже громадные размеры; огромные пространства земли на Западе ждали только железных дорог, чтобы насе-

²³ Липин Н. И. О построении железных дорог в России. 1856, с. 35—36. Рукопись. Б-ка ЛИИЖТа.

²⁴ Чернышевский Н. Г. Полн. собр. соч., т. 3, с. 388.

²⁵ Чернышевский Н. Г. Полн. собр. соч., т. 4, с. 692.

литься колонистами: условия производительности труда были очень благоприятны, характер народа был деятелен и предприимчив. У нас этих условий нет. Поэтому не должно и ожидать, чтобы в первые годы по открытии железных дорог движение товаров и пассажиров приняло такие размеры, как в Северной Америке. Притом направление линий в Северной Америке определялось исключительно экономическими потребностями, без всякого влияния административных или стратегических соображений.

Но если справедливо, что железные дороги у нас в первые годы не будут перевозить столько товаров, как в Америке, то, по нашему мнению, все-таки они у нас имеют еще более решительное превосходство над прежними путями сообщения, нежели в Америке... Положим, что промышленная деятельность в Америке до устройства железных дорог была в четыре раза больше, нежели у нас. Если с устройством железных дорог в Америке она удвоилась, то у нас должна утроиться, но, конечно, и тогда еще не сравнится своими размерами с североамериканской. Североамериканцы посредством железных дорог возвысили свое производство от 4 до 8; мы возвысим от 1 до 3—перевес абсолютной величины производства останется за Северной Америкой... но степень усиления производства значительно для нас, нежели для североамериканцев...»²⁶.

Подводя итоги обсуждения железнодорожного вопроса в русской печати, Н. Г. Чернышевский писал в конце 1856 г., что «прение было ведено довольно наставительно и довольно глубоко... Следствием прений было разъяснение многих недоразумений, распространение здравых понятий о деле железных дорог и настоятельной необходимости, при недостатке русских капиталов, допустить в замену их иностранные. Теперь из людей, читающих что-нибудь, вы очень мало найдете таких, которые не приготовлены к принятию истинного решения вопроса, задуманного правительством»²⁷.

В январе 1857 г. было обнародовано «Положение об основных условиях для устройства первой сети железных дорог в России» и устав образовавшегося для этого Главного общества российских железных дорог²⁸ (утверждены 26 января 1857 г.).

Общество было организовано во главе с петербургским

²⁶ Там же, с. 715.

²⁷ Там же, т. 3, с. 728—729.

²⁸ ЖГУПСИПЗ, 1857, кн. 1, с. I—LII.

банкиром А. Л. Штиглицем и варшавским банкиром С. А. Френкелем в составе парижских, лондонских, амстердамских и берлинских банкиров и капиталистов с уставным капиталом в 275 млн. рублей. В именном указе обращение к иностранным банкирам мотивировалось необходимостью «воспользоваться значительной опытностью, приобретенною при устройстве многих тысяч верст железных дорог на западе Европы»²⁹. Общество обязывалось в течение 10 лет закончить строительство Петербурго-Варшавской железной дороги с ветвью к прусской границе, построить линии от Москвы до Феодосии через города Тулу, Орел, Курск, Харьков и низовье Днепра, от Курска или Орла через Динабург (Двинск) к Либавскому (Лиепайскому) порту и, наконец, из Москвы в Нижний Новгород — всего около 4000 верст. Таким образом, план первой сети железных дорог в России, утвержденный правительством, совпадал с планом, разработанным П. П. Мельниковым, только в отношении Феодосийской и Либавской линий. Государство гарантировало 5% дохода от предприятия.

Центром распорядительской деятельности общества являлся комитет в Париже. Для руководства предприятием общество пригласило почти на все должности французских инженеров и техников³⁰; общее руководство было поручено главному инспектору мостов и дорог Карлу Коллиньону, получившему звание главного директора.

Однако основная цель создания Главного общества — привлечение иностранных капиталов к железнодорожному строительству — достигнута не была. Иностранные банкиры, по словам П. П. Мельникова, «не столько заботились о хозяйственном устройстве дорог для выгодной их эксплуатации, гарантированной правительством, сколько рассчитывали на барыши при продаже акций и облигаций»³¹. Во главе учредителей Главного общества стояло парижское общество движимого кредита (*Credit mobilier*) братьев Перейра, которое французские журналы называли — «игорным домом»³², поскольку вся его деятельность

²⁹ Там же, с. VI.

³⁰ По данным «Памятной книжки Главного общества российских железных дорог на 1859 г.» (СПб., 1859), из 826 должностей в обществе 453 (или 55%) были заняты иностранными подданными. Все высшие должности были заняты французами. Русские работали начальниками участков (инженеры), десятниками, переводчиками, нижними чинами эксплуатации.

³¹ ЦГИА СССР, ф. 229, оп. 3, д. 880, л. 32.

³² Акционер, 1861, № 20, с. 78—79.

была основана на биржевой игре. Заграничные учредители перепродали свои акции в России по более высокому курсу, что привело к утечке русских капиталов за границу и еще более ухудшило финансовое положение России. Нажившись на спекулятивных махинациях, иностранные банкиры утратили всякий интерес к устройству железных дорог в России и, не желая вкладывать в это дело свои капиталы, стали требовать от правительства дополнительных льгот.

Неуспеху предприятия во многом способствовали также действия иностранных инженеров и техников, привлеченных на русскую службу непомерно высокими окладами. Большинство из них «оказались малоподготовленными к исполнению лежавших на них обязанностей за неимением какого-либо практического знакомства с условиями русской жизни, другие же были инженерами только по имени, но не по образованию»³³. Обладая высокими правами на расходование материальных средств и не зная местных условий, французские инженеры часто заключали неоправданно дорогие контракты на ведение работ. Общество невероятно раздуло штаты административно-управленческого аппарата³⁴.

Среди французских инженеров, работавших в России, были хорошо подготовленные в теоретическом плане специалисты. К их числу можно отнести инженера Пиаррона де Мондезира и сына главного директора Общества молодого инженера Эдуарда Коллиньона, написавших в России работы по расчету неразрезных балок³⁵. По воз-

³³ *Кислинский Н. А.* Наша железнодорожная политика по документам архива комитета министров. СПб., 1902, т. 1, с. 100. По воспоминаниям А. И. Дельвига (Указ. соч., т. II, с. 406), в «инженеры общества попали разные ремесленники и даже цирюльники». Видный чиновник ведомства путей сообщения Н. Н. Селифонтов писал, что один начальник участка, «безмолвно подписывавший все бумаги», оказался парижским поваром, получившим инженерную должность по протекции своей красивой жены (Рус. старина, 1878, т. 22, с. 10).

³⁴ Только за первые полтора года общество израсходовало на содержание администрации 1 605 229 руб. Расходы на администрацию Московско-Нижегородской дороги составили почти 34% всех расходов на строительство, тогда как соответствующие расходы Рижско-Динабургской дороги составляли лишь 11% (*Ермаков К. А.* Московско-Курская железная дорога в истории строительства отечественных железных дорог.— В кн.: Сб. тр. ЛИИЖТа. Л., 1968, вып. 285, с. 45—46).

³⁵ *Де Мондезир Пиаррон.* Прямые балки металлических мостов/Пер. с фр. И. Рерберга. СПб., 1860; *Коллиньон Э.* Развитие способа Бресса вычисления металлических мостов о нескольких

вращении во Францию Э. Коллиньон издал ряд трудов по прикладной механике и стал профессором Школы мостов и дорог.

Однако в области мостостроения французские инженеры оказались не на высоте положения. Тот же Э. Коллиньон не имел никакого опыта проектирования мостов, и его первые проекты изобиловали ученическими ошибками. Французские специалисты не смогли оценить тех новшеств, которые ввел С. В. Кербедз в мосте через р. Лугу на Петербурго-Варшавской железной дороге (1853—1857 гг.).

Лужский мост был первым значительным мостом с металлическими решетчатыми фермами, построенным в России, и одним из первых в Европе. «Мост построен с замечательной тщательностью и искусством,— писал о нем академик Г. П. Передерий.— Он состоит из двух пролетов, перекрытых неразрезными железными фермами с не совсем густой решеткой. По конструкции этих ферм он превосходит французские и немецкие мосты, построенные даже позже. Главная особенность его ферм, основанная на теории Журавского по определению усилий в частях решетки, заключалась в переменном сечении раскосов, в разнице конструкции растянутых раскосов и сжатых, чего не было у заграничных строителей мостов»³⁶. Растянутые раскосы были выполнены из листового железа, а сжатые усилены уголками, приклепанными по всей длине раскоса. Пояса ферм имели коробчатое сечение.

Мосты, построенные французскими инженерами в России, проигрывали в сравнении с Лужским мостом С. В. Кербедза. Их решетчатые фермы были спроектированы с одинаковыми плоскими раскосами. А первые проекты, составленные французскими инженерами, имели так много недостатков, что были отвергнуты смешанной русско-французской комиссией, назначенной при ведомстве путей сообщения. Так, первоначальный проект моста через реку Великую, выполненный французскими инженерами, оказался значительно хуже отвергнутого ими проекта, составленного русскими инженерами еще до передачи дороги обществу. «Фермы в техническом отношении составлены были ... ошибочно во всех частях, за исключением одних половых балок, да и те прикреплены

пролетах/Пер. с фр. Круковского.— ЖГУПСИПЗ, 1860, т. 32, с. 187—205; *Collignon E. Ponts métalliques à poutres droites continues. Saint-Petersbourg, 1860.*

³⁶ *Передерий Г. П. Курс мостов. М., 1945, т. II, с. 35.*

были неправильно. Фермам моста, т. е. основным частям, приданы недостаточные размеры для безопасного и продолжительного существования моста; зато другим частям, имеющим второстепенную важность, как, например, связям между фермами, даны были излишние размеры, без всякой надобности»³⁷. Этот проект не был утвержден, и французским инженерам пришлось составлять новый проект³⁸.

В новом проекте французские инженеры после изучения теории решетчатых мостов вдвое увеличили сечения полос решетки против того, как они предполагали в первоначальном своем проекте. Но и в этом проекте были недостатки в техническом отношении, вредящие прочности моста, на что было указано при его утверждении. Так, например, соединение листов в поясах было рассчитано не на срез и смятие заклепок, а на трение листов. Вес металлических конструкций моста через р. Великую по проекту французских инженеров составил 84 тыс. пудов, тогда как по проекту русских инженеров он должен был быть не более 40 тыс. пудов. (В проекте русских инженеров были две фермы для поддержания двух путей, а во французском проекте — четыре.)

Также не выдерживает сравнения с Лужским мостом и мост через р. Череху (между Псковом и Островом), построенный французскими инженерами. Этот мост имел две промежуточные опоры при общей длине 42 сажени и весил 43 800 пудов, тогда как Лужский мост при длине 54 сажени имел всего одну промежуточную опору и весил 44 766 пудов.

На все эти факты указал профессор Института инженеров путей сообщения П. И. Собко в статье, написанной по поводу выступлений французского инженера в газете «Journal de St.-Petersbourg». Инженер Главного общества, стремясь доказать, что жалобы в русской печати на неопытность и плохую администрацию иностранных инженеров, служащих в обществе, несправедливы, обвинил русских специалистов в отсталости в строительном отношении. Он писал, что возводимые русскими инженерами сооружения суть монументы и что иностранные инженеры прибыли в Россию для того, чтобы упростить и уде-

³⁷ Собко П. И. Заметка на статьи г. инженера Главного общества российских железных дорог, помещенных в «Journal de St.-Petersbourg». — СПб. ведомости, 1860, № 106 (17 мая).

³⁸ Автором проекта моста через р. Великую был Э. Колливьон (СПб. ведомости, 1860, № 23).

шевить постройки, и не их вина, если они не достигают вполне этой цели. На приведенных выше и других примерах П. И. Собко доказал несостоятельность этой попытки принизить высокий технический уровень русских специалистов. Он показал, что проектам инженеров Главного общества недостает ни экономичности, ни прочности.

Много недостатков в техническом отношении нашел П. И. Собко и во временных мостах, устраиваемых инженерами Главного общества, в частности, в мостах системы Гау, малоизвестной французским инженерам. «В одних мостах американской системы нижние пояса, подверженные вытягиванию, перерезаны под каждую подушкой и перерезанные части соединены зубом; в других — прямые раскосы сделаны одиночными, а обратные — двойными»³⁹. Среди временных мостов, построенных между Лугой и Псковом, попадались и такие, о которых «трудно сказать, по какой системе они построены». Комиссия, назначенная Главным управлением путей сообщения для освидетельствования участка дороги между Лугой и Псковом перед открытием его для движения, отметила недостатки, подлежащие исправлению в фермах 19 временных мостов⁴⁰.

Столь же неудовлетворительны были временные мосты и на Нижегородской железной дороге. Получив сведения о том, что два наиболее значительных моста на этой дороге устроены так, что производить по ним движение опасно, главноуправляющий путями сообщения К. В. Чевкин назначил комиссию в составе инженеров А. И. Дельвига (председатель), Д. И. Журавского и А. А. Казначеева. «Мы нашли, — пишет в своих воспоминаниях А. И. Дельвиг, — эти два моста построенными столь неправильно и из столь разнокалиберного леса, что не было возможности их снять на чертеж, и, признав их действительно опасными для движения, обязали строившего их французского инженера переменить некоторые части и вообще укрепить их согласно указанию, сделанному на месте Журавским»⁴¹.

Постоянные мосты для Нижегородской железной дороги были спроектированы с недостаточными отверстиями для пропуска весенних вод, в результате чего даже лучший из них, Ковровский, мост через р. Клязьму был

³⁹ Собко П. И. Указ. статья.

⁴⁰ Егоров И. Временные мостовые сооружения Варшавской железной дороги. — Журн. для акционеров, 1860, № 169 (9 апр.).

⁴¹ Дельвиг А. И. Мои воспоминания. М., 1913, т. 3, с. 56—57.

новым. Мосты через р. Нерль у Владимира и Галицкий снесен весенними водами 1867 г. и впоследствии заменен мост через Клязьму подвергались разрушениям еще во время строительства. Кирпичные трубы на Нижегородской дороге из-за недостатка глубины фундаментов разрушились весной 1861 г., и их также пришлось перестраивать.

В результате бесконтрольного расходования средств касса Главного общества была быстро опустошена, а строительные работы только разворачивались. В 1861 г. Главное общество признано в своей несостоятельности окончить начатые линии и было преобразовано. По новому уставу, утвержденному 3 ноября 1861 г., оно освобождалось от обязанности сооружения Южной (Феодосийской) и Либавской линий. На окончание Варшавской линии с Ковенской ветвью и Нижегородской правительство предоставило обществу ссуду в размере 28 млн. рублей. Правительство усилило контроль за деятельностью общества: в совет общества назначались 4 члена от правительства (3 от ведомства путей сообщения и 1 от Министерства финансов), а число членов от акционеров уменьшалось до 10; парижский комитет был упразднен.

Кроме Главного общества, в конце 50-х годов возникли общества Риго-Динабургской, Волго-Донской, Московско-Ярославской и Московско-Рязанской железных дорог. В одном из них — в обществе Волго-Донской железной дороги и пароходства по Дону и Азовскому морю — принял участие и Д. И. Журавский. 12 декабря 1858 г. на общем собрании акционеров этого общества он был избран одним из пяти директоров правления.

По замыслу П. П. Мельникова, бывшего одним из учредителей общества, главной целью этой компании был вывоз каменного угля с Грушевских копий в Донбассе на Волгу. Компания при учреждении не получила правительственной гарантии дохода. Ее учредители, видя первоначальный успех акций Главного общества, надеялись без всякого финансового содействия со стороны правительства собрать необходимые капиталы. Однако неуспех Главного общества подорвал доверие к акциям всех железнодорожных компаний, и они находились на грани банкротства. В 1860 г. правительство вынуждено было даровать гарантию в 4,5% всем компаниям, в том числе и Волго-Донской.

Строительные работы на Волго-Донской железной дороге начались в мае 1859 г. Строительство вели инжене-

ры В. С. Семичев и Ф. А. Поземковский под общим руководством П. П. Мельникова. Проекты мостов были составлены А. С. Рехневским. Рельсы и другие металлические части пути были заказаны в Англии, мосты и пассажирские вагоны — во Франции, паровозы и товарные вагоны строились на Александровском механическом заводе в Петербурге.

Подряд на земляные работы при содействии одного из учредителей общества — откупщика-миллионера В. А. Кокорева, которому принадлежала третья часть акций компании, был отдан купцу Г. В. Гладину. В русских газетах 1859—1860 гг. сообщалось о жестоком обращении приказчиков этого подрядчика с рабочими. Во время следования к месту работы на баржах по Волге рабочие по несколько дней оставались без всякой еды, во время работы их кормили протухшим мясом с червями, спали они в землянках, в которых не было даже соломы. Плохая пища и вода, антисанитарные условия при сорокоградусной жаре способствовали возникновению эпидемий и большой смертности людей. С обличительной статьей «Опыт отлучения людей от пищи», направленной против Кокорева, выступил в 1860 г. Н. А. Добролюбов в «Современнике» (о жестокой эксплуатации рабочих на постройках железных дорог говорил Некрасов в стихотворении «Железная дорога», написанном в 1864 г.).

Волго-Донская железная дорога была построена в один путь с полотном и мостами под два пути. Ее длина составляла 73,5 версты. Движение на всем протяжении дороги было открыто 5 марта 1862 г.

Эксплуатация дороги не оправдала надежд ее учредителей. До 1866 г. включительно она работала в убыток. Проведенная по малонаселенной местности, не развитой в промышленном и торговом отношении, Волго-Донская железная дорога не имела ни местных грузов, ни местных пассажиров. И грузы, и пассажиры она получала исключительно с Волги и Дона, являясь как бы переволоком между этими двумя водными путями.

Надежды на перевозку антрацита с Грушевских копий на Волгу оказались невыполнимыми из-за мелководности Дона в летнее время. Все попытки расчистить и углубить реку особенного успеха не имели. В этом убедился и Журавский, проехавший по Дону в сентябре 1861 г. Волго-Донская железная дорога работала только в летнее время и в основном в одном направлении. 95% ее грузов, из которых большую часть составляли лесные то-

вары, перевозились от Волги к Дону⁴². В первые годы дорога соперничала в перевозке этих товаров с гужевым транспортом, работавшим параллельно дороге. Только в 1867 и 1868 гг. эксплуатация дороги начала давать прибыль, которая пошла на погашение задолженности правительству по гарантии доходности. А в следующие годы настала необходимость менять подвижной состав и рельсы.

Глава 6

Перестройка шпиля Петропавловского собора

В 1857 г. Д. И. Журавский был назначен заведовать работами по перестройке шпиля Петропавловского собора в Петербурге¹.

Каменный Петропавловский собор был заложен Петром I в 1712 г. вместо деревянной церкви, существовавшей с 1704 г. Он строился по проекту и под руководством архитектора Доменико Трезини, итальянца по происхождению, работавшего в России свыше 30 лет. После окончания кирпичной кладки в 1716 г. для возведения шпиля был приглашен работавший в Петербурге «шпицного дела мастер» Гарман ван Болес. Под его руководством был возведен деревянный шпиль более чем 30-метровой вышины, который затем был покрыт позолоченными медными листами специально приглашенными из Риги мастерами. Все работы по устройству шпиля были закончены к концу 1724 г., а внутренние работы в соборе — 1733 г. Открытие храма состоялось 28 июня 1733 г.

Высокий шпиль собора, поднявшегося над землей более чем на 100 м, в первые годы не имел громоотвода и поэтому не раз страдал от грозовых разрядов. Особенно сильные повреждения принесла гроза, разразившаяся в ночь на 30 апреля 1756 г. Тогда сгорели все деревянные части здания: шпиль, вершина колокольни, стропила крыши и купол. Колокольня была восстановлена под руководством архитектора Алексея Дьякова, а для возведения

⁴² Отчет Волго-Донского общества за 1869 г. по железной дороге. СПб., 1870, с. 9.

¹ *Воронин М. И.* К столетию возведения железного шпиля Петропавловской крепости в Ленинграде.— В кн.: Сб. тр. ЛИИЖТа. Л., 1962, вып. 131, с. 130—143.

шпиля в 1771 г. был приглашен опытный мастер Б. Брауэр. Ему и принадлежит проект и постройка высокого «смелого» шпиля, простоявшего почти без всяких поправок свыше 80 лет. Деревянный остов этого шпиля был срублен на земле плотником Антоном Еремеевым и поставлен на место в течение трех месяцев плотниками Михаилом Волковым и Гавриилом Петровым с помощью восьми товарищей². Как и прежде, шпиль был покрыт позолоченными медными листами и увенчан крестом с фигурой летящего ангела. В 1775 г. работы по восстановлению шпиля были закончены. В 1777 г. он был снабжен громоотводом, сконструированным академиками В. Я. Румовским, Л. Ю. Крафтом и И. А. Эйлером.

В 1829 г. было обнаружено повреждение креста с ангелом: от действия ветров он наклонился и угрожал падением. Для его ремонта было необходимо возвести дорогостоящие леса. Избежать этого помог кровельщик Петр Телушкин: при помощи одной только веревки с риском для жизни он поднялся на крест шпиля и произвел там необходимые исправления.

В 1854 г. было замечено, что шпиль вышел из вертикального положения и наклонился по направлению с запада к востоку. Для осмотра шпиля по всей его высоте в следующем году вокруг него были сооружены леса. Их постройкой руководил автор проекта военный инженер Г. Е. Паукер. Для своего времени эти леса были выдающимся инженерным сооружением, удивлявшим жителей Петербурга смелостью постройки (их описание приведено полковником П. С. Лебедевым в газете «Русский инвалид» за 1855, № 276).

Леса начинались на высоте 50 м, где они опирались на стены каменной колокольни собора, имевшие толщину сверху около 2 м. Они состояли из 8 рядов коренных стоек, образывавших в плане квадрат, внутри которого находился шпиль. Бревна, образующие стойки, соединялись друг с другом в продольном направлении при помощи железных штырей и болтов. Между собой стойки соединялись поперечными деревянными связями и раскосами. Леса нигде не соприкасались со шпилем, находившимся в аварийном состоянии. Для удобства производства работ у основания лесов была сделана площадка, опи-

² *Журавский Д. И.* Описание работ по возведению верхней части колокольни Петропавловского собора в С.-Петербургской крепости.— ЖГУПСИПЗ, 1859, т. 30, кн. 5, с. 94—95.

равшаяся на 4 шпренгверка, выведенных из верхних окон каменной части колокольни. При составлении проекта Г. Е. Паукер произвел расчет стоек на устойчивость по эмпирической формуле И. Ходкинсона и расчет болтов, соединяющих стойки в продольном направлении, на разрыв от действия ветра³.

После снятия медной обшивки шпиль осматривали в 1855 и 1856 г. последовательно три комиссии, состоявшие из военных инженеров, архитекторов и инженеров путей сообщения⁴. Было обнаружено, что «основание шпиля слишком слабо» и надежное исправление его невозможно, вершина шпиля под действием дождевой воды прогнула на расстояние до 2 м, начало гниения видно в различных местах на протяжении 8 м от вершины. Шпиль так расшатался, что теперь качается даже при слабом ветре⁵. Было признано, что шпиль нуждается в перестройке.

В январе 1857 г. дело о перестройке шпиля было передано из инженерного ведомства военного министерства в Главное управление путей сообщения и публичных зданий. Тогда же поступил проект металлического шпиля, составленный архитектором К. А. Тоном. Этот проект главноуправляющий К. В. Чевкин передал в Департамент проектов и смет «для немедленного рассмотрения с приглашением к совещанию генерал-майора Мельникова и подполковника Журавского»⁶.

По проекту К. А. Тона предполагалось продолжить каменную кладку почти на 18 м. Самый шпиль проектировался из котельного железа балочной системы с поперечными кольцами, находящимися на различной высоте. В нижней части шпиль усиливался раскосами, лежащими в меридиональных плоскостях. Леса предполагалось устроить коренные, с подошвы здания. Общая стоимость работ, которые намечалось выполнить за два с половиной года, составила 350 тыс. рублей.

В Департаменте проектов и смет, возглавлявшемся известным инженером А. Д. Готманом, проект К. А. Тона был подвергнут строгой критике. В заключение говори-

³ В библиотеке ЛИИЖТа хранятся черновики пояснительной записки Г. Е. Паукера с расчетами по проекту лесов.

⁴ В третью комиссию, назначенную в декабре 1856 г., входили инженеры путей сообщения П. П. Мельников, П. И. Палибин, Д. И. Журавский и военный инженер Г. Е. Паукер. Д. И. Журавский по болезни в осмотре шпиля не участвовал.

⁵ ЦГИА СССР, ф. 207, оп. 3, д. 36, л. 24—29.

⁶ Там же, л. 1.

лось, что нужно уменьшить каменную надстройку, для устройства ребер шпилья предпочтительнее употребить тавровое железо вместо котельного, леса нет необходимости делать коренными, стоимость сооружения, таким образом, можно снизить до 260 тыс. рублей⁷. По личному приказанию главноуправляющего путями сообщения и публичными зданиями К. В. Чевкина составление нового проекта шпилья принял на себя инженер Д. И. Журавский.

Журавский рассмотрел несколько вариантов металлического каркаса шпилья и остановился на стержневой системе, образующей восьмигранную усеченную пирамиду и состоящей из прямых ребер по углам пирамиды, горизонтальных колец и раскосов, направленных по поверхности пирамиды. Такая система, каждый элемент которой работал в основном на сжатие или растяжение, удовлетворяла всем требованиям прочности, имела ряд конструктивных удобств, поскольку предоставляла много места для устройства ходов сообщения внутри шпилья и была удобна для исполнения. Все элементы этой системы предполагалось выполнить из уголкового или таврового железа и соединить между собой при помощи болтов. Каменную надстройку над существующей колокольной Д. И. Журавский предполагал ограничить высотой в 13 м. Сметная стоимость проекта составляла 266 тыс. рублей. 6 марта 1857 г. Департамент проектов и смет рассмотрел проект Журавского и нашел «оный в техническом отношении вполне одобрительным и цели своей соответствующим»⁸.

Между тем архитектор К. А. Тон представил второй проект шпилья, сметная стоимость которого была меньше его первого проекта на 53 тыс. рублей. По новому проекту предполагалось существующую каменную кладку продолжить еще на 47,65 м, а устройство железного шпилья ограничить высотой в 14 м. Департамент проектов и смет отклонил и этот проект Тона, так как при его выполнении увеличивалось на 40% давление на фундамент, устройство и состояние которого не были известны. Отмечалось, что хотя «идея устроить весь шпиль из кирпича и представляет сама по себе возможность в исполнении, но в настоящем случае нет никакой необходимости обременять колокольную излишним грузом предположенной массивной надстройки, и т. к. вообще шпиль можно рассматривать

⁷ Там же, л. 47—51.

⁸ Там же, л. 60.

как весьма остrokонечную кровлю, предназначенную для покрытия здания, то цель эта достигается вполне устройством металлического шпица, представляющего несравненно более легкости, прочности и устойчивости»⁹. К тому же стоимость устройства шпиля по проекту Журавского была значительно меньше, чем по второму проекту Тона.

По докладу К. В. Чевкина 14 марта 1857 г. проект Журавского был утвержден, а сам он назначен строителем нового шпиля. Помощником строителя был определен инженер А. С. Рехневский, ранее занятый на изыскательских работах Московско-Черноморской железной дороги. В распоряжение строителя поступили молодые архитекторы В. П. Куроедов и М. Ю. Арнольд. Первый из них работал до этого на постройке пассажирских зданий Петербурго-Варшавской железной дороги.

20 апреля 1857 г. Журавский принял от Паукера леса и все предметы, снятые с колокольни¹⁰, а строители одновременно приступили к устройству лесов¹¹. Прежние леса, поврежденные бурей, в 1856 г. были разобраны почти на треть своей высоты. Они имели восемь опорных стоек, из которых четыре, а именно средние в каждой боковой грани лесов, опирались на ту часть старой кладки, где предстояло возводить новую. Поэтому большинство архитекторов и инженеров считали необходимым старые леса разобрать и для производства работ выстроить новые. Обсудив различные способы ведения работ, Журавский остановился на чрезвычайно смелой мысли сохранить прежние леса. Угловые стойки существующих лесов были привязаны к каменной кладке дополнительными железными связями. Четыре средние стойки были подрезаны снизу более чем на 4 м каждая и оперты системами наклонных брусьев на фермы, выходящие из окон верхнего яруса каменной колокольни. Сами леса были отремонтированы и укреплены дополнительными деревянными связями. Кроме того, были возведены вспомогательные леса от земли к шпилю. В таком виде леса, несмотря на их узкое основание, выдержали без малейших поправок весьма сильные бури¹². Смелый проект Д. И. Журав-

⁹ Там же, л. 65.

¹⁰ Акт приема-передачи находится в библиотеке ЛИИЖТа.

¹¹ Рапорт Д. И. Журавского от 20 апреля 1857 г.— ЦГИА СССР, ф. 207, оп. 3, д. 36, л. 263.

¹² Там же, д. 41, лл. 236—238.

ского позволил значительно сократить расходы на перестройку шпиля и сроки окончания работ.

Старый шпиль и деревянные части колокольни были разобраны¹³ (архитектор В. П. Куроедов составил подробное их описание, которое хранится в библиотеке ЛИИЖТа).

В мае Журавский представил проект устройства каменной части верха колокольни. Он разработал два проекта: кирпичный и из доломитового камня. Хотя устройство кладки из кирпича обошлось бы дешевле, Журавский рекомендовал делать ее из доломитового камня, который не требует штукатурки¹⁴. Этот проект и был одобрен. Тогда же был составлен проект переделки нижнего купола колокольни.

В конце мая Департамент проектов и смет при участии известного строителя металлических мостов С. В. Кербедза рассмотрел представленные Журавским чертежи на устройство металлической части шпиля и нашел «изображенные на них предположения строителя... в техническом отношении одобрительными и цели своей соответствующими»¹⁵, проверил и утвердил смету и кондиции на производство работ.

Железные стропила шпиля были заказаны Камско-Воткинскому железодельному заводу, начальником которого был видный русский металлург А. А. Иосса. Раньше заводу не приходилось прокатывать угольковое железо столь больших размеров. Для выполнения заказа по распоряжению Иосса на заводе срочно произвели некоторые усовершенствования: увеличили диаметр водяного колеса, размеры сварочных печей, приготовили прокатные валки и передаточные шестерни большего диаметра¹⁶. Шестерни и валки отливали несколько раз, так как они ломались, не выдерживая больших нагрузок. Железо для шпиля было употреблено трехсварочное. Всеми работами по изготовлению стропил заведовал горный кондуктор Иван Девятков, изготовлением отдельных деталей руководили старший мастер парового цеха Григорий Ивуков и старший мастер цепного цеха Иван Зорин.

¹³ Все работы по укреплению старых и устройству части новых лесов, а также по разборке старого шпиля и лесов (после окончания строительства) были выполнены подрядчиком отставным поручиком Богомольцем.

¹⁴ ЦГИА СССР, ф. 207, оп. 3, д. 37, л. 16.

¹⁵ Там же, л. 156.

¹⁶ *Котляревский И. П.* Александр Андреевич Иосса: Биограф. очерк.— Горн. журн., 1894, № 7, с. 42.

В январе 1858 г. Журавский (вместе с А. С. Рехневским) ездил на Камско-Воткинский завод. Там он испытал на прочность прокатное уголковое железо, приготовленное для стропил, и остался им очень доволен. Предел прочности оказался равным 3500 кг/см^2 . В рапорте от 20 января 1858 г. Журавский писал, что «прокатывание заказанного на Воткинском заводе уголкового железа окончено. Железо получилось хорошего качества»¹⁷.

По предложению А. А. Иосса было решено произвести предварительную сборку шпиля на заводе. Для наблюдения за работами на заводе остался Рехневский. Сборка стропил производилась в одном из заводских зданий. Когда стропила достигли высоты здания, разобрали потолок и крышу и работали с лесов, поставленных на стены самого здания. К 1 мая 1858 г. сборка стропил была окончена. Потом они были размечены, разобраны, покрашены масляной краской и погружены на баржу, которая по реке Вотке была спущена в Каму, а затем на буксире доставлена в Рыбинск. Далее по мелководью Волги ни баржа, ни пароход идти не могли. Поэтому все детали были перегружены на три баржи («тихвинки») и «бичевой» доставлены до Твери, откуда по железной дороге — в Петербург. 6 июня все детали стропил были перевезены в Петропавловскую крепость¹⁸.

Одновременно в Петербург приехали горный кондуктор И. Девятков, мастер Г. Ивуков и 28 рабочих с завода для установки стропил шпиля на колокольне. Летом 1858 г. после окончания каменных работ¹⁹ железные стропила шпиля были собраны. Конструкция их следующая.

Стропильные ребра составлены из двух полос уголкового железа, расположенных тавром и свинченных между собой болтами. Площадь сечения ребра убывает вверх от 116 до $38,7 \text{ см}^2$. По высоте шпиля расположены 39 колец, расстояние между ними колеблется от 2,84 до 0,60 м. Нижние кольца изготовлены из уголков: каждая часть такого кольца загонялась снизу на место и привинчивалась к вертикальным ребрам, соседние части кольца соединялись растяжками. Верхние 12 колец сделаны из полосового железа и наложены с наружной стороны стропил.

¹⁷ ЦГИА СССР, ф. 207, оп. 3, д. 38, л. 197.

¹⁸ Рапорт Д. И. Журавского.— ЦГИА СССР, ф. 207, оп. 3, д. 39, л. 78.

¹⁹ Кирпичная и доломитовая надстройки колокольни также были выполнены подрядчиком Богомольцем.

Раскосы также сделаны из полосового железа и снабжены приваренными лапами для скрепления с ребрами и кольцами. До девятого кольца, считая снизу, в каждом четырехугольнике, образованном ребрами и кольцами, помещены два раскоса, выше девятого кольца — только один. Внутри шпиля до уровня между 13 и 14 кольцами идет винтовая лестница сначала диаметром 2,13 м, а затем — 1,42 м. Выше подъем осуществляется снаружи шпиля по скобам; для выхода наружу устроен люк.

Шпиль укреплен на колокольне двумя системами связей. Основная система связей состоит из 8 стержней диаметром 6 см, идущих внутри каменной кладки от опорного кольца на глубину 15 м. Нижний конец стержня, проходя сквозь гранитный камень, оканчивается нарезкой и гайкой, служащими для натягивания связей. Дополнительные открытые связи в количестве 8 штук составлены из двух железных полос сечением $8,89 \times 2,54$ см. Верхними концами они крепились к ребрам шпиля между вторым и третьим кольцами, а внизу посредством хомутов захватывали двутавровые клепаные балки, заделанные концами в кирпичную кладку на глубине 18 м. Обе системы связей рассчитаны так, что каждая из них в отдельности способна удержать шпиль от опрокидывания.

В первоначальном проекте открытых связей не было. К необходимости устройства их Журавский пришел во время производства работ, когда при разборке каменного фонарика над алтарем собора было обнаружено, что скобы, связывающие между собою камни, были до того повреждены, что ломались и рассыпались в руках. «Это обстоятельство, — писал Д. И. Журавский, — подало мысль, что и связи, закладываемые в кладку, через некоторое, хотя, может быть, и довольно продолжительное, время могут тоже поржаветь, как это случилось с укрепляющими цепями висячих мостов»²⁰. Тогда же были приняты меры против ржавления железных деталей, заделываемых в камни: железные скобы и пироны были покрыты оловянной полудой, а концы балок, заделываемых в стены, по рекомендации П. П. Мельникова смазывались особым составом из смолы, сала и дегтя, обертывались войлоком и заливались раствором портландского цемента²¹.

Во избежание пожара, могущего возникнуть при установке на деревянных лесах переносных горнов для разо-

²⁰ Журавский Д. И. Описание работ... — ЖГУПСИПЗ, 1860, т. 31, кн. 1, с. 23.

²¹ ЦГИА СССР, ф. 207, оп. 3, д. 39, л. 75.

гревания заклепок, вся конструкция шпиля была собрана на болтах. Клепаные балки для закрепления открытых связей изготовлялись на заводе (генерала Огарева) и в готовом виде доставлялись на место установки.

Решетник шпиля сделан из полосового железа сечением $7,62 \times 1,27$ см внизу и $5,08 \times 1,27$ см вверху шпиля. Шпиль и купола колокольни обшиты медными позолоченными листами размером $3,73 \times 1,14$ м и $3,12 \times 1,30$ м и толщиной 3,2 мм. Общий вес медной обшивки составил свыше 25 т; на позолоту крыши и куполов колокольни было истрчено 440,6 кг золота²².

Сборка стропил шпиля на месте продолжалась немного более месяца и закончилась в начале сентября. Работы производились сразу в нескольких ярусах: в одном наращивались ребра стропил, в другом ставились кольца, в третьем укреплялись раскосы. Для ускорения работ верхняя часть стропил, заключающая в себе шесть ярусов колец и раскосов с укреплением для креста, общим весом более 3 т была собрана на земле, затем поднята целиком и установлена на место. Правильность возведения стропил проверялась точным теодолитом.

Одновременно со строительством каменной надстройки над колокольней и возведением шпиля в соборе были произведены крупные ремонтные работы, первоначально не предусмотренные: заделаны оказавшиеся в сводах собора трещины, возобновлена его кровля со стропилами, а также купол с фонариком, исправлены башенные часы колокольни, обновлена внутренняя живопись и окраска собора, отремонтированы и подновлены лепные украшения, мебель и все внутреннее убранство собора, перезолочены иконостас, кресты, люстры и пр. Весь расход на сооружение нового шпиля и подновление здания собора составил 306 тыс. рублей²³.

26 ноября 1858 г. Д. И. Журавский доложил, что «работы по построению шпица, исправлению здания и обновлению внутренностей собора окончены»²⁴. Особая комиссия во главе с П. П. Мельниковым освидетельствовала оконченную постройку. 30 ноября того же года собор был освящен. Общая высота собора после перестройки шпиля

²² Все работы по обшивке куполов и шпиля были выполнены подрядчиком купцом В. Н. Коротковым. Им же устроены железные стропила куполов колокольни и железные лестницы в ней.

²³ ЦГИА СССР, ф. 207, оп. 3, д. 40, л. 93—94.

²⁴ Там же, д. 41, л. 241.

достигла 121,9 м. В то время он занимал седьмое место среди высочайших зданий земного шара²⁵. Он и сейчас является самым высоким сооружением в Ленинграде после телевизионной вышки. «Сооружение шпиля... представляло по тому времени весьма сложную инженерную задачу, успешное решение которой свидетельствует о достаточно высоком уровне развития строительной техники и хорошей организации работ»²⁶.

За успешное сооружение шпиля Журавский получил звание полковника и премию 3000 рублей. Награды получили и другие участники строительства.

В январе 1859 г. Журавский написал инструкцию «О наблюдении за состоянием стропил шпиля, сводов и часов Петропавловского С.-Петербургской крепости собора»²⁷, которая вошла в «Положение о техническом надзоре и содержании в исправности здания С.-Петербургского Петропавловского собора». 27 апреля 1859 г. здание собора было передано в ведение строительной конторы министерства императорского дворца. Архитектором собора был назначен В. П. Куроедов.

В соответствии с «Положением о техническом надзоре» в течение первых трех лет весной и осенью, а в последующие годы только весной ежегодно проводилось освидетельствование здания собора особой технической комиссией. Постоянным участником этой комиссии был Д. И. Журавский. Только в 1859 и 1860 гг., когда он находился в заграничной командировке, путейское ведомство в этой комиссии представлял инженер И. А. Панавев, а в 1869 г. — инженер Ф. А. Поземковский. Особенно тщательное освидетельствование собора было проведено в мае 1861 г. комиссией в составе инженеров Д. И. Журавского, Г. Е. Паукера, П. И. Палибина, А. К. Красовского и архитектора В. П. Куроедова. Комиссия проверила положение оси шпиля при помощи теодолита, установленного на дальнем расстоянии от собора. Проверялось положение оси шпиля и по отклонениям отвесов, установленных на шпиле, и при этом было обнаружено, что «отклонение верхнего отвеса от центра установленного под ним кружка простирается на запад на одно деление»²⁸ (8,5 мм).

²⁵ Воронин М. И. К столетию возведения железного шпиля..., с. 141.

²⁶ Аистов Н. Н., Васильев Б. Д., Иванов В. Ф. и др. История строительной техники. М.; Л., 1962, с. 336.

²⁷ ЦГИА СССР, ф. 207, оп. 3, д. 40, л. 37—42

²⁸ Там же, оп. 3, д. 89, л. 30.

В последующие годы дальнейших отклонений шпиля замечено не было.

В 1957 г. во время реставрации Петропавловского собора шпиль и колокольня собора были заново позолочены. Состояние металлического каркаса шпиля было настолько хорошим, что подвесные вантовые леса, сооруженные для производства позолотных работ на шпиле, крепились своим верхним концом к ребрам шпиля у его вершины²⁹.

Выдающееся инженерное сооружение XIX в. — шпиль Петропавловского собора и в настоящее время является архитектурным украшением Ленинграда, играя ведущую роль в ансамбле центральной части города на берегу Невы.

Глава 7

Служба в ведомстве путей сообщения (1859—1876)

Все это время Д. И. Журавский состоял инженером при Главном управлении путей сообщения и публичных зданий. В 1859 г. он был командирован в Англию и Америку для изучения устройства путей сообщения и в особенности железных дорог. В помощь ему был назначен инженер-поручик Е. Н. Зайка, окончивший Институт инженеров путей сообщения в 1855 г. и с тех пор почти постоянно занимавшийся работами по изысканию железных дорог. Инженеры обязаны были: «а) осмотреть главные пути сообщения в Англии и особенно в Северной Америке, а также те заведения, на коих изготовляются принадлежности, к железным дорогам относящиеся, и б) изучить способы скорого, прочного и дешевого устройства железных дорог и способ движения, содержания их и управления»¹. В обширной инструкции, выданной им главноуправляющим К. В. Чевкиным, на 12 страницах подробно указывалось, на что они должны обратить внимание в отношении железных дорог, мостов на дорогах, каналов и рек и судоходства по ним.

Следует отметить, что Чевкин почти ежегодно командировал за границу с научной целью лучших воспитан-

²⁹ Кудринский и др. Летопись возрождения. Л., 1971, с. 16.

¹ ЦГИА СССР, ф. 207, оп. 3, д. 94, л. 2.

нийков Института инженеров путей сообщения и с практической целью инженеров Главного управления. В таких командировках побывали Ф. И. Энрольд, И. П. Глушинский, В. В. Салов, ставшие впоследствии профессорами института, В. А. Панаев, И. О. Гейдатель и др. Эти командировки способствовали ознакомлению русских инженеров с новейшими достижениями транспортной науки и техники за рубежом

Д. И. Журавский хорошо владел английским и французским языками, так что обходился в командировке без переводчика. По пути в Америку он ознакомился со строительством железных мостов через Рейн в Кельне и Келе (близ Страсбурга) и через Гаронну в Бордо. В первом своем отчете он описал проект моста через Гаронну и производство работ по устройству быков бордоского и кельского мостов. Для устройства быков кельского моста применялись кессоны со сжатым воздухом, которые и были описаны Журавским впервые в русской технической литературе². В Бельгии инженеры изучали выделку рельсов и устройство вагонов, присутствовали при испытании пневматического бура для Мон-Сениского тоннеля. В Англии, Шотландии и Ирландии они осмотрели все главные линии железных дорог, знаменитый трубчатый мост «Британия», а также два знаменитых своими большими размерами моста — Чептауский и Крумлинский в Южном Уэльсе.

12 ноября Д. И. Журавский и Е. Н. Заика прибыли в Нью-Йорк. За семь месяцев инженеры осмотрели все главнейшие железные дороги США и Канады, побывали на заводах по производству паровозов, пароходов, вагонов, рельсов, ознакомились с устройством пристаней для сопряжения железных дорог с водными путями, изучали в подробностях городские железные дороги. С разрешения президента Центральной пенсильванской дороги Томсона Журавский детально изучил деятельность администрации этой дороги, которая считалась в США образцовой. Тщательно собирал Журавский материалы о торговле в Америке пшеницей и о зависимости между торговлей и состоянием путей сообщения. Его внимание привлекли некоторые изобретения американских инженеров: «калорическая» машина Эриксона, действующая с помощью нагретого воздуха, образец которой он привез в

² Журавский Д. И. Мост через Гаронну в Бордо для соединения Южной железной дороги с Орлеанскою. — ЖГУПСИПЗ, 1859, кн. 6, отд. 1, с. 210—216.

Петербург, и айс-бот Уайорда, т. е. судно, поставленное на полозья и приводимое в движение паровой машиной³. Ежемесячно Журавский посылал отчеты о своих занятиях в ведомство путей сообщения, выдержки из которых печатались в журнале этого ведомства.

«Просматривая отчеты Дмитрия Ивановича,— говорил много лет спустя профессор Л. Ф. Николаи,— убеждаешься, что он не ограничивался простым описанием того, что видел, не восторгался заграничным только потому, что оно заграничное, но подробно разбирал каждый вопрос, отмечал то, что заслуживает подражания, и указывал одновременно на слабые стороны. Конечные выводы, которые он делает, всегда сжаты и ясны, и многие из них и в настоящее время не потеряли своей цены»⁴.

Особое внимание Д. И. Журавский уделил мостостроению. Он ознакомился с теорией висячих мостов Рёблинга, с большим интересом осмотрел построенный в 1855 г. этим выдающимся инженером мост через Ниагару, первый висячий мост для железной дороги, имевший пролет 250 м, познакомился и с другими металлическими мостами. Но описал он только деревянные мосты, которые в то время преобладали на американских дорогах.

³ По возвращении в Россию Д. И. Журавский присутствовал при испытании аналогичного русского изобретения. В конце 1860 г. «мауфактур-советник» Гучков и «почетный гражданин» Солодовников просили о выдаче им привилегии на устройство санного поезда. Вот как описывает его современник. Изобретенная машина напоминала обыкновенный паровоз, концы которого спереди и сзади поддерживаются двумя санками. Передние санки посредством особого механизма могли быть приводимы во вращательное движение и тем самым направлять ход паровоза. Под серединою котла помещены были ведущие зубчатые колеса диаметром 4 фута (1,2 м). Испытания производились на реке Большая Невка в Петербурге на специально расчищенном участке гладкого льда длиной около полутора версты в присутствии комиссии в составе инженеров путей сообщения С. В. Кербедза, Д. И. Журавского и И. Ф. Кенига. Поезд из паровоза и двух саней, на которых помещалось до 50 человек, развивал скорость до 26 верст в час. После неоднократных повторенных испытаний комиссия пришла к заключению, что «паровоз с зубьями на ведущих колесах для зацепления о лед может быть применен для перевозки пассажиров и буксировки клади на льду, но для этого должно сделать некоторые улучшения и изменения» (*Казнаков В. Испытание санного паровоза.— ЖГУПСИПЗ, т. 34, кн. 4, с. 150—154*).

⁴ Чествование памяти инженера Дмитрия Ивановича Журавского.— Изв. собрания инж. путей сообщения, 1897, т. XVII, № 5, с. 75.

«Со времени путешествия в Америку генерала Мельникова замечено усовершенствование в построении деревянных мостов,— писал Журавский,— мосты системы Тауна доживают свой век; система Лонга не в большом почете. Система Берра (Бурра), соединение арки с раскосною балкою, не имеющею обратных раскосов, потеряла доверие по трудности заставить арку и раскосную балку работать согласно и по большой изменямости формы системы, не имеющей обратных раскосов, отчего все сопряжения скоро изнашиваются. Система Гау взяла верх не только на железных, но даже и на обыкновенных дорогах»⁵.

Журавский отметил недостатки системы Гау в американских мостах: «Я не заметил, чтобы в Соединенных Штатах отдавали себе отчет о величине напряжений различных частей поясов. Во многих из существующих мостов заметно начало разрушения поясов; в одном из них доски уже разорвались и мост поддержан сваями; некоторые мосты уже провалились от разрыва пояса; это самая слабая часть их мостов. В вычислении пояса американские инженеры не ушли далеко от сведений, принесенных к нам покойным Уистлером тому назад уже 25 лет»⁶. Журавский критикует расчет пояса, приведенный в только что вышедшем тогда сочинении Воза. В этом расчете учтено уменьшение сечения на врубки и дыры, которые даже не находятся в одной плоскости, но, с другой стороны, не обращено внимания на достаточную связь досок между собой, что очень важно для прочности пояса. Журавский считает нерациональным расположение стыков в составном поясе уступами по одному стыку в каждой панели, которое принимали американские строители. Более правильным он считает расположение, при котором половина досок стыкуется в одной панели. В этом случае, указывал он, легче учесть неравномерность растягивающего усилия в нижнем поясе моста и неоднородность древесины (наличие сучьев у вершины).

Многочисленные случаи разрушения мостов от разрыва пояса заставили американских инженеров прибегнуть к употреблению арок для укрепления раскосной системы. Наблюдения Д. И. Журавского над этими мостами показали, как трудно рассчитывать на совместную работу двух

⁵ Журавский Д. И. Заметки о мостах в Соединенных Штатах Америки. 1. Деревянные мосты.— Журн. МПС, 1866, кн. 5/6, с. 22.

⁶ Там же, с. 10.

разнородных систем — арки и раскосной фермы. «Чтобы угадать, сколько арки и фермы примут груза,— пишет он,— необходимо точно знать прогибы фермы и арки под данным грузом; но прогибы систем, и особенно деревянных раскосных, так много зависят от усыхания дерева и аккуратности врубок, что они не могут подлежать достаточно точному исчислению, тем более что осадка раскосной системы сильно изменяется, смотря по степени предварительной натянутости стержней. Попытки связать арку и раскосную систему так, чтобы они принимали именно желаемую часть груза, будут, кажется, всегда тщетными...»⁷

К недостаткам мостов системы Гау в Америке Журавский относил преимущественное употребление системы с одним пересечением раскосов, что не дает возможности заменять подушки и раскосы без поддержания фермы снизу, а также неоправданно большие размеры, которые американцы придавали обратным раскосам.

Познакомился Журавский также и с другими системами деревянных мостов. Система Макколом (Maccolom) представляет собой разновидность системы Гау с выгнутым вверх верхним поясом и с крайними раскосами, опирающимися непосредственно на быки и устои. Журавский нашел эту систему «весьма несовершенной для мостов в несколько пролетов, потому что перелом кривой пояса над быком не позволяет делать пояс непрерывным и подвергать его растягивающим усилиям, что уменьшило бы сечения пояса в середине пролета и, следовательно, уменьшило бы объем дерева в поясах»⁸. Даже по расчетам американского инженера Поста, пропагандиста системы Макколом, эта система требует больше материала, чем система Гау. Увлечение американских инженеров системой Макколом Журавский называет «не иначе, как модой», которую он объяснял «недостаточным изучением систем». Столь же неодобрительно Журавский отзывался о системе Брауна, бывшего совещательного инженера Петербурго-Московской железной дороги, по которой устроено несколько мостов на дороге между Нью-Йорком и озером Эри. Эта система отличается от системы Берра тем, что арка в ней уперта не в быки и устои, а в нижний пояс, и тем, что она имеет обратные раскосы.

⁷ Там же, с. 17.

⁸ Там же, с. 2.

С большим интересом осмотрел Журавский построенный в 1848—1849 гг. инженерами Брауном и Адамом мост через овраг Каскад-Глин на железной дороге между Нью-Йорком и озером Эри. Он назвал этот мост «наиболее замечательным из арочных мостов»: «Колоссальная арка моста имеет вид раскосной системы с изогнутыми концентрическими поясами». Пролет моста — 83,8 м — наибольший среди всех существовавших в то время деревянных мостов. Во время посещения Журавским Америки в этом овраге начали устраивать трубу и делать насыпь, которые должны были замкнуть мост.

К числу положительных сторон американского деревянного мостостроения Журавский относил дешевизну, скорость постройки, а также некоторые конструктивные особенности мостов. «Способ укладки половых балок на фермы без врубки самих балок и без свинчивания болтами, — писал он, — заслуживает одобрения по дешевизне и простоте. Заслуживает также одобрения принятый обычай покрывать мосты и обшивать их сбоку; эти крыши представляют весьма выгодное помещение капитала»⁹. Подводя итог своим впечатлениям, Журавский писал: «Несмотря на многие недостатки большей части деревянных мостов, устроенных в Соединенных Штатах, самые мосты по огромности их размеров, по дешевизне их исполнения возбуждают удивление путешественника и тем более, что эти изумительные сооружения были возведены людьми, большею частью вовсе не получившими высшего технического образования и часто едва знакомыми с началами наук. Разнообразие систем делает честь изобретательному гению американцев»¹⁰.

Из Нью-Йорка, Лондона и Парижа Журавский привез 10 ящичков с книгами, моделями, приборами, образцами масел и пр. Привез он также машину Эриксона. Часть книг и журналов он покупал и выписывал за свой счет. Все это было передано потом в Институт инженеров путей сообщения.

Через год после возвращения из-за границы (11 ноября 1861 г.) Журавский был назначен в качестве члена от правительства в Совет управления Главного общества российских железных дорог. Вместе с ним назначение получили инженеры В. Д. Евреинов и Н. И. Липин. От Министерства финансов был назначен И. Н. Колесов.

⁹ Там же, с. 23.

¹⁰ Там же.

Обновленный состав Совета немедленно приступил к преобразованию системы управления работами по строительству неоконченных линий железных дорог. Были ограничены права местных распорядителей в расходовании средств и сокращены штаты. Должность главного директора была упразднена. Коллиньон и большинство французских инженеров и служащих выехали из России, получив огромные премии, обещанные им Главным обществом за «хорошее ведение работ». Были приняты меры к уменьшению расходов по работам: некоторые дорожные подряды, заключенные прежним управлением, были расторгнуты и заменены более дешевыми. Однако ссуды, выданной Главному обществу государством, оказалось недостаточно для окончания работ. В 1862 г. обществу были предоставлены дополнительные льготы.

В 1862 г. были открыты для движения на всем протяжении обе дороги, построенные Обществом, — Московско-Нижегородская (1 августа) и Петербурго-Варшавская (15 декабря). Однако строительство дорог не было окончено. Многие искусственные сооружения достраивались и перестраивались в процессе эксплуатации. Дороги, выстроенные Главным обществом, стоили очень дорого. Петербурго-Варшавская обошлась в 104 тыс. рублей за версту (на 57% дороже, чем предполагалось), а Московско-Нижегородская — в 88 тыс. рублей (на 41% дороже)¹¹.

Вопрос об удешевлении строительства железных дорог в те годы был одним из актуальнейших. В ноябре 1861 г. Д. И. Журавский представил главному управляющему путями сообщения записку «Об обстоятельствах, имеющих влияние на стоимость построения железных дорог», в которой подверг этот вопрос обстоятельному разбору.

Указав на большое разнообразие в стоимости версты железной дороги в различных странах, Журавский остановился на тех факторах, которые влияют на эту стоимость. К их числу он относил характер местности, климат страны, назначение дороги, т. е. будет ли по ней производиться большое движение или незначительное. «Чем более движение, тем больший капитал бывает выгоднее употребить в видах уменьшения издержек на перевозку»¹². Стоимость дороги зависит также от степени раз-

¹¹ *Блюх И. С.* Влияние железных дорог на экономическое состояние России. СПб., 1878, т. 1, с. 6; *Соловьева А. М.* Железнодорожный транспорт России во второй половине XIX в. М., 1975, с. 76.

¹² ЦГИА СССР, ф. 207, оп. 1, д. 321, л. 3.

вития страны, ее средств и скорости постройки. В России, «государстве мало развитом в промышленном отношении... значительную часть потребностей приходится выписывать из-за границы» (л. 6). Рельсы, выписанные из Англии, стоят в русских портах на 20% дороже, чем в Англии, а перевозка их внутри страны увеличивает их стоимость до 40%. Меньше, но также очень значительно увеличивается стоимость машин и других предметов, получаемых из-за границы. «Недостаток опытности в управлении большими предприятиями способствует также к дороговизне работ в России. К сожалению, в этом отношении нам трудно воспользоваться опытностью инженеров европейских; незнакомство с языком, средствами и обычаями страны совершенно лишает их всякого преимущества над администраторами туземными, если бы даже мы и могли иметь у себя опытных иностранцев. Нам нельзя избежать дорогой школы опыта, чрез которую прошли и другие государства» (л. 7—8).

Далее Журавский писал об американском способе строительства железных дорог, который славился своей дешевизной: «Первоначальные издержки там уменьшаются приданием дороги характера временной постройки. Сравнительно легкие рельсы кладут иногда совсем без балласта или употребляют его весьма мало; путь укладывают большею частью с весьма малыми земляными работами... В местах гористых допущены крутые подъемы» (л. 9). Станционные постройки делают также весьма легкими, мосты — деревянными. «Смелость построек, впрочем не всегда соединенная с совершенною безопасностью, является одною из главных причин дешевизны» (л. 10). Особое внимание Д. И. Журавский обращал на тот факт, что в Америке употребляли преимущественно «туземные материалы»: «Они сами делают весь подвижной состав и большую часть рельсов» (л. 12).

Учитывая современное положение России, недостаток капиталов и необходимость строительства экономически важных дорог от Москвы на юг и от центра черноземной полосы к Балтийскому морю, Д. И. Журавский считал, что американский способ строительства железных дорог «заслуживает у нас подражания». По его мнению, при таком способе строительства указанные дороги обойдутся до 50 тыс. рублей за версту. Строительство же дороги в более прочном виде и с большей пропускной способностью может делаться потом, «по мере увеличения в том

потребности и по мере развития средств самой страны». Кстати, это позволит уменьшить окончательные издержки на строительство дороги, ибо «капитальные станции и мосты обойдутся со временем дешевле, потому что перевозка по дурным дорогам поглощает значительную часть расходов на постройку» (л. 13). «200 верст дороги железной, устроенной посредственно, принесут гораздо более пользы России, нежели 100 верст дороги совершенной, на которую затрачен тот же капитал» (л. 14), — заключал ученый.

Свои идеи о необходимости удешевления железнодорожного строительства и о путях удешевления Д. И. Журавский пропагандировал и позже, в частности в своем выступлении 17 декабря 1865 г. на заседании отделения статистики Русского географического общества¹³. Аналогичные предложения других авторов вскоре начали появляться в печати¹⁴ и были реализованы в практике строительства железных дорог начиная с середины 60-х годов XIX в.

Главное общество не построило так необходимой для народного хозяйства России дороги от Москвы к Черному морю. Своими действиями оно задержало развитие русского машиностроения. Подвижной состав для Николаевской дороги целиком был построен в России на Александровском механическом заводе, и тем самым было положено начало созданию отечественной машиностроительной промышленности. Главное общество же заказы на паровозы и вагоны размещало за границей. Более того, чтобы избавиться от невыгодного ему заказа на паровозы, который казна выдала одному из русских заводов (герцога Лейхтенбергского) и передала Обществу вместе с Варшавской железной дорогой, Главное общество купило этот завод и приспособило его под второстепенные нужды. Нижнетагильский и Алапаевский заводы, поставившие до конца 1861 г. около 3,4 млн. пудов железных рельсов высокого качества, не получили нового заказа на рельсы и вынуждены были прекратить их дальнейшее производство¹⁵.

¹³ СПб. ведомости, 1865, № 339 (23 дек.).

¹⁴ *Чижев Ф. В.* Соображения о постройке Южной железной дороги. — Акционер, 1863, № 43/45; отд. изд. М., 1863; *Воль П. В.* Новейшие данные по устройству и содержанию пути и подвижного состава железных дорог. СПб., 1868, с. 116.

¹⁵ *Кеппен А. П.* Материалы для истории рельсового производства в России. — Журн. МПС, 1899, кн. 2, с. 26.

Провал планов Главного общества в конце 50-х годов отрицательно сказался на дальнейшем строительстве железных дорог в России. По свидетельству П. П. Мельникова, «банкиры-учредители и французские инженеры... распространили в Европе преувеличенное понятие, что устройство железных дорог в России стоит непомерно дорого, а эксплуатация их по климатическим условиям и малоценности громоздких предметов перевозки не может быть выгодна; таким образом... они нанесли вред дальнейшим предприятиям, ослабив кредит наших железных дорог на главных рынках Европы»¹⁶.

Финансовая система России находилась в чрезвычайно расстроеном состоянии. В начале 60-х годов было даже время, когда царское правительство решило приостановить постройку железных дорог¹⁷.

В этих условиях на должность главноуправляющего путями сообщения 11 октября 1862 г. был назначен П. П. Мельников. В 1865 г. Главное управление путей сообщения и публичных зданий было преобразовано в Министерство путей сообщения, так что П. П. Мельников, один из организаторов и руководителей железнодорожного строительства в России, стал и первым министром путей сообщения. Корпус инженеров путей сообщения был упразднен, и воинские звания для инженеров путей сообщения отменены — все они получили гражданские звания в соответствии с табелем о рангах.

Свою деятельность в должности главноуправляющего Мельников начал с разработки проекта обширной сети железных дорог протяжением 4510 верст. При составлении этого проекта Мельников руководствовался главным образом экономическими соображениями. Он считал, что из-за отсутствия благоустроенных путей сообщения Россия быстро отстает от других государств в торговом и промышленном развитии. «Более нам медлить не следует, — писал он, — Россия не должна останавливаться перед необходимостью некоторых пожертвований для того, чтобы исполнить сеть главных линий железных дорог в самое короткое время»¹⁸. По плану П. П. Мельникова

¹⁶ *Верховский В. М.* Краткий исторический очерк начала и распространения железных дорог в России по 1897 г. включительно. СПб., 1898, с. 111.

¹⁷ *Дельвиц А. И.* Мои воспоминания. М., 1913, т. III, с. 203.

¹⁸ Сеть главных линий железных дорог Европейской России, составленная в Главном управлении путей сообщения и публичных зданий. — ЖГУПСИПЗ, 1863, кн. 5, офиц. отд., с. 23.

предстояло связать Москву и центр России с Черным и Балтийским морями, а также с Волгой у Саратова и дать выход продуктам земледелия и животноводства к нуждающимся в них губерниям и к главным морским портам для сбыта за границу. Особое внимание в плане обращено на сооружение железной дороги от Екатеринослава (Днепропетровска) до Грушевских копий (Донбасс), чтобы обеспечить всю железнодорожную сеть топливом Донецкого бассейна. Проект Мельникова в основном совпал с планом сети русских железных дорог, предложенных им в 1856 г. в статье, напечатанной в журнале «Современник». Была добавлена только линия Одесса—Киев—Чернигов и далее до соединения с западной линией, идущей от Орла к Балтийскому морю.

После обсуждения в печати план сети железных дорог был утвержден правительством в 1866 г. с некоторыми изменениями и дополнениями. К сожалению, этот план не был выполнен, особенно по срокам. В угоду частным интересам царское правительство утверждало к строительству и выдавало гарантии дорогам, не входившим в сеть, а сооружение дорог, признанных «самонужнейшими», откладывалось на более поздний срок. Южная дорога (от Москвы до Севастополя) строилась по частям и была окончена только в 1874 г. Дорога из Екатеринослава в Донбасс была построена в 1882—1884 гг. по направлению, почти совпадавшему с проектом 1862 г. «Линия эта... оказала несомненные услуги нашему каменноугольному делу,— писал впоследствии официальный историк железнодорожной политики в России Н. А. Кислинский.— Нельзя поэтому не пожалеть, что «антрацитная» линия Мельникова не получила своевременного осуществления»¹⁹.

По мнению М. И. Воронина, «П. П. Мельников является одним из главных лиц, определивших начертание железных дорог в России... Мельников создал остов железных дорог в России, который в основном размещен рационально»²⁰.

П. П. Мельников был убежденным сторонником строительства железных дорог, особенно главных линий, за счет казны, хотя и не отвергал привлечения частных капиталов, преимущественно отечественных, к сооруже-

¹⁹ Кислинский Н. А. Наша железнодорожная политика по документам архива комитета министров, СПб., 1902, т. 1, с. 125.

²⁰ Воронин М. И., Воронина М. М. Павел Петрович Мельников, Л., 1977, с. 97.

нию побочных, но доходных линий. В правительстве же были сильны сторонники строительства железных дорог частными компаниями. Однако не сумев привлечь частные капиталы, правительство вынуждено было все же приступить к строительству дорог за счет казны. В 1863—1864 гг. ведомство путей сообщения получило разрешение приступить к сооружению на государственный счет дороги Одесса—Балта—Елизаветград (Кировоград), а в 1864—1865 гг. дороги Москва—Курск. Строительство этих дорог продвигалось весьма медленно, главным образом из-за недостатка средств.

В этих условиях в печати и в научных обществах продолжал дебатироваться вопрос о том, каким способом и какими средствами у нас могут быть устроены линии железных дорог. Выступивший по этому вопросу Д. И. Журавский высказался в пользу строительства русскими частными компаниями с правительственными льготами. Такие компании, по его мнению, могли бы воспользоваться и иностранными капиталами. Однако он категорически отвергал передачу строительства железных дорог иностранным концессиям. «Когда капитал,— писал он,— поступает в страну при концессии, делающей его владельца распорядителем, тогда вместе с капиталом наезжает масса иностранных техников, администраторов, счетоводов. большею частью молодых, неопытных или собранных на улице, свободных, потому что за негодностью они остались дома без места. Вся эта масса деятелей делает ошибки, учится на наш счет и уезжает обратно по окончании дела, увозя с собою опытность, добытую на наши деньги. Трудно сказать, сколько при таком порядке теряет Россия или сколько она выиграла бы, если бы учились на ее деньги дети ее же страны. Знание, опытность и предприимчивость, которой они служат прочным основанием, нельзя оценить в деньгах, но без них нет промышленной жизни в стране... Концессии на построение железных дорог, данные иностранцам, представляют одну из самых туманных невыгодных форм займа»²¹.

Значительную часть своей статьи Журавский посвятил вопросам управления и администрации железнодорожного строительства, а также обеспечения железных дорог рельсами и подвижным составом. Он выступал за изготовление всех «принадлежностей» железных дорог в

²¹ Журавский Д. И. Заметки насчет построения в России железных дорог.— Биржевые ведомости, 1865, № 47.

России, хотя покупка их за границей может обойтись дешевле. «Избыток цены при делании паровозов дома,— писал он,— не представляет напрасную затрату капитала — этот избыток платы идет на техническое и административное образование русских деятелей»²² — инженеров, мастеров и рабочих. Указывал он и те местности, где выгоднее организовать строительство паровозов и вагонов и изготовление рельсов. Хорошую будущность для развития у нас рельсового производства, по его мнению, имеет юго-восточный край, где имеются в изобилии каменный уголь и железные руды. «Юго-восточный каменноугольный бассейн — это наш Южный Валлис, наша Пенсильвания, он в недалеком будущем окажется двигателем нашей промышленности»,²³ — предсказывал Журавский и настаивал на скорейшем проведении железной дороги от мест будущих заводов в районе Лисичанска до Харькова, куда необходимо продолжить Московско-Курскую линию. «Дорога, соединяющая этот край через Харьков с южною линиею, представляется одною из самых необходимых линий России независимо от того, что вся она или часть ее станет путем отправки хлеба к портам Азовского моря»²⁴.

В декабре 1865 г. отделение статистики Русского географического общества организовало обсуждение вопроса об источниках финансирования железнодорожного строительства в России, в котором приняли участие крупные государственные чиновники А. Н. Куломзин, Ф. Г. Тернер, Е. И. Ламанский, предприниматели Ф. В. Чижов, В. А. Полетика, видные инженеры путей сообщения А. И. Дельвиг, Д. И. Журавский и другие лица. Большинство выступивших высказалось за привлечение к строительству железных дорог частных капиталов при гарантировании высоких прибылей со стороны казны.

Д. И. Журавский высказал мнение, что для привлечения частных капиталов следует увеличить гарантию доходности железных дорог свыше 5% хотя бы на первые 10—15 лет — первый, наиболее сомнительный период эксплуатации. По его мнению, «нет достаточно сильных причин, которые противодействовали бы возвышению гарантии. Правда, железные дороги дают небольшой доход, но доход этот с каждым годом должен увеличиваться.

²² Там же, № 59.

²³ Там же.

²⁴ Там же.

Кроме того, пользу железных дорог нельзя измерять одним только прямым и чистым с них доходом: они дают весьма разнообразный и значительный косвенный доход, которым пользуются правительства»²⁵. К таким косвенным доходам Журавский относил экономию от облегчения способов перевозки (по его расчетам, только Николаевская железная дорога давала такой экономии 32 млн. рублей в год), от развития промышленности и просвещения, от ускорения оборота капиталов в торговле и увеличения ценности поземельной собственности.

За пятилетие 1861—1865 г. было начато строительство только четырех железных дорог. Две из них строились на средства казны. Две другие дороги были построены частными обществами. Динабург-Витебская железная дорога была построена английскими капиталистами, а концессию на сооружение Рязанско-Козловской дороги получил в марте 1865 г. П. Г. фон Дервиз. Это был не новичок в железнодорожном строительстве: он участвовал в компании Московско-Рязанской дороги как акционер и председатель правления. Он хорошо изучил железнодорожное дело и отлично видел те выгоды, которые сулили транспортные подряды. Дервиз добился получения концессии на чрезвычайно выгодных для себя условиях: стоимость дороги была определена очень высокой. Две трети основного капитала дороги предполагалось составить посредством выпуска облигаций, уплата процентов по которым обеспечивалась всем имуществом будущей дороги, и одну треть — посредством выпуска акций. Проявив большую изворотливость, Дервиз разместил гарантированные правительством облигации в Германии, и этого капитала оказалось вполне достаточно для постройки дороги. Акции же дороги целиком остались в руках у учредителя как чистая прибыль от предприятия.

В деле строительства дороги Дервиз проявил такую же энергию, как и при размещении облигаций: линия в 197 верст была построена за полтора года — вдвое быстрее, чем определила концессия. Движение было открыто 5 сентября 1866 г. Дорога вначале была построена «как бы вчерне» и затем достраивалась в процессе эксплуатации²⁶. Вместе с Московско-Рязанской дорогой Рязанско-Козловская линия связала черноземную полосу с Москвой и начала очень быстро приносить доход.

²⁵ СПб. ведомости, 1865, № 339.

²⁶ Адауров И. Е. К истории Рязанско-Козловской железной дороги, 1865—1884. М., 1887, с. 17.

С этого времени начинается перелом в строительстве железных дорог в России. Постройка Рязанско-Козловской дороги, с одной стороны, опровергла установившееся на западе мнение о невыгодности русских железных дорог, с другой — показала, какие выгоды может получить строитель дороги. С этого времени правительство не знало недостатка в концессионерах. «Быстрое и чрезвычайно выгодное сооружение этой дороги,— говорится в официальном отчете ведомства путей сообщения,— подействовало так завлекательно на частную предприимчивость, что просьбы о концессиях стали поступать в таком множестве, что потребовалось установить особые правила для выдачи концессий»²⁷. Начинается эпоха железнодорожной «горячки», «золотой век» для железнодорожных дельцов и концессионеров.

При строительстве Рязанско-Козловской железной дороги была найдена удобная для правительства форма привлечения иностранных капиталов к строительству русских железных дорог. Царское правительство сознательно шло на обогащение железнодорожных акционеров. Оно прекрасно знало, что они не вкладывают в это дело собственных средств, что почти весь строительный капитал приобретается гарантированными правительством облигациями, а акции, тоже гарантированные, остаются полной их собственностью²⁸.

Высшие чиновники царского правительства были лично заинтересованы в таком ведении дел. Они часто выступали в роли тайных, а иногда и явных участников железнодорожных концессий. В обширной мемуарной литературе имеется много сведений о взяточничестве царского бюрократического аппарата и членов императорской семьи за содействие в предоставлении железнодорожных концессий²⁹.

За период с 1866 по 1870 г. возникло 35 акционерных железнодорожных обществ с капиталом свыше полумиллиарда рублей, что составило более 80% всех капиталов акционерных обществ того периода³⁰. За десятилетие 1866—1875 гг. были построены 14 252 версты (15 204 км)

²⁷ Всеподданнейший отчет по ведомству путей сообщения за 25 лет. СПб., 1880, с. 40.

²⁸ Там же, с. 42.

²⁹ *Погребинский А. П.* Строительство железных дорог в пореформенной России и финансовая политика царизма (60—90-е годы XIX в).— Ист. зап., 1954, т. 47, с. 154—155; *Соловьева А. М.* Железнодорожный транспорт России... с. 103—105.

³⁰ *Хромов П. А.* Экономическое развитие России. М., 1967, с. 304.

железных дорог, или в 4 раза больше, чем за всю предшествующую почти 30-летнюю историю железнодорожного строительства в России. Это был, по выражению В. И. Ленина, период громадного подъема железнодорожного строительства³¹. В этот период были построены линии Москва—Курск (1868 г.), Курск—Харьков—Ростов (1869), Курск—Киев (1870), Москва—Брест (1871), Козлов—Воронеж—Ростов (1871), Лозовая—Севастополь (1875), Ростов—Владикавказ (1875) и др.

Нуждаясь в средствах для строительства железных дорог, царское правительство в 1868 г. передало Николаевскую дорогу Главному обществу российских железных дорог. При этом оно выпустило облигации на сумму 75 млн. рублей, которые были размещены за границей. Уплата процентов и погашение этих облигаций производились из чистого дохода Николаевской дороги и составляли ежегодно 7,2 млн. рублей (кредитных). С 1868 по 1871 г. все железные дороги правительственной постройки были сданы в эксплуатацию частным обществам.

В 1864 г. Д. И. Журавский был избран вице-президентом совета управления Главного общества российских железных дорог. Ни один технический вопрос работы железных дорог Общества не решался без его участия. В частности, под его руководством велись наблюдения за изнашиваемостью новых и перекаатанных железных рельсов на Петербурго-Варшавской линии. Однако его деятельность в этот период не ограничивалась работой в совете Главного общества. Д. И. Журавский неоднократно привлекался в качестве консультанта по вопросам строительства железных дорог и мостов, участвовал в работе различных инженерно-технических комиссий, создававшихся в ведомстве путей сообщения, ежегодно был членом экзаменационной комиссии в Институте инженеров путей сообщения. В 1866 г. (27 марта) «за отличие в службе» он был произведен в генерал-майоры.

В 1861 г. правление общества Саратовской железной дороги пригласило его для консультации относительно способов укрепления дамбы через долину реки Нерской³². Эта дамба, устроенная французским инженером

³¹ В. И. Ленин в книге «Развитие капитализма в России» писал, что «в развитии ж.-дорожного строительства России было два периода громадного подъема: конец 60-х (и начало 70-х) годов и вторая половина 90-х годов» (Полн. собр. соч., т. 3, с. 554).

³² Протокол общего собрания акционеров общества Саратовской железной дороги 27 января 1862 г.—Акционер, 1862, № 7/8 (24 февр.).

Жакелином, бывшим строителем Нижегородской дороги, была сильно повреждена разливом 1861 г. Исследовав повреждения дамбы, Журавский предложил способы ее укрепления и вместе с тем высказал мнение, что выгоднее эту дамбу оставить и железную дорогу направить в обход Нерской долины. По просьбе правления дороги он спроектировал направление обходной линии и сделал приблизительный расчет стоимости ее устройства, а также прочного укрепления Нерской дамбы. Расчет показал, что идти в обход дешевле, чем укреплять прямой путь. По этому обходному пути и была устроена дорога.

В 1865 г. Журавский участвовал в работе комиссии, назначенной главноуправляющим путями сообщения П. П. Мельниковым для освидетельствования пути и подвижного состава Николаевской железной дороги. Комиссия под председательством А. И. Дельвига проделала большую работу: она осмотрела путь и подвижной состав дороги и собрала сведения о многочисленных поломках паровозов и вагонов. Такая работа была проведена впервые на русских железных дорогах. Оказалось, что чаще всего ломались шины, оси и колеса паровозов и вагонов, а в паровозах — части ведущего механизма. Комиссия нашла, что одной из главных причин усилившихся повреждений в подвижном составе является усиление его работы от увеличения груза и скорости поездов³³, и разработала меры для предупреждения этих повреждений.

Кроме того, комиссия высказала мнение о способе ремонта подвижного состава. Со времени начала движения ремонт подвижного состава Николаевской железной дороги производился на Александровском механическом заводе подрядным способом американцем Уайнсенсом (1852—1861 гг.), а затем французской фирмой Кайль и К^о (1862—1866 гг.) и обходился очень дорого. За 14 лет на эти цели было истрачено 30 млн. рублей, что составляло ежегодно более 30% от первоначальной стоимости подвижного состава³⁴. Комиссия полагала, что проведением ремонта хозяйственным способом, как это делалось на других дорогах, можно достигнуть уменьшения расходов.

³³ Доклад комиссии, назначенной для освидетельствования пути и подвижного состава Николаевской железной дороги, г. главноуправляющему путями сообщения и публичными заведениями 20 апреля 1865 г. СПб., 1866, с. 28.

³⁴ Там же, с. 32.

Случившееся в конце 1869 г. событие позволило Д. И. Журавскому еще раз проявить свои незаурядные инженерные способности. В ночь с 17 на 18 октября 1869 г. сгорел Мстинский мост, самый большой мост Николаевской железной дороги. Пожар уничтожил три пролета со стороны Петербурга длиной 61 м каждый и деревянные части двух быков высотой 21 м. Девятипролетный мост не сгорел полностью только благодаря находчивости мостового мастера: увидев, что спасти горевшие пролеты не удастся, он приказал обрубить их и свалить в воду.

Высокие и крутые берега Мсты, а также подход линии железной дороги к реке большими выемками — все это делало восстановление моста крайне затруднительным, тем более в такое позднее время года. Главное общество и правительство принимали энергичные меры по восстановлению сообщения между двумя столицами. В совет управления Общества поступило 10 предложений (проектов) относительно временного перехода через реку Мсту, в том числе от ряда иностранных инженеров³⁵. Было принято предложение управления Николаевской дороги, измененное и дополненное согласно указаниям Д. И. Журавского и С. В. Кербедза: возвести 9 временных быков на сваях и подпорах на расстояниях 14—16 м один от другого и покрыть пролеты между ними фермами системы Гау. В первом от берега пролете это временное устройство должно было оставаться до окончательной замены деревянных ферм моста железными; в двух же остальных пролетах, где промежуточные опоры могли быть повреждены ледоходом, предполагалось восстановить деревянные фермы в прежнем виде, пользуясь временным мостом как подмостями для сборки.

Одновременно было принято предложение инженера Усова перекрыть сгоревшие пролеты висячим мостом, по которому можно было бы по одному перекачивать вагоны. Для этого предполагалось возвести на речных быках деревянные надстройки высотой 17 м над рельсами, через которые перебросить цепи, закрепленные, с одной стороны, в береговом устое, с другой — в поясах сохранившейся части моста. Висячий мост должен был строиться таким образом, чтобы не препятствовать работам по устрой-

³⁵ *Ераков Л. А.* По предложениям относительно временного перехода через р. Мсту Николаевской железной дороги.— Записки Русского технического общества (далее: Зап. РТО), 1870, вып. 5, с. 305—311.

ству свайного моста. Однако вскоре после начала работ одна из главных цепей оборвалась и упала в воду, что вызвало сомнение в безопасности этих работ и заставило сначала приостановить их, а затем и вовсе от них отказаться.

Деревянная эстакада в двух ближайших к берегу пролетах была сооружена довольно быстро. Только в третьем пролете, находившемся над руслом реки, глубина которой достигала 5,5 м, работы не удавалось завершить. Река Мста несколько раз вскрывалась в ноябре—декабре 1869 г., и ледоход уничтожал все возводимые постройки, в том числе и временные мосты, которые устраивались для пешеходного сообщения пассажиров. Возникла необходимость сборки третьего пролета моста произвести, не заграждая реки. Осуществление этой идеи представляло большие затруднения и тем не менее задача была блестяще решена Журавским.

Журавский предложил смелый проект лесов, которые не имели промежуточных опор³⁶. Они состояли из трех одинаковых досчатых ферм, собранных по схеме, представленной на рис. 5. Каждая из этих ферм состояла из двух подкосных ферм треугольной системы, опиравшихся на деревянные части быков и имевших противовесы с другой стороны быков такой же формы, но меньших размеров, служившие для уменьшения распора, производимого фермами на быки. Средняя часть лесов представляла собой маленькую ферму, подвешенную к треугольным фермам. Все три вертикальные фермы были связаны между собой схватками и раскосами, расположенными по подкосам и горизонтальным поясам. Верный своей методике подкреплять теоретические выкладки экспериментами, Д. И. Журавский на опытах проверил прочность соединения досок болтами и гвоздями.

Многие инженеры сомневались в возможности осуществить эту систему лесов, а некоторые и вовсе ее отрицали. Известный мостостроитель М. Я. Краснопольский, проверявший расчеты этой системы и убедившийся в ее прочности, высказал мнение, что хотя это сооружение и возможно, однако потребуются многие месяцы на его осуществление³⁷.

³⁶ Сытенко Н. А. О работе по возобновлению Мстинского моста.— Зап. РГО, 1872, вып. 2, с. 76—80.

³⁷ Железнодорожное дело, 1885, № 35/36, с. 249.

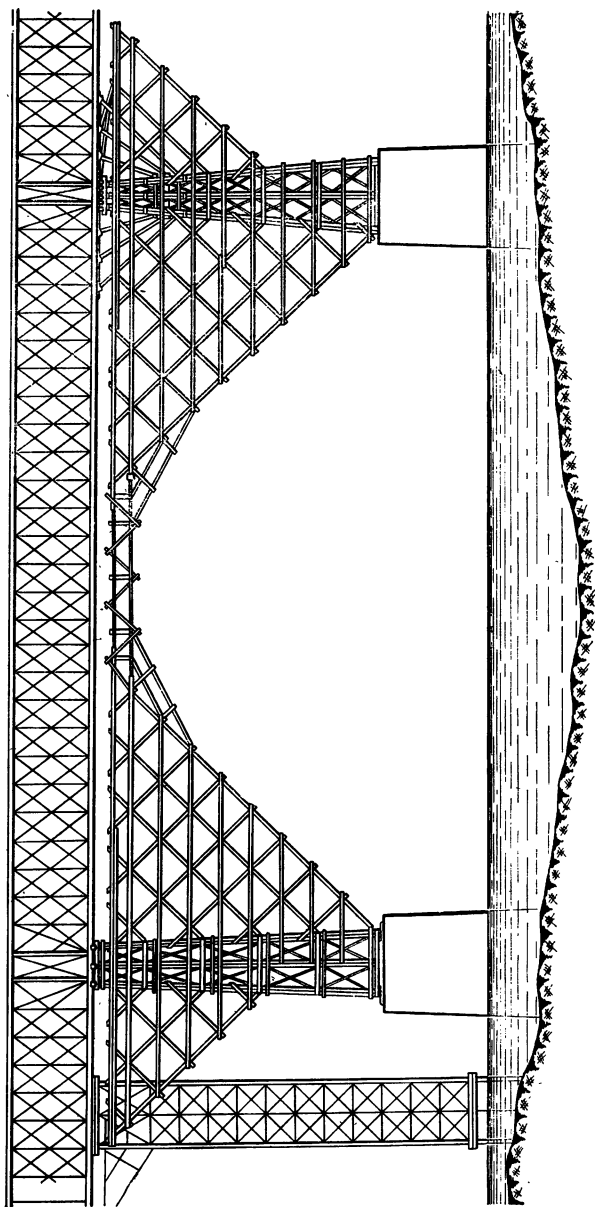


Рис. 5. Треугольная подкосная система Д. И. Журавского

Но Журавский на деле опроверг это мнение, произведя сборку лесов за 18 дней. Ему помогал молодой инженер Н. А. Сытенко, бывший производителем работ. Для удобства сборки между быками были натянуты проволочные канаты, имевшие подвижные блоки. Сборка велась предварительно собранными и сблоченными узлами, которые поднимались на блоках и устанавливались на лесах. Она производилась, начиная от быков снизу вверх, так что собранные части поддерживали сами себя и служили подмостями для сборки верхних частей.

Производство работ сильно замедлялось большими морозами, наступившими в начале января 1870 г. после декабрьской оттепели и упорно державшимися во время работ. Передвижение рабочих по обледенелым доскам на высоте, достигавшей 36 м, было крайне опасным. Несмотря на это, работы велись не только днем, но и ночью. Ночью работы производились при электрическом свете, освещавшем общий район работ. Местные работы освещались скипидарными пульверизаторными горелками, приводимыми в действие паровой машиной.

Для осмотра подмостей и работ по восстановлению Мстинского моста приезжали многие известные иностранные инженеры. По словам очевидцев, строители подмостей под руководством Д. И. Журавского «при опасных работах, производившихся одновременно на разных высотах и днем, и ночью, при продолжительных морозах, доходивших до 32° Р, совершили подвиг, доселе небывалый в летописях инженерного дела»³⁸.

К 1 февраля 1870 г. все работы по восстановлению сгоревшей части Мстинского моста были закончены. После испытаний новых частей моста 12 февраля было открыто регулярное движение поездов.

Через 15 лет английские инженеры применили подмости системы Д. И. Журавского при строительстве Атокского моста через р. Инд на железной дороге между Пешаваром и Лагором, внося лишь незначительные изменения. Русский журнал «Железнодорожное дело» писал по этому поводу: «Если бы вместо англичан работами по устройству подмостей Атокского моста руководили инженеры другой нации, то, вероятно, они, воспользовавшись чужой системой, сочли бы нравственной обязанностью об этом заявить, тем более что имя инженера Д. И. Журавского хорошо известно за границей, но сыны Альбиона,

³⁸ Там же.

весьма чуткие к своей славе, нисколько не заботятся о других, а в особенности о русских»³⁹.

Идея Д. И. Журавского перекрытия большого пролета путем защемления в смежных пролетах консолей с концентрацией материала у опор и средней подвесной частью была использована за рубежом в конструкциях некоторых крупных металлических мостов (Фортский мост в Англии, Квебекский в Канаде и др.)

«Замечательная идея Д. И. Журавского,— писал Ф. С. Ясинский,— имеет много схожего с изобретенной впоследствии системой уравновешенных ферм, давшей возможность перекрыть огромные пролеты. Конечно, маленький по своим размерам Мстинский виадук представляет вполне пичтожное сооружение по сравнению, например, с гигантскими уравновешенными фермами Фортского моста, но по идее и по трудности выполнения ее из дерева и в столь короткий срок подмости Д. И. Журавского должны быть причислены к самым смелым и остроумным сооружениям этого рода, возведенным из дерева»⁴⁰.

Пожар Мстинского моста ускорил перестройку деревянных мостов Николаевской железной дороги и замену их металлическими. К проектированию новых мостов и организации работ по перестройке таким образом, чтобы они возможно меньше стесняли движение поездов, в 1872 г. был привлечен профессор Института инженеров путей сообщения Н. А. Белелюбский. Поскольку деревянные фермы мостов системы Гау малых и средних пролетов давно не ремонтировались и были «далеко не в блестящем состоянии», а фермы больших мостов большей частью находились «в столь удовлетворительном состоянии, что могли, казалось, прослужить еще довольно продолжительное время без капитальной перестройки»⁴¹, было решено начать замену деревянных ферм металлическими с мостов средних и малых пролетов. Всего подлежало замене 60 мостов системы Гау, один мост арочной системы и 123 балочных моста пролетом менее 8,5 м.

³⁹ Там же, с. 250. Цитированная статья подписана буквой С. Вероятно, она принадлежит Н. А. Сытенко, который часто печатался в этом журнале.

⁴⁰ Очерк эксплуатации Николаевской ж. д. Главным обществом российских железных дорог, 1868—1893. СПб., 1894, ч. 1, с. 58.

⁴¹ Там же, с. 53. Инженер А. А. Белелюбский, заведовавший в 1875—1877 гг. ремонтом Мстинского и Веребьинского мостов, отмечал, что «фермы некоторых пролетов Веребьинского моста настолько еще хорошо сохранились, что трудно даже точно определить, в какое время они придут в полную негодность» (Журн. МПС, 1882, т. II, кн. 7/8, с. 235).

Замена деревянных мостовых ферм металлическими продолжалась в течение 22 лет. За это время техника мостостроения претерпела значительное развитие, что нашло отражение в мостах Николаевской дороги. Из больших мостов позже других, в 1887 г., был перестроен Волжский мост, деревянные фермы которого были капитально отремонтированы в 1865 г. При проектировании работы по перестройке мостов, особенно в первые годы, Н. А. Белелюбский пользовался советами и помощью Д. И. Журавского.

Наиболее сложной оказалась работа по перестройке самых значительных мостов на Николаевской дороге: через р. Мсту и через овраг р. Веребьи. Совет управления Главного общества поручил составить проекты перестройки этих мостов управлению дороги и профессору Ф. И. Энрольду. Кроме того, для лучшего изучения вопроса объявил конкурс на лучший проект перестройки этих двух мостов.

Управление дороги под руководством Н. А. Белелюбского составило проекты мостов по решетчатой системе. Ф. И. Энрольд разработал систему подкосных мостов, идея которой принадлежала Д. И. Журавскому. При восстановлении Мстинского моста после пожара Журавский высказал мнение, что для Веребьинского и Мстинского мостов были бы выгодны высокие треугольные фермы вроде тех подмостей, которые были применены при восстановлении моста. Не имея времени разработать свою идею, он предложил заняться этим Энрольду⁴². В 1872 г. в особой записке, представленной в Совет управления Главного общества, Ф. И. Энрольд теоретически доказал выгодность подкосной системы для высоких виадуков⁴³, а затем представил и проекты мостов.

На рис. 6 показан общий вид одного пролета Веребьинского моста по проекту Ф. И. Энрольда. Каждая ферма состоит из двух прямоугольных треугольников, сходящихся острыми углами в середине пролета. Один катет образует стойку, другой — прогон, а гипотенузой является крайний подкос. Кроме того, каждый полупрогон поддерживается еще промежуточным подкосом; все три опоры соединены между собой по длине в двух местах горизон-

⁴² Гордеенко Я. И. О мостах подкосной системы.— Зап. РГО, 1876, вып. 1, с. 47.

⁴³ Энрольд Ф. И. О наиболее выгоднейшей системе железных виадуков. СПб., 1872.

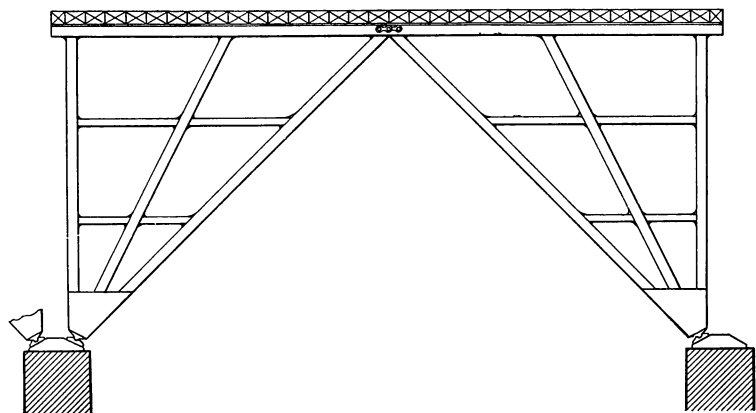


Рис. 6. Проект Ф. И. Энрольда перестройки Веребьинского моста, разработанный по идее Д. И. Журавского

тальными раскосами. Все части фермы предполагалось выполнить в виде балок со сплошными стенками из листового железа. В замках и пятах помещались шарниры. В каждом пролете таких ферм четыре, расположены они на одинаковом расстоянии одна от другой.

На конкурс поступило четыре проекта: инженеров В. Н. Кислянского и М. И. Ясюковича и заводов Гуэн и Фив-Лилль. Три первых проекта были выполнены по решетчатой системе на металлических быках, а последний — по подкосной системе, но весьма нерационально разработанной. Конкурсные проекты рассматривались комиссией в составе Н. А. Белелюбского, А. И. Вержбовского и И. Ф. Кенига. Первая премия была присуждена М. И. Ясюковичу, вторая — В. Н. Кислянскому. Совет управления Главного общества утвердил решение комиссии, однако отметил, что проекты, представленные вне конкурса, экономически более рациональны.

Наибольшую экономию, до 200 тыс. рублей, по сравнению с другими проектами давала подкосная система, разработанная Ф. И. Энрольдом. Но необходимость производить сборку и клепку ферм подкосной системы на месте расположения старых мостов, что увеличивало потенциальную опасность пожара, а также невозможность произвести сборку трех пролетов на подмостях в один рабочий период до наступления ледохода заставили отка-

заться от применения подкосной системы для данного случая⁴⁴.

При дальнейшем изучении вопроса было решено устроить обходную линию и пересечь овраг р. Веребьи в более узком месте, выше по течению реки, и одновременно заменить крутой подъем дороги, вызывавший большие неудобства при эксплуатации, более пологим, уменьшив его до 6%. При этом оказалось возможным заменить длинный и высокий Веребьинский мост каменной трубой с насыпью высотой в 42,7 м. Длина Мстинского моста также была сокращена благодаря устройству насыпи; новый Мстинский мост имел 5 пролетов вместо 9. Проекты моста и трубы составлены Н. А. Белелюбским. Работы по устройству обходной линии были начаты в 1877 г. и велись под руководством инженера А. А. Белелюбского. Открытие обходной линии состоялось 14 сентября 1881 г. в присутствии директора департамента железных дорог Д. И. Журавского, строителя деревянного Веребьинского моста, прослужившего 30 лет.

В 1872 г. в Петербурге проходил Международный статистический конгресс. Д. И. Журавский был избран вице-председателем отдела коммерческой статистики. Вместе с В. И. Граве, Л. И. Перлем и А. И. Баландиным он внес предложения по поводу программы железнодорожной статистики⁴⁵. Эта программа была выработана на Парижской сессии Международного конгресса в 1855 г. и впоследствии расширена на Лондонской (1860) и Берлинской (1863) сессиях. Русские авторы предложили новую группировку статистических сведений по железным дорогам и указали на некоторые новые рубрики, которые, по их мнению, необходимо внести в первоначальную программу статистики. Еще одно их предложение касалось единицы для сравнения результатов эксплуатации железных дорог. В действовавшей программе применялся расход по эксплуатации на единицу длины дороги и на единицу пробега поездов. Русские авторы считали, что эти величины «не могут быть признаны вполне удовлетворительными элементами для сравнения эксплуатационной деятельности различных железных дорог, так как зависят

⁴⁴ Белелюбский Н. А. О копкурсных проектах мостов через реку Мсту и овраг реки Веребьи.— Зап. РТО, 1874, вып. 4, с. 215—222; Белелюбский А. А. Очерк постройки обходной линии Веребьинского подъема на Николаевской ж. д.— Инженер, 1889, № 3, с. 104.

⁴⁵ Журн. МПС, 1872, кн. 4, с. 9—21.

от размера движения и от более или менее равномерного распределения его по дороге». Они предложили в качестве такой единицы считать расход по перевозке единицы груза на единицу протяжения дороги (расход на тонно-километр).

Участвуя с 1870 г. в различных технических комиссиях, Д. И. Журавский проводил большую научно-инженерную работу по переустройству Мариинского водного пути. Как известно, в начале XIX в. в дополнение к существовавшей со времен Петра I Вышневолоцкой водной системе, соединявшей Волгу с Балтийским морем, были сооружены Мариинский и Тихвинский водные пути. К 70-м годам все эти системы, несмотря на почти постоянные работы по их улучшению, сильно устарели и не удовлетворяли возросшим потребностям судоходства. Даже самая мощная из этих систем — Мариинская из-за малых размеров применявшихся на ней шлюзов и малой глубины каналов не могла пропускать грузовые суда, ходящие по Волге, и эти суда вынуждены были перегружаться в Рыбинске. Каналы, вырытые в обход бурного Ладожского озера, сильно обмелели. В навигацию 1875 и 1876 гг. сотни судов застряли в каналах и не могли выйти в Неву.

10 февраля 1876 г. министр путей сообщения К. Н. Посьет поручил особой временной комиссии под председательством Д. И. Журавского составить проект коренного улучшения Мариинского водного пути. Ознакомившись с положением дел на Мариинской системе⁴⁶ и проведя дополнительные изыскания, комиссия пришла к выводу, что различные части Мариинского водного пути в неодинаковой мере удовлетворяют нуждам торговли и судоходства. Наибольшие затруднения для судоходства представляют Приладожские каналы, Сясьский и Свирский, и соединительный канал между реками Вытегрой и Ковжей, пересекающий водораздел бассейнов Волги и Балтийского моря. Придя к убеждению о необходимости радикального улучшения именно этих частей Мариинского водного пути, комиссия признала необходимым прорыть два новых канала в обход Ладожского озера и соединить реки Вытегру и Ковжу открытым каналом, упразднив тем самым 8 шлюзов, имеющих 11 камер. В проектах,

⁴⁶ Д. И. Журавский в 1876 г. несколько раз побывал на Мариинской системе и «принимал самое живейшее участие в деле судоходства по Мариинской системе». (Прокофьев М. А. Наше судоходство. СПб., 1877, вып. 5, с. 27, 94).

составленных комиссией, каналам «приданы такие размеры, чтобы не только существующие требования торговли и судоходства были удовлетворены, но и те, которые можно ожидать в недалеком будущем»⁴⁷.

К устройству новых приладожских каналов приступили в 1878 г. Работами руководил инженер Т. Ф. Эйдригевич. Новые каналы были устроены с озерной стороны старых каналов. В 1880 г. был окончен Новый Сясьский канал, а в 1882 г. — Новый Свирский. Общая длина каналов составила 53 версты.

В 1882—1886 гг. на водоразделе рек Вытегры и Ковжи были проведены значительные работы и устранены неудобства соединительного канала, существовавшего с 1810 г. Новый соединительный канал длиной 8 верст более чем на 10 м понизил отдельный плес Мариинской системы и значительно уменьшил число шлюзов. Одновременно были улучшены прилегающие к этому каналу свободные части рек Вытегры и Ковжи. Работами руководил инженер Л. О. Мицевич, а с 1885 г. — инженер А. И. Звягинцев. Благодаря произведенным улучшениям и замене конной тяги судов по рекам Свири и Шексне паровой тягой сроки прохода судов из Рыбинска в Петербург сократились до 40 дней вместо прежних 90.

В этот же период Д. И. Журавский участвовал также в трудах комиссии по устройству Морского канала в Петербурге.

Глава 8

Деятельность в Русском техническом обществе

Мысль об объединении русской технической интеллигенции впервые возникла среди инженеров путей сообщения в 1859 г. во время празднования 50-летия Института инженеров путей сообщения. Д. И. Журавский, находившийся в заграничной командировке, не смог присутствовать на этом праздновании. В своем письме институту он писал: «Я всей душой желаю ему продолжать образование инженеров — которых деятельность — самое значительное влияние на благосостояние и разви-

⁴⁷ *Житков С. М.* Исторический обзор устройства и содержания водных путей и портов в России за столетний период 1798—1898. СПб., 1900, с. 174.

тие государства»¹. После возвращения на родину Д. И. Журавский включился в работу по подготовке технических собраний инженеров. В библиотеке ЛИИЖТа хранится рукопись, содержащая его мнение по поводу условий организации периодических собраний инженеров в институте для технических бесед. В какой-то степени она характеризует его последующую руководящую деятельность в Русском техническом обществе.

Д. И. Журавский полагал, что руководителям собраний (распорядителям) не следует иметь «характер жрецов науки, дающих во имя ее приговоры», они должны воздерживаться от высказывания «приговоров по вопросам техническим»; «они только распорядители», — настойчиво подчеркивал он. Распорядители собраний не должны выступать с коллективным мнением, каждый из них может защищать свое личное мнение, а «дежурный распорядитель, когда прения истощатся, может объявить свое личное мнение, если того желает, полагая, что его мнение будет интересно собранию»².

26 ноября 1860 г. в институте состоялось первое собрание инженеров путей сообщения. На нем Д. И. Журавский был избран распорядителем собраний вместе с профессорами института П. И. Собко, В. С. Глуховым, В. Д. Евреиновым и В. П. Соболевским. Затем П. И. Собко сделал доклад о необходимости описания замечательных работ, исполненных в России. К числу таких работ ученый относил строительство Петербурго-Московской железной дороги и постоянного моста через Неву. Архитектор А. Т. Жуковский выступил с предложением составить общество русских строителей и роздал присутствующим печатный проект устава общества, создание которого, однако, не осуществилось. Зимой 1860/61 г. состоялся еще ряд собраний инженеров путей сообщения с чтением научных докладов.

В 1864 г. начались такие же собрания военных инженеров. Они проходили в библиотеке Инженерного управления Петербургского военного округа, помещавшейся в Петропавловской крепости, и продолжались две зимы.

Необходимость систематического общения особенно остро испытывали инженеры-технологи, выпускники Петербургского практического технологического института,

¹ Ленинградский институт инженеров железнодорожного транспорта, 1809—1959. М., 1960, с. 79.

² Мнение Д. И. Журавского, 1860. Рукопись. Б-ка ЛИИЖТа.

разбросанные по маленьким предприятиям в различных городах. В стенах этого института возникла идея организации Русского технического общества и был выработан устав Общества, который был утвержден 22 апреля 1866 г.

В течение нескольких недель после опубликования устава Общества поступило свыше 300 заявлений с просьбой о принятии в члены Общества. Первое собрание состоялось 24 мая 1866 г. Председателем Общества был избран А. И. Дельвиг, секретарем — один из активнейших учредителей Общества — профессор Технологического института Е. Н. Андреев.

Д. И. Журавский со дня организации Общества стал активным его членом. 27 мая 1866 г. он был избран председателем III — строительного — отдела, который охватывал такие отрасли инженерного дела, как сухопутные сообщения, мосты, гражданскую и военную архитектуру, гидротехнические сооружения, очищение городов, геодезию. Заместителем председателя («кандидатом») по III отделу был избран известный военный инженер Г. Е. Паукер. В 1868 г. его сменил военный инженер Э. И. Тилло.

В руководящие органы Общества вошли видные ученые и инженеры И. А. Вышнеградский, М. Н. Герсевич, И. А. Евневич, С. В. Кербец, Д. И. Менделеев, М. М. Окунев и др. Вскоре появились отделения Общества в Тифлисе, Иркутске, Екатеринбурге (1868), Николаеве (1869), Иваново-Вознесенске, Киеве (1870), Одессе (1871), Москве (1876) и других городах.

Согласно уставу Русское техническое общество имело целью содействовать развитию техники и технической промышленности в России. Это содействие очень скоро выразилось в широкой и разнообразной деятельности.

Видную роль сыграло Общество в организации технического образования. Уже в 1869 г. при содействии Д. И. Журавского при Петербургской станции Варшавской железной дороги на средства Общества была открыта школа для детей рабочих. К 1874 г. насчитывалось уже шесть таких школ, а число учащихся — до 680. Организовывались также вечерние и воскресные курсы для рабочих. Руководящую роль в этом деле играла постоянная комиссия по техническому образованию во главе с Е. Н. Андреевым, созданная в 1868 г. Журавский постоянно интересовался работой этой комиссии и в своей практической деятельности оказывал ей всяческую помощь. При содействии Журавского Русское техническое

общество напечатало «Руководство для железнодорожных мастеров» П. Е. Гронского (1873), которое явилось первым русским учебным пособием для железнодорожных техников.

В 1871 г. Общество приступило к организации технического музея. Для перестройки и приспособления здания под музей была создана комиссия под председательством Д. И. Журавского. Она ведала всеми строительными работами: нанимала подрядчиков, утверждала планы и сметы работ, занималась проверкой произведенных и назначением новых работ, по ее постановлениям выдавались деньги подрядчикам. В течение 1871 г., главным образом в летнее время, комиссия собиралась на заседания 15 раз³. Другая комиссия изыскивала средства к устройству музея, определяла в общих чертах его состав и будущую деятельность. Председателем этой комиссии также был Д. И. Журавский.

С самого своего основания Общество начало создавать техническую библиотеку. С 1867 г. оно издавало «Записки», в которых печатались официальные материалы о деятельности Общества и его отделов, технические беседы, проводимые в Обществе, а также привилегии на изобретения и открытия. Труды многих известных русских ученых и инженеров были опубликованы на страницах «Записок Русского технического общества».

Третий отдел Общества, куда входили инженеры путей сообщения, военные инженеры и инженеры-строители, был одним из деятельнейших. Д. И. Журавский как председатель отдела стремился «к приобретению для технических бесед интересных по возможности сообщений, которые преимущественно касались практически важных вопросов, и притом имеющих серьезное значение как для Петербурга, так и других местностей страны»⁴. Большинство технических бесед этого отдела было посвящено различным сторонам железнодорожного дела: производству рельсов, шин, осей и других «принадлежностей» железных дорог, способам постройки железных дорог (полотна и пути), расположению путей на станциях, системам сцепления вагонов, предохранению поездов от схода с рельсов, аппаратам для контроля хода паровозов, снежным заносам, строительству и перестройке мостовых

³ См.: Зап. РТО, 1871, вып. 1, с. 148; вып. 4, с. 185—187; 1872, вып. 2, с. 69.

⁴ Зап. РТО, 1872, вып. 1, с. 30.

сооружений и другим вопросам. С докладами выступали известные инженеры: Н. А. Белелюбский, П. В. Воль, П. П. Михальцев, В. В. Салов, П. И. Собко, Н. А. Сытенко, А. П. Шпаковский, А. Н. Щенснович и др. Кроме того, на технических беседах рассматривались некоторые вопросы развития водных путей сообщения и строительного дела.

Для разработки отдельных вопросов в Обществе создавались специальные комиссии. Так, при III отделе председательством Д. И. Журавского были созданы комиссии: в 1869 г. для разработки вопроса о дешевых железных дорогах в применении к России, в 1871 г. по вопросу об устройстве мостовых в Петербурге, в 1872 г. для определения наилучшего способа пробы шин и качества стали, для них пригодной, в 1873 г. по вопросу об определении наилучшего типа рельсов для железнокольных дорог в городах, в 1875 г. по вопросу, возбужденному г. Якубенко о предлагаемом им способе укладки баласта на полотно железных дорог.

В 1874 г. Д. И. Журавский выступил в Русском техническом обществе с сообщениями «Техника и администрация» и «Заметки, касающиеся управления техническо-промышленными предприятиями»⁵. Это были, вероятно, первые исследования по вопросам управленческого труда в нашей стране. В этих сообщениях Журавский стремился указать на особенность и важность развития административных способностей у инженеров и техников. Круг чисто технической деятельности весьма ограничен, инженерам, как правило, приходится возглавлять те или иные предприятия и соединять в своем лице и техника, и администратора. «Мое искреннее желание,— говорил Журавский,— чтобы мои почтенные сочлены старались разрабатывать в себе способности, нужные администратору, и тем готовили для России людей, вмещающих и обширные технические познания, и умение выбирать себе помощников, и управлять ими и собою, соединяя в себе все условия для лучшего ведения предприятий, обнимающих почти все промышленное движение страны, а потому имеющих громадное влияние на будущность России».⁶

В первом сообщении говорилось о различии в сферах

⁵ Первое сообщение из-за болезни автора было зачитано Э. И. Тидло на общем собрании РГО 22 апреля 1874 г., второе сделано Д. И. Журавским в III отделе Общества 30 ноября 1874 г.

⁶ Зап. РГО, 1874, вып. 3, с. 166.

деятельности техника и администратора и о влиянии отдельных черт характера на их деятельность, во втором — какими правилами следует руководствоваться, чтобы быть хорошим администратором. Выработанные Журавским в результате многолетнего участия в управлении одним из крупнейших в то время промышленных предприятий страны эти правила не потеряли своего интереса и в настоящее время.

Видную роль сыграло Русское техническое общество в становлении и развитии машиностроения в нашей стране. Развитие машиностроения в России сильно отставало от железнодорожного строительства. Такое положение в значительной степени создано из-за недальновидной политики царского правительства, раболепствовавшего перед иностранной наукой и техникой и не верившего в силы и творческие способности русского народа и его технической интеллигенции. Действиями Главного общества российских железных дорог (где царил засилье иностранцев) в конце 50-х годов были задушены первые ростки транспортного машиностроения в России. Главное общество и следовавшие его политике частные общества выписывали почти все необходимое для железных дорог (паровозы, вагоны, рельсы и пр.) из-за границы беспошлинно, а русские заводы оставались непричастными к постройке дорог.

Только с 1866 г. правительство начинает принимать меры к организации производства паровозов и вагонов в России.

В состав Русского технического общества входили крупнейшие русские капиталисты: В. М. Бостанжогло, С. И. Мальцев, Л. Э. Нобель, Н. И. Путилов, Д. П. и А. П. Шиповы и др. Русский капитал, как и всякий другой, жаждал покровительственных таможенных тарифов, премий, привилегий и пр. и для достижения этой классовой цели использовал патриотически настроенных русских инженеров⁷.

18 марта 1867 г. глава крупнейшей машиностроительной фирмы Л. Э. Нобель выступил во II механическом отделе Общества с докладом, в котором поставил ряд острых вопросов относительно условий развития в России машиностроения. Развернувшаяся по этим вопросам оживленная дискуссия была перенесена на общие собра-

⁷ Костомаров В. М. Из деятельности Русского технического общества в области машиностроения. М., 1957, с. 20.

ния членов РТО, проходившие 29 марта и 5 апреля 1867 г. под председательством Д. И. Журавского.

В целом собрание пришло к заключению, что единственным средством для упрочения в России машиностроительных заводов является введение тарифа. Выступая в поддержку этого предложения, Д. И. Журавский сказал: «Постройка паровозов до сих пор еще вообще невыгодна в России... Производство у нас паровоза обошлось бы почти на 5 тыс. дороже против того, что стоит паровоз, привезенный из-за границы. Следовательно, ожидать невозможно, чтобы без тарифа у нас стали их строить. Говорят, что если бы был введен тариф, то этим самым было бы подавлено развитие железных дорог и даже устройство их совершенно бы прекратилось. Но вот почему трудно с этим согласиться: на 10 верст достаточно 2 паровозов; назначая тариф 5 тыс. за паровоз, увеличилась бы стоимость десяти верст железной дороги на 10 тыс. руб., или одной версты на 1 тыс. руб. Это составляет такой незначительный расход сравнительно со стоимостью версты дороги, требующей приблизительно до 70 тыс. с версты, что никак нельзя допустить, чтобы этот излишек мог подавить или стеснить предприятия по постройке железных дорог. При обложении каждого паровоза 5 тыс. руб. для предпринимателя было бы все равно: покупать ли паровоз за границу или у себя дома; но эта мера дала бы возможность устроить машиностроительные заводы здесь в России»⁸.

На собрании была избрана комиссия для исследования вопроса о мерах, необходимых для развития в России машиностроительного дела. В состав ее вошли известные ученые и инженеры: И. А. Вышнеградский, М. Н. Герсеванов, М. М. Окунев, П. И. Собко, А. И. Шпаковский, владельцы и директора машиностроительных заводов Л. Э. Нобель, В. А. Полетика, Н. И. Путилов и другие — всего 20 человек. Председателем комиссии был избран Д. И. Журавский.

Комиссия представила совету РТО доклад «О необходимых мерах для развития в России машиностроительного дела», который был рассмотрен сначала отдельно советом, а потом на двух общих заседаниях совета и комиссии. В результате была составлена «Записка о необходимости поддержать машиностроение в России»⁹. Опираясь

⁸ Зап. РТО, 1867, вып. 3, с. 193—194.

⁹ Там же. вып. 9. прил. 1.

на эту записку, Русское техническое общество обратилось к министру финансов с ходатайством «о наложении пошлин на все машины, снаряды и части их в размере, составляющем приблизительно 15% со стоимости машин и снарядов за границу, о продолжении пошлин в течение не менее 12 лет». Одновременно Общество просило отменить разрешения на беспошлинный ввоз чугуна и железа, предоставлявшийся машиностроительным заводам, снизить пошлины на железо и прекратить на будущее время изъятия из постановлений о пошлине казенных заводов, концессий на сооружение железных дорог и т. п.

Обращение Общества не осталось без ответа. В 1868 г. был установлен новый таможенный тариф, покровительствующий некоторым отраслям тяжелой промышленности. Вслед за этим правительство приняло ряд мер для организации в России постройки подвижного состава железных дорог¹⁰. Были выданы крупные правительственные заказы на паровозы и вагоны некоторым заводам, предоставлены им ссуды и обещаны премии за изготовление паровозов. В уставы железнодорожных обществ вносятся обязательства делать $\frac{1}{3}$ заказа на подвижной состав и рельсы в России. Принимаются также меры по подготовке специалистов по подвижному составу в высших и средних технических учебных заведениях.

На Всероссийской мануфактурной выставке 1870 г. были представлены паровозы с шести русских заводов. Их обследование показало, что в техническом отношении они смело могут конкурировать с зарубежными паровозами и уступают им только в экономическом отношении, иначе говоря, обходятся дороже¹¹. Сотый паровоз Коломенского машиностроительного завода, выпущенный в 1873 г., был удостоен почетного диплома на Всемирной выставке в Вене¹².

Меры, принятые правительством для развития машиностроения, не скоро дали себя знать. Иностраный капитал, проникший в железнодорожные общества, всячески

¹⁰ Холодов Ф. Н. О развитии постройки подвижного состава для железных дорог.— В кн.: Труды съезда главных по машиностроительной промышленности деятелей: Доклады. СПб., 1875, вып. 1, с. 9.

¹¹ Воль П. В. Железнодорожный отдел на Всероссийской мануфактурной выставке 1870 г.— Зап. РГО, 1871, вып. 1, с. 3.

¹² Магиссен И. Описание Коломенского машиностроительного завода к 1-му августа 1878 года.— Журн. МПС, 1878, т. III, кн. 1, с. 40.

препятствовал развитию русского транспортного машиностроения. Службу тяги и подвижного состава на большинстве железных дорог возглавляли иностранные инженеры и техники. Они-то и распространяли мнение, что иностранные изделия несравненно лучше изделий русских заводов. В Петербурге и Москве постоянно проживали свыше 600 представителей иностранных заводов, которые зорко следили за всеми потребностями русских железных дорог и ежедневно предлагали правлениям железнодорожных обществ свои услуги. Эти комиссионеры полностью освоились с русскими порядками, сумели завоевать дружбу и снискать расположение не только представителей железнодорожных обществ, но и чиновников, которым было поручено управление железными дорогами. Сделавшись «своими» людьми, они поставили заслон перед русской тяжелой промышленностью в самой обширной части внутреннего рынка страны — на железных дорогах, ловко обходя законы и таможенные тарифы.

Правления обществ, даже пользующихся правительственной гарантией, находили возможности получать подвижной состав из-за границы: одни добивались особого разрешения, другие ввозили подвижной состав под видом аренды. В начале 70-х годов XIX в. было ввезено свыше 1000 иностранных вагонов для удовлетворения потребностей эксплуатации вследствие усилившегося движения по линиям, в то время как 200 вагонов, изготовленных на Московском вагонном заводе, не находили себе сбыта¹³. Обойденными оказались и обязательства обществ по приобретению рельсов в России. Согласно контрактам и уставам железнодорожные общества обязались приобрести в России от 8 до 9 млн. пудов рельсов. На самом же деле была приобретена лишь третья часть этого количества¹⁴.

Новый тариф также в ряде отношений крайне стеснял русскую промышленность. Например, пошлина на ввоз готового товарного вагона была меньше, чем на ввоз только одних колес, составляющих часть вагона, в России в то время еще не было налажено производство колес.

¹³ *Мейен Х. Х.* О причинах, неблагоприятно влияющих на водворение в России машиностроительного и вагоностроительного дела.— В кн.: Труды съезда главных по машиностроительной промышленности деятелей: Доклады. СПб., 1875, вып. 1, с. 177.

¹⁴ *Бушен А.* Сборник сведений по вопросам о снабжении русских железных дорог рельсами, подвижным составом и прочими принадлежностями. СПб., 1876, с. III—142.

В начале 1875 г. по инициативе Русского технического общества был создан съезд «главных по машиностроительной промышленности деятелей». Председателем съезда и четырех его отделений (секций) были утверждены видные русские ученые и инженеры: А. И. Дельви́г, А. В. Гадолин, А. А. Иосса, Д. И. Журавский и Е. Н. Андреев. Журавский был председателем 3-го отделения съезда — по железнодорожному делу и судостроению. На заседаниях этого отделения рассматривались вопросы, касающиеся условий, при которых железные дороги и парохозяйства, не стесняя своего развития, могли бы способствовать развитию русской машиностроительной промышленности, и меры, необходимые для организации в России производства паровозов, вагонов и других железнодорожных «принадлежностей».

Все постановления съезда преследовали цель добиться от правительства протекционизма и привилегий для русской промышленности. Так, 3-е отделение постановило ходатайствовать перед правительством о назначении премии за паровозы, сдаваемые сверх правительственных заказов, о введении особого порядка для заказа вновь учреждаемыми обществами железных дорог подвижного состава и металлического оборудования на заводах России и пр. Царское правительство вынуждено было прислушаться к этим требованиям русской промышленной буржуазии, поддержанным представителями патриотически настроенной технической интеллигенции, и принять ряд дополнительных мер, содействовавших развитию русской тяжелой промышленности.

Основанием для принятия таких мер послужили рекомендации комиссии «для рассмотрения вопросов, относящихся до снабжения русских железных дорог рельсами и подвижным составом» при Министерстве финансов, учрежденной 21 марта 1875 г. под председательством члена государственного совета Г. П. Небольсина. В состав этой межведомственной комиссии входили инженеры путей сообщения А. И. Дельви́г, Д. И. Журавский и Ф. И. Энрольд. Комиссия собрала подробнейшие сведения о снабжении русских железных дорог рельсами, подвижным составом и «прочими принадлежностями»¹⁵, свидетельствовавшие о большой зависимости русских

¹⁵ Эти сведения опубликованы делопроизводителем комиссии чиновником Министерства финансов А. Б. Бушеном в сборнике, цитировавшемся выше.

железных дорог от зарубежного рынка, и разработала мероприятия по организации («водворению») в России сталерельсового производства, а также производства паровозов и вагонов.

На заседании этой комиссии Д. И. Журавский возбудил вопрос, не следует ли казенные заказы на стальные рельсы предоставлять только самостоятельным заводам, т. е. заводам, имеющим полный металлургический цикл. По его мнению (изложенному в особой записке), «нет надобности поощрять устройство новых передельных сталерельсовых заводов казенными заказами, т. к. они должны иметь лишь временное значение для передела изношенных железных рельсов в стальные... Напротив того, гораздо соответственнее государственной пользе было бы поощрить казенными заказами производство стальных рельсов на заводах самостоятельных ввиду того, что устройство их сопряжено с особыми затруднениями и что эти заводы соединяют в себе все условия для прочного водворения у нас рельсовой фабрикации»¹⁶. Член комиссии профессор Горного института И. А. Тимме добивался, чтобы правительство оказало содействие собственно производству чугуна на минеральном топливе. «Прочное водворение машиностроения,— писал он,— возможно только при его постепенном и параллельном развитии вместе с самостоятельным чугуноплавильным и железным производством»¹⁷.

Однако комиссия, «вполне сознавая государственную важность устройства самостоятельных сталерельсовых заводов, которое не может, впрочем, осуществиться ранее двух или трех лет», не согласилась с мнениями Д. И. Журавского и И. А. Тимме и рекомендовала «в видах скорейшего водворения у нас рельсовой фабрикации» выдать казенные заказы и заводам передельным. Такое решение, поддержанное Министерством финансов, задержало, как мы увидим ниже, развитие отечественной металлургической промышленности.

Выводы и заключения комиссии послужили основанием распоряжения правительства к введению в России производства стальных рельсов. 14 мая 1876 г. было утверждено положение Комитета министров по этому вопросу.

¹⁶ Министерство финансов. Департамент торговли и мануфактур. 19 апреля 1876 г., № 2221. О мерах к развитию в России рельсового производства. СПб., 1876, с. 64.

¹⁷ Там же, с. 89.

Съезд главных по машиностроительной промышленности деятелей был последним крупным мероприятием Русского технического общества, в котором принял участие Д. И. Журавский. В 1874—1875 гг. значительно увеличилась его занятость в Министерстве путей сообщения: он был введен во многие научно-технические комиссии, созданные при министерстве. Чувствуя, что не может уделять достаточно внимания делам Технического общества, которому был предан всей душой, Журавский попросил освободить его от общественной должности председателя 3-го отдела, которую он исполнял почти десять лет. Учитывая заслуги Д. И. Журавского, общее собрание Русского технического общества 17 января 1876 г. избрало его почетным членом. Вместо Д. И. Журавского председателем 3-го отдела был избран инженер путей сообщения К. Ф. Бентковский, а кандидатом, т. е. заместителем председателя, инженер Н. А. Белелюбский.

Глава 9

Служба в Министерстве путей сообщения (1877—1890)

Со времени назначения на пост министра путей сообщения генерал-адъютанта К. Н. Посьета (1874 г.) занятость Д. И. Журавского по министерству значительно увеличивается. Он привлекается к работе ряда комиссий, созданных в министерстве, в том числе и комиссии во главе с министром, которая подготавливала преобразования центрального аппарата министерства. 24 февраля 1877 г. Журавский назначается директором Департамента железных дорог и одновременно заведующим техническо-инспекторским комитетом железных дорог.

По положению 1870 г.¹ на Департамент железных дорог возлагалось управление железными дорогами в хозяйственном и административном отношениях. Техническо-инспекторский комитет ведал технической частью железных дорог. Его обязанности состояли в рассмотрении проектов, смет и кондиций в научно-техническом отношении, технических предложений и вопросов, а также

¹ Учреждение Министерства путей сообщения.— Собрание узаконений и распоряжений правительства, издаваемое при правительствующем сенате, 1871, № 3, с. 14—17.

в ревизии технической отчетности и надзоре за надлежащим устройством и действиями железных дорог в техническом отношении. До 1877 г. этими органами руководили отдельные лица, деятельность которых координировал начальник управления железных дорог. При назначении Журавского руководство ими было объединено, а должность начальника управления упразднена. Департамент железных дорог был укомплектован в то время в основном чиновниками, не имевшими инженерного образования. В штате техническо-инспекторского комитета состояли известные инженеры путей сообщения: А. В. Белинский, В. М. Верховский, И. С. Кологривов, П. Н. Котляревский, Л. Ф. Николаи и др.²

К 1877 г., ко времени вступления Д. И. Журавского на пост директора Департамента железных дорог, русская железнодорожная сеть имела протяженность свыше 18 тыс. верст. Расчлененная между 52 акционерными обществами, она не представляла собой единого целого ни в экономическом, ни в административном отношении. Важнейшие транзитные направления состояли из участков различной технической вооруженности. Построенные за короткое время, с малыми капитальными вложениями, железные дороги не имели нужного количества разъездов, станционных путей, складских помещений, достаточного водоснабжения и пр. и могли, таким образом, пропускать лишь незначительное число поездов. Так как многие линии были построены к тому же без достаточного учета экономики местности, по которой проходит дорога, то они либо испытывали недостаток в грузах для перевозки, либо, чаще всего, не справлялись с перевозкой предложенных грузов. Перевозка товаров осложнялась различными тарифами, действовавшими на разных линиях, которые к тому же часто менялись по решениям правлений железнодорожных обществ.

Эксплуатация русских дорог сильно затруднялась экономическими особенностями России. Больше 50% всех железнодорожных грузов составляли хлеб и другие сельскохозяйственные продукты, 14% — лес, соль, каменный уголь³. Все эти продукты требовали низкой провоз-

² Список чином ведомства путей сообщения в 1878 г.; То же в 1879 г.

³ Всеподданнейший отчет по ведомству путей сообщения за 25 лет с 19 февраля 1855 г. по 19 февраля 1880 г. СПб., 1880, с. 52. Четвертый раздел этого отчета — «Железные дороги» — был, вероятно, написан Д. И. Журавским или под его непосредственным руководством.

ной платы. Значительная часть грузов направлялась к морским портам и к западной границе, а в обратном направлении вагоны перегонялись порожними. Хлебные грузы свозились к станциям железных дорог одновременно большими массами, и хозяева требовали немедленной доставки их к портам. Малая пропускная способность железных дорог, усиленная бесхозяйственностью железнодорожной администрации, приводила часто к задержке торговых грузов, а нередко и к массовой порче и гибели продовольственных грузов и в первую очередь хлеба, что вызывало законные жалобы товароотправителей.

Неудовлетворительное состояние железных дорог вызвало большое беспокойство военного министерства, по ходатайству которого 22 июля 1876 г. была создана Высшая комиссия для исследования железнодорожного дела в России под председательством генерал-адъютанта графа Э. Т. Баранова. Деятельность этой комиссии, имевшей 7 местных подкомиссий, продолжалась до 1885 г. и была отражена в многочисленных докладах, трудах и материалах. В общем докладе комиссия пришла к выводу, что «железнодорожная сеть не отвечает экономическим и политическим потребностям государства» и «не может быть названа удовлетворительной и в стратегическом отношении»⁴.

Именно на этот сложный период в жизни железных дорог и приходится управление Д. И. Журавского Департаментом железных дорог. «Административная деятельность Д. И. Журавского в этой должности,— писал С. М. Житков,— не представляется столь блестящею, как предшествующая деятельность техническая. Д. И. Журавский не обладал искусством приводить в быстрое движение канцелярское бумажное дело. Масса сил и времени уходила на справки и соображения; рассмотрение предложений в комиссиях также задерживало скорое решение возникающих вопросов. Несмотря на эти пробелы, продолжительный период управления Д. И. Журавским Департаментом железных дорог ознаменовался многими важными мероприятиями»⁵.

Начало деятельности Д. И. Журавского по управлению Департаментом железных дорог совпало с началом русско-турецкой войны 1877—1878 гг. Мобилизация и

⁴ Комиссия для исследования железнодорожного дела в России: Общий доклад. СПб., 1881, с. 39.

⁵ Житков С. М. Биографии инженеров путей сообщения. СПб., 1893, вып. 2, с. 40.

сосредоточение войск в Бессарабии, проведенные в ноябре-декабре 1876 г., сопровождались значительными беспорядками на железных дорогах, заставившими даже приостановить мобилизацию на три дня для устранения разноречивых распоряжений. Для предотвращения в будущем подобных беспорядков 25 апреля 1877 г. был учрежден временно-исполнительный комитет по передвижению войск в составе заведующего передвижением войск по всем железным дорогам и водным путям империи генерал-майора М. Н. Анненкова и заведующего технической и инспекторской частями железных дорог Д. И. Журавского. Они действовали сообща, в их руках была сосредоточена вся полнота власти по передвижению войск.

Справедливая война за освобождение братских славянских народов от турецкого владычества вызвала подъем патриотизма у русских железнодорожников. В короткое время на русских железных дорогах был наведен такой порядок, что немецкие офицеры только удивлялись, «как при стольких затруднениях со стороны железных дорог России и Румынии паступление к Дунаю было произведено в относительном порядке и в подвозе войск, провианта, снаряжения и припасов не чувствовалось недостатка»⁶.

Единственная румынская железная дорога, ведущая к фронту, обладающая низкой пропускной способностью, не могла обеспечить нужды полумиллионной русской армии. В этих условиях русское командование прибегло к строительству собственной железнодорожной линии широкой колеи. За 100 дней в условиях неблагоприятной погоды (проливные дожди) была построена железная дорога от Бендер до Галаца протяженностью 303 км. Руководил строительством талантливый русский инженер М. А. Данилов. Это было настолько выдающимся событием для того времени, что в 1878 г. проект, по которому строилась дорога, вместе с отчетом о строительстве демонстрировался на Всемирной выставке в Париже. Международным жюри Бендеро-Галацкая железная дорога была признана «одним из наиболее выдающихся современных сооружений по быстрой постройке»⁷.

В первый же год войны приступили к исправлению недостатков, обнаружившихся при перевозке войск. Был

⁶ Инж. журн., 1883, № 5, с. 655.

⁷ Караев Г. Н. Возникновение службы военных сообщений на железных дорогах России. М., 1949, с. 104.

наведен порядок в движении поездов и в деятельности железных дорог. В 1877—1878 гг. ряд железнодорожных обществ был объединен. Путем слияния трех обществ было образовано общество Юго-Западных железных дорог, Волго-Донская железная дорога была объединена с Грязе-Царицынской, Ландваро-Роменская с Либавской и т. п. Были приняты срочные меры по увеличению пропускной способности железных дорог путем строительства дополнительных станций, вторых путей, улучшения водоснабжения и пр. Так, на Одесской дороге были устроены 15 разъездов и на некоторых участках уложен второй путь⁸. К декабрю 1877 г. из имевшегося правительственного запаса подвижного состава было предоставлено 18 железным дорогам 140 паровозов и 3400 вагонов⁹.

Товарное движение в период войны, несмотря на перевозку войск, больных и раненых солдат и большого количества военных грузов, не только не уменьшилось, но даже значительно возросло. За 9 месяцев 1877 г. было перевезено хлебных грузов за границу 51 млн. пудов, или на 28% больше, чем за тот же период предыдущего года¹⁰. При этом следует учесть, что вследствие закрытия черноморских портов хлебные грузы южных губерний направлялись к балтийским портам через всю Европейскую Россию.

В связи с русско-турецкой войной строительство железных дорог, особенно с гарантией дохода правительством, приостановилось. В начале 80-х годов возобновлено строительство дорог казенными силами. Были построены Баскунчакская (1882) и Екатерининская (1884) железные дороги. Последняя дорога, связавшая прямым сообщением Донецкий бассейн с Кривым Рогом, сыграла важную роль в развитии черной металлургии и всего Юга России. Для руководства строительством этих дорог было создано особое временное управление, которое в октябре 1882 г. преобразовано во временное управление казенных железных дорог. Д. И. Журавский принял деятельное участие в создании этого управления. По его

⁸ Вендрих А. А. Эксплуатация железных дорог в военном отношении.— Сборник Института инженеров путей сообщения (далее: Сб. ИИПС), СПб., 1886, вып. 6, с. 79.

⁹ О мерах, принятых Министерством путей сообщения к усилению перевозочной способности и подвижного состава железных дорог в 1877—1878 гг.— Журн. МПС, 1878, т. I, кн. 1, с. 3.

¹⁰ Там же, с. 4.

предложению был установлен контроль за постройкой железных дорог.

В 1882 г. правительство приступило к постройке на западной границе империи стратегических железных дорог (Полесских). Военное министерство строило Закаспийскую железную дорогу. Ряд дорог был построен существовавшими железнодорожными обществами, в том числе Уральская (Екатеринбург—Пермь, Чусовая—Березники), Донецкая и Закавказская (Тифлис—Баку, Самтреди—Батум). Всего за время управления Д. И. Журавским Департаментом железных дорог (1877—1884 гг.) было введено почти 4800 верст новых рельсовых путей. Протяженность сети железных дорог увеличилась на 26%.

В этот же период проводились изыскания и составлялись проекты Сибирской железной дороги. В 1882 г. правительством был утвержден план дальнейшего развития рельсовой сети, реализация которого была начата только в 1885 г.

После войны были продолжены работы по усилению провозной способности железных дорог. Д. И. Журавский как глава техническо-инспекторского комитета составил записку, «объясняющую степень перевозочной способности, до которой должны быть усилены некоторые дороги». Он потребовал от управления железных дорог тщательных исследований по определению и обоснованию необходимых работ. В соответствии с этой запиской на некоторых дорогах была принята следующая схема последовательного усиления пропускной способности: а) устройство полустанций (разъездов) на всех перегонах, превышающих 20 верст; б) укладка второго пути на всех участках, имеющих большие подъемы (10‰); в) устройство второго пути на остальных перегонах¹¹. К сожалению, эта последовательность усиления провозной способности осуществлялась не на всех дорогах. Особое значение придавалось усилению провозной способности железных дорог, имевших важное торговое и промышленное значение: Харьковско-Николаевской, Курско-Харьковско-Азовской, Лозово-Севастопольской, Либаво-Роменской и др.

Работы по усилению провозной способности дорог проводились, как правило, за счет средств, отпускавших-

¹¹ *Воронин М. И.* Развитие технических условий проектирования и строительства вторых путей в России.— В кн.: Сб. тр. ЛИИЖТа. Л., 1962, вып. 199, с. 6.

ся из государственного казначейства. Д. И. Журавский ввел тщательный контроль за расходованием средств. Необходимые суммы отпускались по ценам, действительно уплаченным за работы, а не по оптовым ценам, предварительно определенным¹².

Усилению провозной способности дорог способствовало введение усовершенствованной сигнализации, а также издание в 1883 г. новых правил движения по железным дорогам.

К 80-м годам некоторые дороги пришли в полное финансовое расстройство и существовали исключительно на средства казны, не только отпускавшей суммы на уплату процентов и погашения по их капиталам, но и покрывавшей дефициты по их эксплуатации. Было принято решение о выкупе этих дорог в казну. Так были выкуплены Харьковско-Николаевская (1881 г.) и Тамбово-Саратовская (1882 г.) железные дороги. Вместе с Ливенской узкоколейной дорогой они были переданы в ведение временного управления казенных железных дорог.

В 1882—1883 гг. техническо-инспекторским комитетом были приняты постановления, облегчившие условия эксплуатации и содержания дорог, имеющих ограниченное движение, и уменьшившие их эксплуатационные расходы. Опубликованные в 1883 г. новые правила содержания и охранения паровозных железных дорог также преследовали цель соразмерить требования к железным дорогам с количеством движения на них. Прежние правила предъявляли одинаковые условия ко всем железным дорогам независимо от движения по ним.

Существенные изменения произошли в тарифном деле. До 80-х годов тарифы на перевозку пассажиров и товаров устанавливали сами железнодорожные общества, уставы обществ ограничивали только высший предел провозной платы. В 1881 г. по предложению Д. И. Журавского было принято постановление о предварительном, до введения в действие, представлении в Министерство путей сообщения предположений железных дорог о тарифных изменениях с указанием причин, вызвавших такие изменения. Одновременно (в сентябре 1881 г.) министерство вошло в Комитет министров с представлением о подчинении железнодорожных тарифов правительственному надзору. Эти действия министерства

¹² *Житков С. М.* Биографии инженеров путей сообщения. СПб., 1893, вып. 2, с. 42.

были вызваны сильным понижением в 1880 г. провозной платы, предпринятым правлениями конкурирующих железных дорог с целью привлечения возможно большего количества хлебных грузов. Подобные понижения существенным образом влияли на уменьшение доходности русских железных дорог и на увеличение приплат по гарантии их капиталов. Руководящая роль правительства по установлению тарифов была признана после длительного бюрократического обсуждения только в июне 1887 г.

Техническо-инспекторский комитет особое внимание уделял использованию каменного угля для паровозов. С целью сбережения лесов от истребления еще в 1875 г. было предложено железнодорожным обществам «озаботиться» скорейшим введением минерального топлива на железных дорогах. Под руководством специальной комиссии, созданной при МПС, на разных дорогах проводились опыты для сравнительного определения достоинств различных сортов каменного угля. Проводились также опыты по использованию в топках паровозов торфа (на Нижегородской и Тамбово-Саратовской железных дорогах) и нефти (на Закавказской и Грязе-Царицынской дорогах).

Для быстрого и повсеместного распространения каменного угля была установлена низкая плата за его перевозку по железным дорогам. Правительство выделило значительные денежные средства для приобретения специального подвижного состава для перевозки каменного угля. Ежегодно при техническо-инспекторском комитете железных дорог проводились совещания углепромышленников и представителей железных дорог, на которых составлялись графики перевозок каменного угля.

Использование каменного угля для паровозов сравнительно с дровами постепенно возрастало. Если в 1875 г. на всей сети русских железных дорог паровозы отапливались дровами на протяжении 65% своего общего пробега, в 1881 г. — на протяжении 46%, то в 1890 г. это протяжение не превосходило уже 36%¹³. Вместе с тем расход дров для отопления паровозов продолжал оставаться высоким¹⁴.

¹³ Кенпен А. П. Минеральное топливо и наши железные дороги. — Горн. журн., 1880, № 9, с. 348; Очерк сети русских железных дорог, ее устройства, содержания и деятельности по 1892 год. СПб., 1896, т. 1, отд. II, гл. II, с. 54.

¹⁴ В 1875 г. — 4,5 млн. м³, в 1878 г. — 5,2 млн., в 1890 — 3,6 млн. м³.

В этот период было обращено внимание также на устройство шоссейных подъездных путей к станциям железных дорог. Межведомственная комиссия, созданная при Министерстве путей сообщения в апреле 1875 г. (в которую входил и Д. И. Журавский) для рассмотрения проекта сети подъездных путей к станциям железных дорог и способов к его осуществлению, подчеркнула важную роль шоссейных дорог как подъездных путей к железнодорожным станциям. С развитием сети рельсовых дорог на шоссейные дороги перестали смотреть как на главные пути сообщения и новых дорог почти не строили. Ассигнования на новые шоссейные дороги в 1874 г. практически равнялись нулю. Благодаря новому взгляду на шоссейные дороги как на важные подъездные пути к железнодорожным станциям увеличились ассигнования на их строительство, достигнув в 1886 г. 2 млн. рублей¹⁵. Однако большая часть этих средств шла на постройку стратегических шоссе, а строительство подъездных путей, если и велось, то за счет земств.

В период работы Д. И. Журавского в Департаменте железных дорог продолжалась покровительственная политика по отношению к металлургической и машиностроительной промышленности. Подвижной состав железных дорог пополнился значительным количеством паровозов и вагонов отечественного производства. Ввоз подвижного состава из-за границы сократился до незначительных размеров. Русское машиностроение значительно окрепло, и с середины 80-х годов все «железнодорожные принадлежности» можно было получать уже в России, но цены на них были несколько выше, чем за границей¹⁶.

Много внимания Журавский уделял рельсовому хозяйству железных дорог. Еще во время работы в Главном обществе под его руководством велись наблюдения за изнашиваемостью новых и перекатанных железных рельсов¹⁷. Перекатанные рельсы, выделенные из рель-

¹⁵ Краткий очерк деятельности Министерства путей сообщения, 1874—1886. СПб., 1887, с. XXII.

¹⁶ Ильинский Д. П., Иваицкии В. П. Очерк истории русской паровозостроительной и вагоностроительной промышленности. М., 1929, с. 65, 69.

¹⁷ Для более точного сравнения достоинства рельсов разных заводов, уложенных в течение разных лет, Д. И. Журавский предложил в 1872 г. формулу, учитывавшую также объем перевозок на дороге. См.: Мюллер В. В. Служба рельсов и их принадлежностей на С.-Петербургско-Варшавской железной дороге с ветвью к прусской границе за 1852—1885 годы. СПб., 1886, с. 97.

сов разного качества, в эксплуатации оказались неудовлетворительными. Тогда в 1869—1870 гг. Путиловский завод приступил к прокатке железных рельсов со стальной головкой, которые также испытывались на дорогах Главного общества. Хотя головка таких рельсов изнашивалась в пути меньше, чем железная, но наблюдались частые случаи отставания головки от железной части рельса. Поэтому дальнейшая прокатка таких рельсов была прекращена. По словам Л. Ф. Николаи, Журавский высказывал тогда предположение, что хороших результатов в изготовлении подобных рельсов можно было бы достигнуть, если бы удалось соединить (сварить) стальную головку рельса с железной шейкой при помощи гальванического тока¹⁸. Возможность такой сварки была доказана 15 лет спустя другим нашим соотечественником — Н. Н. Бенардосом.

Наиболее благоприятные результаты в смысле изнашиваемости дали стальные рельсы, которые впервые в России были уложены на Николаевской железной дороге в 1866 г. За шестилетний период, с 1869 по 1875 г., средний годичный процент пришедших в негодность железных рельсов на Николаевской дороге составлял 6,2%, рельсы со стальными головками дали 3,6%, стальные же рельсы — 0,045%¹⁹. Ввиду этого стальные рельсы, несмотря на дороговизну, начинают употреблять на многих русских линиях для замены железных рельсов. Комиссия Г. П. Небольсина признала в качестве одной из первоочередных задач необходимость производства именно стальных рельсов.

В 1877 г. были выданы правительственные заказы на изготовление стальных рельсов ряду русских заводов. Большую часть этих заказов — 16,4 млн. пудов²⁰ — получили переделные заводы, которые должны были использовать в производстве снятые с дорог железные рельсы. «Самостоятельные» заводы (Юзовский в Донбас-

¹⁸ Николаи Л. Ф. Рельсы.— В кн.: Очерк сети русских железных дорог..., отд. I, гл. III, с. 14.

¹⁹ Кислянский В. Технические заметки о стальных рельсах. СПб., 1876, с. 3.

²⁰ В эту сумму включен также заказ на 4 млн. пудов стальных рельсов, выданный Путиловскому заводу в конце 1874 г., и на 6 млн. пудов для правительственного запаса, выданный тому же заводу в 1876 г. См.: Кеннен А. П. Материалы для истории рельсового производства в России. СПб., 1899, с. 84; Наша железнодорожная политика по документам архива Комитета министров. СПб., 1902, т. IV, с. 274.

се, Демидовский и Катав-Ивановский на Урале), употреблявшие в производстве собственный чугун, получили заказы лишь на 4,9 млн. пудов. Одновременно было объявлено о выдаче премии по 35 копеек за пуд стальных рельсов, изготовленных заводами по частным заказам.

Целью всех проводимых правительственных мероприятий было прекращение зависимости русских железных дорог от иностранных рынков. Этой цели явно не соответствовали заказы, выданные передельным заводам. При производстве стали эти заводы использовали в основном чугун и стальной лом, привезенные из-за границы²¹, и лишь в незначительных количествах — старые рельсы²².

В марте 1879 г. Комитет министров предоставил министру путей сообщения право принять меры к тому, чтобы при производстве для казны стальных рельсов иностранные материалы допускались лишь в случае представления заводами несомненных доказательств в совершенной невозможности приобретения для этого русских материалов. Департамент железных дорог связался с Горным департаментом и непосредственно с горными заводами, чтобы выяснить возможности удовлетворения потребности рельсопрокатных заводов в чугуне. В ответ на этот запрос русские чугуноплавильные заводы изъявили готовность поставлять рельсопрокатным заводам необходимый чугун, если на него будет постоянный спрос. Несмотря на это, передельные заводы начали предъявлять удостоверения о невозможности получения в России потребного для сталерельсового дела чугуна в нужном количестве.

Тогда в марте 1880 г. в Департаменте железных дорог был созван съезд владельцев, управляющих и представителей чугуноплавильных и сталерельсовых заводов для выяснения вопроса о том, на каких именно условиях отечественная промышленность могла бы обеспечить потребность сталерельсовых заводов в чугуне. По предложению Д. И. Журавского, бывшего председателем

²¹ В январе 1877 г. владельцы передельных заводов добились разрешения на беспощинный привоз из-за границы стального лома, которое через два года было продлено по 31 декабря 1880 г. За 6 лет выделки в России стальных рельсов (1877—1882) было ввезено иностранного чугуна в 4 раза больше, чем за предшествующее десятилетие (1871—1876). См.: Сталерельсовое производство в России. СПб., 1887, с. 51.

²² От 5 до 19%. См.: Сталерельсовое производство в России, с. 47.

съезда, участники его разделились на пять подкомиссий по различным районам страны (Уральский, Южный, Центральный, Польский и Северный). Заключение всех подкомиссий были одобрены на общем собрании съезда 8 мая 1880 г.

По основному вопросу съезд констатировал, что чугуноплавильные заводы, не подготовленные к продаже чугуна, так как прежде на него не было спроса и он большей частью переделывался в железо и другие изделия, не в состоянии в данный момент полностью удовлетворить потребность переделных сталерельсовых заводов. Заявленное заводчиками количество чугуна, которое они могут предложить к продаже, составляло около 3 млн. пудов. Вместе с тем съезд признал полную возможность немедленного и значительного увеличения производства чугуна в России при условии постоянного спроса и хороших цен на него²³. Съезд указал также меры, которые могут содействовать увеличению выплавки чугуна, в том числе и на минеральном топливе.

Однако решения съезда не привели ни к каким практическим результатам²⁴. Все старания департамента определять переделным заводам пути приобретения русского чугуна успеха не имели; их владельцы, не вступая в переговоры с владельцами чугуноплавильных заводов, довольствовались представлением удостоверений биржевых маклеров о неимении на рынке продажного чугуна и продолжали пользоваться привозным чугуном.

Поэтому в мае 1880 г. по представлению министра финансов Комитет министров принял разъяснение относительно выдачи премии за стальные рельсы. Было решено, что установленная «попудная премия» подлежит выдаче лишь за те рельсы, которые будут выделаны исключительно из русских материалов или снятых с русских железных дорог старых рельсов. Если на выделку стальных рельсов будут употреблены, кроме русских, также и иностранные материалы, то премия выдается по количеству употребленных в дело русских материалов. Для тех заводчиков, которые не захотят подчиниться контролю относительно использования материалов, была установлена пониженная премия (20 коп. с пуда вме-

²³ *Иосса Н. А.* Заключение съезда заводчиков, созданного Департаментом железных дорог весной текущего 1880 года.— *Горн. журн.*, 1880, № 10, с. 127.

²⁴ Сталерельсовое производство в России. СПб., 1885, с. 19; *Кеннен А. П.* Материалы для истории..., с. 94.

сто 35)²⁵. Вслед за этим (в июне 1880 г.) были введены пошлины на иностранный чугуи и стальной лом.

В результате принятых мер производство стальных рельсов на русских заводах, начавшееся в 1875—1877 гг., неуклонно возрастает и достигает в 1881 г. 12,7 млн. пудов (208 026 т)²⁶. Одновременно ввоз рельсов из-за границы уменьшается до незначительных количеств. В последующие годы в связи с сокращением железнодорожного строительства производство рельсов падает. В самом худшем положении оказываются «самостоятельные» заводы, т. е. работающие на сырой руде. Передельные заводы образовали в 1882 г. синдикат и смогли получить больше частных заказов на рельсы благодаря предоставлению железнодорожным обществам длительного кредита. Межведомственная комиссия, созданная в кризисные годы при Министерстве финансов для обсуждения вопроса о положении наших рельсовых и паровозостроительных заводов, рекомендовала уменьшить производительность этих заводов²⁷, причем производство «самостоятельных» заводов было уменьшено на 54%, а передельных — лишь на 32%. По рекомендации комиссии казенные заказы в 1883—1884 гг. были предоставлены только «самостоятельным» заводам²⁸.

В 1882 г. Министерство путей сообщения вошло в Комитет министров с представлением о сооружении ветвей железных дорог, мотивируя это, между прочим, необходимостью поддержки «заводов, вызванных к существованию правительственными мероприятиями для снабжения железных дорог рельсами, подвижным составом и др. принадлежностями», которые «вследствие уменьшения постройки рельсовых дорог не имеют достаточной работы и приходят в необходимость распустить рабочих, а некоторые готовятся даже к закрытию». «Если период весьма ограниченной, как ныне, постройки новых дорог,— говорится далее в этом представлении, подписанном К. Н. Посыетом и Д. И. Журавским,— будет продолжаться еще некоторое значительное время, то правительство

²⁵ После опубликования этого положения владельцы передельных заводов заявили, что они не желают подчиняться правительственному контролю и будут довольствоваться уменьшенной премией.

²⁶ Ильинский Д. П., Иваницкий В. П. Очерк истории..., с. 56.

²⁷ Сталерельсовое производство в России, с. 36.

²⁸ На 4,3 млн. пудов. См.: Наша железнодорожная политика..., т. IV, с. 281.

может быть поставлено в положение или расходувать немалые суммы на поддержание этих заводов, или, оставаясь свидетелем их постепенного закрытия, допустить затем вновь заказ железнодорожных принадлежностей за границей»²⁹.

За время управления Д. И. Журавским Департаментом железных дорог на большей части путей железные рельсы были заменены стальными. К 1 июля 1884 г. общее протяжение рельсовых путей в России (включая ветки, разъездные, запасные и другие пути) в однокольном исчислении составило 32 тыс. верст. Из них почти 23 тыс. верст были уложены стальными рельсами. Примерно третья часть стальных путей (7825 верст) была уложена рельсами, изготовленными в России, в том числе 1867 верст рельсами «самостоятельных» заводов и 5958 верст передельными рельсами, изготовленными из чугуна и стального лома иностранного происхождения.

Приводя эти данные, неизвестный автор писал в 1885 г.: «Принимая в соображение, что рельсов из туземных материалов находилось на дорогах менее $\frac{1}{4}$ части, рельсов же из иностранных материалов более $\frac{3}{4}$ частей всех выделанных в России стальных рельсов — и что премии, установленной для введения туземного сталерельсового производства, выдано было более 14 $\frac{1}{4}$ миллиона рублей, нельзя не сознать, что русское сталерельсовое производство в продолжении семилетнего существования весьма мало способствовало «к прекращению зависимости нашей в железнодорожном деле от иностранных рынков» и что *семилетний опыт по введению туземного сталерельсового производства обошелся недешево*»³⁰.

По данным того же автора, производство стальных рельсов на четырех «самостоятельных» заводах не достигло даже минимального уровня, обеспечивающего безубыточную работу предприятия, из-за недостатка заказов.

Только в 90-х годах, после того как окрепли металлургические и рельсопрокатные заводы, созданные на юге страны, Россия смогла обеспечить себя стальными рельсами отечественного производства из отечественных материалов.

²⁹ Министерство путей сообщения. Департамент железных дорог. 8 апреля 1882 г., № 3080. О сооружении новых железных дорог (в Комитет министров), с. 3.

³⁰ Сталерельсовое производство в России, с. 25.

При выработке в технико-инспекторском комитете железных дорог технических условий на поставку стальных рельсов, заказанных отечественным заводам, возник вопрос, каким образом удостовериться, что рельсы, выдержавшие установленные испытания в летнее время, выдержат эти же испытания при морозе. Д. И. Журавский высказал мысль проводить летом испытания при искусственно пониженной температуре. Немедленно проведенные испытания показали, что мысль эта весьма легко осуществима и притом весьма простым и дешевым способом. Помещая куски рельсов длиной от 6 до 8 футов в смесь льда и соли, можно легко снизить их температуру до -20°C . В технические условия приема железных и стальных рельсов, утвержденные технико-инспекторским комитетом 30 марта 1878 г., было включено обязательное испытание рельсов ударной пробой при пониженной температуре (от -10° до -15° по Реомюру) независимо от времени года.

Для проверки, насколько испытание замороженных рельсов гарантирует качество стали, при Департаменте железных дорог в 1878 г. была образована комиссия в составе инженеров Л. А. Еракова, В. Н. Бек-Гергарда, Л. Ф. Николаи и Г. П. Федосеева. Комиссия пришла к выводу, что «хрупкость стали при низкой температуре значительно увеличивается, если сталь содержит более определенного предела углерода, кремния и фосфора»³¹.

Результаты исследований комиссии были сообщены Д. И. Журавским в английский институт железа и стали и опубликованы в журнале этого института³². Обсуждение в институте показало, что результаты русских инженеров глубоко заинтересовали английских коллег.

Исследования, проведенные горным инженером Н. Бабуровым на Усть-Катавском заводе зимой 1879 г. при температуре, доходившей до -35°P , показали, что предварительное замораживание рельсов до температуры -15°P при испытаниях, требуемых циркуляром технико-инспекторского комитета, достаточно точно решает вопрос о прочности рельсов, хотя бы те же рельсы на

³¹ О результатах испытания стальных рельсов при нормальной и искусственно пониженной температурах.— Горн. журн., 1881, т. III, № 7/8, с. 37.

³² Report on the results obtained by testing steel rails at natural and at artificially lowered temperatures. Communicated by Mr. Demetrius Jouraffsky, St. Petersburg.— J. Iron and Steel Inst., 1880, N 1, p. 192—194; Discuss., p. 195—200.

линии железных дорог и подвергались более сильным морозам³³.

В 1882 г. в Русском техническом обществе была создана под председательством В. М. Верховского комиссия по исследованию рельсовой и бандажной стали, которой Д. И. Журавский оказывал содействие и поддержку.

Убежденный сторонник протекционистской системы по отношению к отечественной промышленности, Д. И. Журавский обязал железные дороги употреблять на свои постройки исключительно русский цемент³⁴. Одновременно он добился обязательного проведения испытания цемента и их соответствия нормам, выработанным специальной комиссией, созданной в конце 1879 г. при техническо-инспекторском комитете под председательством Н. А. Белелюбского. Эти меры способствовали огромному развитию русской цементной промышленности, несмотря на свободный ввоз цемента из-за границы.

В период управления Д. И. Журавским железными дорогами были изданы важные постановления, касающиеся проектирования железнодорожных мостов. В 1875 г. благодаря трудам Д. И. Журавского и Н. А. Белелюбского в России впервые были введены технические условия на постройку мостов. Этими условиями устанавливались единообразные нормы допускаемых напряжений, или, по терминологии того времени, «коэффициенты прочного сопротивления», и нормы временной нагрузки железнодорожных мостов. В основе последних норм лежало предположение о весе паровоза в 36 т. Однако уже в начале 80-х годов на железных дорогах стали появляться восьмиколесные паровозы весом около 50 т., вследствие чего нормы нагрузок для мостов оказалось необходимым увеличить. Циркуляром техническо-инспекторского комитета от 4 января 1884 г. было предложено все вновь строящиеся мосты рассчитывать на нагрузку восьмиколесными паровозами весом 50 т. Вместе с тем предполагалось усилить мосты, построенные ранее. В нормах 1884 г. впервые регламентировалась ветровая нагрузка. Нормировались и пределы прочности при испытаниях на разрыв металла для пролетных строений.

³³ *Бабуров Н.* Краткая заметка о стальных рельсах.— Горн. журн., 1881, т. III, № 7/8, с. 37.

³⁴ Циркуляр техническо-инспекторского комитета от 19 марта 1882 г. «Об употреблении цемента русского производства»: Указатель правительственных распоряжений по МПС.— Журн. МПС, 1882, № 12, с. 119—121.

В 1882 г. произошла серьезная железнодорожная катастрофа, вызвавшая несколько распоряжений министерства. В течение лета 1882 г. в средней и южной полосах России были очень обильные ливни, сопровождавшиеся паводками. Одним из паводков была разрушена на Московско-Курской дороге высокая Кукуевская насыпь, находящаяся между станциями Чернью и Мценском. В образовавшийся прорыв упало несколько вагонов проходившего почтового поезда, и пассажиры погибли. Для предупреждения подобных случаев железнодорожному начальству было дано право останавливать движение поездов во время сильных ливней, если существует вероятность, что ливень произвел повреждение пути. Сверх того, даны были очень подробные правила для постройки под насыпями чугунных труб для пропуска паводковых вод. На многих дорогах предложено было заменить существовавшие чугунные трубы новыми, каменными с большим, чем прежде, отверстием.

В июле 1884 г. совет Министерства путей сообщения был преобразован. В его составе были созданы технический и административный отделы. Д. И. Журавский был назначен штатным членом совета и председателем технического отдела этого совета. Его преемником по Департаменту железных дорог стал инженер В. В. Салов.

Журналисты проводили Д. И. Журавского не без злорадства, считая, что он взвалил на себя непосильное бремя по руководству железными дорогами и что его ведомство издавало слишком много циркуляров. Наиболее дальновидные отмечали, однако, что «пост директора Департамента железных дорог — один из самых трудных в России, если не труднейший», что Д. И. Журавский «имел два великих достоинства: во-первых, он знал техническую сторону дела, ибо был из первых строителей железных дорог в России; во-вторых, это был человек редкой честности, так сказать бессребреник», и что благодаря этим своим качествам, «несмотря на усталость, он труднительное свое положение, несмотря на усталость, он смог просидеть семь лет во главе железнодорожного дела»³⁵. Менее всего Д. И. Журавскому по мягкости и добродушию удавался контроль над частными железными дорогами, правления которых, «составленные из тщательно отсортированных дельцов-удальцов, ничего не

³⁵ Скальковский К. А. Наши государственные и общественные деятели. СПб., 1890, с. 131—132.



Д. И. Журавский

делают, как сидят и думают, так бы оплести матушку-казну и выудить из нее несколько миллиончиков, от которых Россия, по их мнению, не оскудеет»³⁶.

Новая должность более соответствовала характеру и знаниям Д. И. Журавского. Технический отдел совета МПС рассматривал технические вопросы как по сооружению новых, так и по эксплуатации существующих путей сообщения: железнодорожных, шоссейных и водных, а также портовых сооружений. Его членами были

назначены инженеры путей сообщения: И. С. Кологривов, профессор Института инженеров путей сообщения Л. А. Ераков и специалист по портовым сооружениям А. В. Барминский.

В этот период Д. И. Журавский продолжал интересоваться исследованиями рельсовой стали и вопросом изнашивания стальных рельсов. По его просьбе инженер В. Н. Бек-Герард провел опыты по изнашиванию стальных рельсов, которые осуществлялись посредством большого числа несильных ударов парового молота по концам рельсов³⁷. В 1886 г. Журавский написал большую статью о новых технических условиях для поставки рельсов, предложенных съездом по сталерельсовому делу в январе 1886 г. «Для выработки технических условий,— писал Журавский,— более надежным представляется путь испытаний рельсов до укладки их в путь, с наблюдением за службою их при продолжительном на них движении»³⁸.

В 1886 г. (3 января) Д. И. Журавский был назначен членом межведомственного совета по железнодорожным делам. Этот орган занимался общими вопросами желез-

³⁶ Там же.

³⁷ Ераков Л. А. Письмо Д. И. Журавскому по поводу произведенных В. Н. Бек-Герардом опытов (от 15 февраля 1885 г.).— В кн.: Ераков Л. А. Сб. статей и записок по разным техническим вопросам. СПб., 1889, с. 299.

³⁸ Журавский Д. И. По поводу новых технических условий для поставки рельсов.— Инженер: Журн. МПС, 1886, кн. 9/10, с. 426.

ных дорог, изменениями и дополнениями устава железных дорог, тарифными вопросами и пр.

Д. И. Журавский пользовался заслуженным авторитетом среди инженеров путей сообщения. В одном из собраний (14 ноября 1886 г.) он рассказал несколько историй из своей технической практики по постройке Николаевской железной дороги³⁹. 23 ноября 1886 г. он присутствовал на праздновании 77-й годовщины Института инженеров путей сообщения и как старейший инженер выступил с речью. В частности, он сказал: «Мы принадлежим к народу, занявшему громадную часть земного шара, богатую несчетными сокровищами... Но чтобы сокровища, разбросанные на громадном пространстве, могли сделаться действительным достоянием народа, чтобы достигающее 100 миллионов население могло слиться в одну могучую массу, нужно много труда со стороны инженеров — труда, требующего много знания и большой энергии. Да не устроят нас ни горы с вершинами, одетыми снегом и облаками, ни глубокие широкие реки, ни скалы, ни тундры! Обмен сведений, делаемый в наших собраниях, несомненно, приведет к увеличению капитала инженерного знания. Пожелаем, чтобы обмен чувств, желаний привел нас к тесному союзу, дающему силу, — к труду победному на благо родного нам края»⁴⁰.

В 1890 г. исполнилось 50 лет служебной деятельности Д. И. Журавского. Ведущие иллюстрированные журналы того времени «Нива» и «Иллюстрированная газета» поместили его портреты и заметки об его инженерной и административной деятельности.

Здоровье Д. И. Журавского было подорвано усиленными умственными занятиями. Весной 1887 г. он заболел первым расстройством. Лечили его сначала в Петербурге, а с июня 1888 г. в Казани в лечебнице известного в то время психиатра Я. А. Боткина. Надежды на выздоровление не было. Умер Д. И. Журавский 18 января 1891 г.

О личной жизни Д. И. Журавского известно очень немного.

В молодые годы он увлекался теорией стихосложения. По свидетельству известного писателя и переводчика

³⁹ Хропика собрания инженеров путей сообщения.— Изв. собрания инж. путей сообщения, СПб., 1887, т. IV, вып. 1, с. 75.

⁴⁰ Семьдесят седьмая годовщина Института инженеров путей сообщения.— Изв. собрания инж. путей сообщения, 1887, т. III, вып. 1, с. 108.

Н. В. Гербеля, учившегося в лицее князя Безбородко и лично знавшего Дмитрия Ивановича, в 1856 г. Журавский издал анонимно книжку в двух частях под названием: «О выборе стихотворного размера. Обзор трех видов стихосложения. О началах логического образования слов и о происхождении поэтических размеров». Н. Г. Чернышевский поместил в «Современнике» отрицательный отзыв на эту книгу. «Неизвестный автор, — писал он, — потратил много труда на решение вопроса «о выборе стихотворного размера». К сожалению, он не подумал, что для решения частного вопроса нужно иметь основательные знания в той науке, которой принадлежит этот вопрос. Автор вздумал проследить отношения мысли к слову, чувства к ритму и не счел нужным приобрести основательное знакомство ни с филологией, ни с учением о версификации; он пускается также в философские рассуждения и, как по всему видно, не счел за нужное познакомиться и с этой наукою. Поэтому все его труды остались совершенно напрасными»⁴¹.

Женился Д. И. Журавский на 63-м году жизни на вдове штаб-ротмистра князя Вяземского Марии Петровне Вяземской. Детей у них не было.

Старший брат Дмитрия Ивановича Петр Иванович Журавский (1816—1848) после окончания гимназии высших наук князя Безбородко в 1834 г. служил в комиссариатском департаменте военного министерства. Туда же поступили работать и два других брата Д. И. Журавского. Наиболее тесные отношения Д. И. Журавский поддерживал со средним братом Николаем Ивановичем, с которым вместе учился в лицее. Вероятно, Д. И. Журавский помог своему брату перейти на службу в Главное общество российских железных дорог, где тот занял пост начальника службы магазинов Варшавской железной дороги. Смерть Николая Ивановича 8 марта 1887 г. вызвала сильное потрясение Дмитрия Ивановича. Младший брат Ромил Иванович (1832—1862) воспитывался в Московском дворянском институте, но полного курса не окончил. Служил в комиссариатском департаменте.

В семье Д. И. Журавского были еще сестры, но сведения о них не сохранились.

⁴¹ Чернышевский Н. Г. Полн. собр. соч. М., 1974, т. 3, с. 590.

Часть вторая

Труды по строительной механике и сопротивлению материалов

Глава 1

Расчет ферм

К началу 40-х годов XIX в., когда повсеместно в практику мостостроения начинают входить стержневые конструкции типа балочных ферм, никаких методов их расчета не существовало. Первые строители решетчатых мостов при проектировании их основывались на интуиции или на анализе работы уже готовых сооружений.

Выдающиеся американские инженеры, такие, как С. Лонг, довольно хорошо представляли себе, как работают решетчатые системы, игру сил в этих системах, какие стержни растянуты, а какие сжаты. Сам факт изобретения В. Гау фермы, носящей его имя, свидетельствует о том, что он правильно представлял себе характер работы отдельных ее элементов. Однако до определения численного значения усилий в частях ферм ни Лонг, ни Гау не дошли.

Навье в своих знаменитых «Лекциях»¹ предлагал определять грузоподъемность фермы Лонга как балки, имеющей сечение, состоящее из сечений двух поясов. Вопроса об определении усилий в каждом элементе фермы он не ставил. Эти рекомендации Навье, как мы видели выше, были использованы русскими инженерами при первоначальном проектировании мостов под Петербурго-Московскую железную дорогу. Они же были развиты в книге австрийского инженера К. Гега².

Однако дальнейшему развитию и усовершенствованию стержневых систем препятствовало неумение рассчитать ферму, вычислить усилия, действующие в каждом ее эле-

¹ Navier. Résumé des leçons données à l'École des Ponts et Chaussées sur l'application de la mécanique à l'établissement des constructions et des machines. 2^e ed. P., 1833, 512.

² Chega C. Ueber nordamerikanische Brückenbau und Berechnung der Tragenvermögens der Howe'schen Brücken... Wien, 1845.

менте, и целесообразно назначить размеры. Незнание теории расчета ферм часто приводило к заблуждениям и ошибкам, которые встречаются у того же Лонга. Поэтому в конце 40-х — начале 50-х годов XIX в. инженеры и ученые ряда стран пытаются теоретически определить усилия в частях ферм. Так, почти одновременно возникают несколько методов расчета ферм. Большинство из них связано с расчетом фермы Гау, наиболее рациональной в то время конструкции для перекрытия больших пролетов.

Один из первых таких методов принадлежит Дмитрию Ивановичу Журавскому. Он с гордостью писал: «Исследование балок, состоящих из брусьев, раскошенных и связанных между собою, было сделано в России прежде, чем о том было напечатано на английском, французском или немецком языках; сочинения американского инженера Лонга и австрийского Гега вовсе не давали понятия о распределении напряжений по всем частям составной балки»³.

Непосредственным поводом к началу исследований Журавского послужила необходимость определить усилия, которым будут подвергаться металлические стержни фермы в реальных условиях работы конструкции. Знание этих усилий было необходимо для заводского испытания стержней, как это требовалось по контракту. В процессе исследований Журавский поставил более широкую задачу: определить усилия, действующие во всех частях фермы, с целью вычисления рациональных размеров этих частей.

В начале 1845 г. Журавский уже рассчитал однопролетную ферму, а в 1848 г. определил усилия в элементах моста через речку Веребью, имеющего 9 пролетов, т. е. произвел расчет неразрезной фермы. Исследования Журавского по расчету ферм были опубликованы в 1850—1852 гг.⁴ Они составили первую часть его труда «О мостах раскосной системы Гау», изданного в 1855—1856 гг.

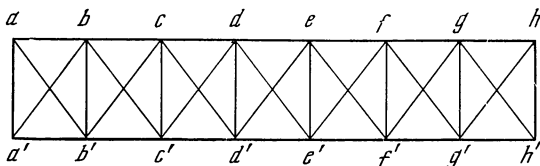
Рассмотрим метод расчета фермы, данный Журавским (как можно ближе придерживаясь к оригиналу).

³ Журавский Д. И. О мостах раскосной системы Гау. СПб., 1855, ч. 1, с. VI (далее в скобках указаны страницы по этому изданию).

⁴ Результаты исследования системы Гау, примененной к мостам С.-Петербургско-Московской железной дороги.— ЖГУПСИЗ, 1850, кн. 1, с. 1—26; 1852, кн. 2, с. 71—105; кн. 5, с. 75—121.

Простейшая ферма системы Гау с одним пересечением раскосов (рис. 7) состоит из двух горизонтальных поясов ah и $a'h'$, деревянных раскосов ab' , $a'b$, ba' , $b'c$... и вертикальных металлических стержней, или болтов bb' , cc' , dd' , ..., скрепляющих всю систему. По внешнему виду кажется, что эта система статически неопределима. Однако, ввиду того что раскосы не соединены жестко с поясами, а только упираются в специальные дубовые подушки, т. е. могут работать только на сжатие, такая ферма оказывается статически определимой.

Рис. 7



При расчете фермы Журавский не определяет предварительно опорных реакций и не пользуется, по крайней мере явно, методом сечений, а прослеживает за передачей силы от места ее приложения к опорам. При этом он использует только теорему о сложении и разложении сил.

Сначала Журавский рассматривает, как передаются силы частям фермы при действии сосредоточенного груза, приложенного над каким-нибудь болтом фермы, не принимая во внимание ее веса.

Пусть груз p расположен над средним болтом ab (рис. 8, а). Так как стержень ab на сжатие не работает, то сила p передается раскосам ac и ae , которые сожмутся силами $p/2\cos\alpha$, равными ввиду симметрии системы (α — угол наклона раскоса к вертикали). Сила $p/2\cos\alpha$ в точке c разложится на две силы: вертикальную $p/2$, растягивающую болт cf , и горизонтальную $ptg\alpha/2$, растягивающую нижний пояс. Сила $p/2$ передается в точку f , где, в свою очередь, разложится на две силы — на силу $p/2\cos\alpha$, сжимающую раскос fd , и силу $ptg\alpha/2$, сжимающую верхний пояс. Из них первая передается в точку d и разложится в ней на силу $p/2$, растягивающую болт dk , и на горизонтальную силу $ptg\alpha/2$, растягивающую нижний пояс, и т. д.

На рис. 8, б для облегчения понимания передача сил показана стрелками, чего Журавский, конечно, не делает. Таким образом, в ферме с четным числом панелей $2n$

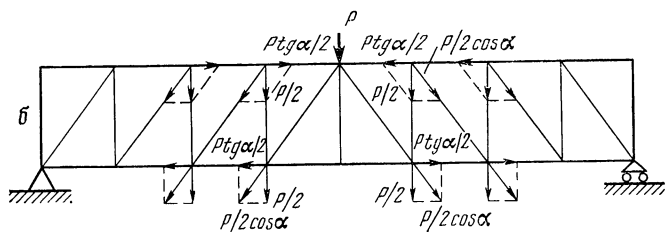
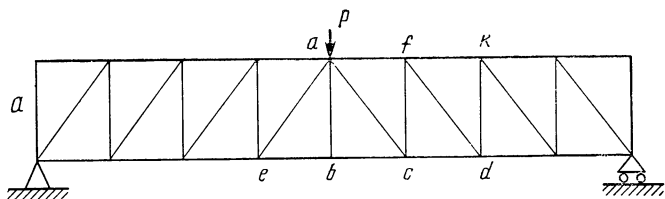


Рис. 8

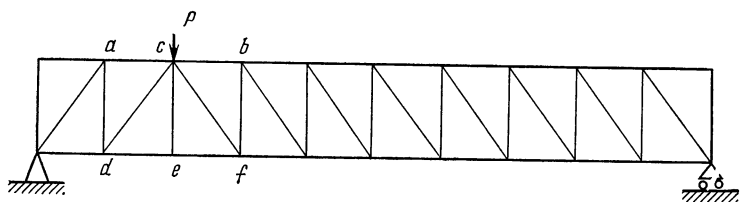


Рис. 9

(панель — часть фермы между двумя смежными вертикальными болтами) все вертикальные стержни будут растянуты силами $p/2$, все раскосы, обращенные верхним концом к середине, будут сжаты силами $p/2 \cos \alpha$, нижний пояс будет растянут силой $n p t g \alpha / 2$, а верхний — сжат силой $(n-1) p t g \alpha / 2$. Обратные раскосы, т. е. раскосы, направленные своими нижними концами к середине фермы, не будут принимать участия в передаче усилий, так как при нагружении фермы в середине она принимает такой перекосяк, при котором эти раскосы должны удлиняться, что они не могут сделать, поскольку не прикреплены к поясам. Это обстоятельство подтвердили и многочисленные опыты Журавского над моделями ферм, во время которых при нагружении эти раскосы выпадали.

веса) в методе Журавского существенную роль играет начальная точка передачи силы, т. е. та точка, «где начинается передача силы в обе стороны к устоям». Если число панелей четное $2n$, то эта точка, естественно, находится над средним болтом. От нее и начинается Журавский распределение усилий (рис. 10).

Сила p , расположенная в узле a , разложится на силы, равные $p/2\cos\alpha$, по двум прямым раскосам. Сила $p/2\cos\alpha$ в точке b' разложится на две составляющие: силу $p/2$, растягивающую болт bb' , и силу $ptg\alpha/2$, растягивающую нижний пояс. Сила $p/2$ в точке b сложится с внешней силой p . Эта суммарная сила разложится на силу $3p/2\cos\alpha$, направленную вдоль раскоса b' , и силу $3ptg\alpha/2$, направленную вдоль пояса. Продолжая разложение, легко найти, что усилия, растягивающие болты, начиная со среднего, составят ряд:

$$0, p/2, 3p/2, 5p/2, \dots, (2n-3)p/2;$$

силы, сжимающие раскосы, начиная от среднего:

$$p/2\cos\alpha, 3p/2\cos\alpha, 5p/2\cos\alpha, \dots, (2n-1)p/2\cos\alpha;$$

сумма сил, растягивающих нижний пояс, будет

$$\frac{p \operatorname{tg} \alpha}{2} [1 + 3 + 5 + \dots + (2n - 1)] = \frac{pn^2 \operatorname{tg} \alpha}{2}.$$

Но так как $\operatorname{tg}\alpha = l/2nh$ и $p = Q/2n$, где l — длина, h — высота и Q — вес фермы, то сумма сил, растягивающих нижний пояс, будет равна $Ql/8h$, т. е. от числа панелей она не зависит.

Усилие в верхнем поясе будет равно $Ql(n^2-1)/8hn^2$. «Сила, сжимающая верхний пояс, будет немного менее, потому что две силы, действующие в точке a вдоль пояса в противоположные стороны, уравновешиваются, сжимая дубовую подушку, в которую оперты крестовины, и, стало быть, вовсе не передаются верхнему поясу» (с. 13)⁵.

Если число панелей нечетное, то передача сил начнется с первых раскосов, считая от середины фермы, упирающихся в верхний пояс.

Далее Журавский переходит к определению усилий в частях фермы, когда она нагружена неравномерно. В данном случае главная задача заключается в том, чтобы най-

⁵ В примечании Журавский указывает, что первым вычислил усилия в частях фермы, нагруженной равномерно, капитан Ф. К. Хржановский.

ти «начальную точку передачи сил». После того как она найдена, усилия во всех частях фермы определяются изложенным выше способом. Сама же точка передачи сил ищется путем проб так, чтобы усилия, передаваемые от нее раскосам, не были отрицательными (т. е. растягивающими).

Журавский прилагает свой способ для определения усилий в частях фермы при движении по ней поезда. Он излагает его на примере моста отверстием в 25 саженей (53,34 м), имеющего 12 панелей. Вес моста на протяжении одной панели, по расчетам Журавского, составляет 420 пудов (6880 кг) — он обозначает его через p . Исходя из конкретных условий Петербурго-Московской железной дороги — веса паровоза, тендера, вагонов и их размеров, Журавский составляет следующую схему: «поезд, двигаясь вдоль фермы, производит в точках, соответствующих болтам, давления, равные $2p, 2p, 3p/2, p, p, p...$ » (с. 20).

«Чтобы определить наибольшие напряжения, которым подвергаются части фермы, следует, предположив сперва, что поезд давит на одну точку, соответствующую первому болту, считая номера болтов от устоя, вычислить натянутости всех болтов; после того надо повторить все вычисления в предположении, что поезд производит давления на точки пояса у 2-го, 3-го, 4-го болтов, и выбрать для каждого болта наибольшие числа, выражающие их натянутости; эти числа будут данными для определения толщины болтов. Потом следует при определении найти наибольшие сжимающие усилия, которым подвергаются крестовины в различных положениях поезда, и наибольшие напряжения поясов» (с. 20—21).

Журавский так и поступает. Он составляет таблицу усилий, которым подвергаются болты при различных положениях поезда при движении его в ту или другую сторону, и выбирает из них наибольшие значения. При этом у него получается, что болты у опор моста подвергаются бóльшим усилиям, чем болты, расположенные посередине фермы. Раскосы, или крестовины, также сжаты неравномерно. Наибольшим сжимающим усилиям подвергаются раскосы, направленные верхними концами к середине фермы (прямые раскосы), а раскосы, направленные нижними концами к середине фермы (обратные), подвергаются меньшим усилиям или даже вовсе не участвуют в передаче сил. Поэтому прямые раскосы делаются двойными (из двух брусков), а обратные — одиночными. «Одиночные крестовины, связанные болтами с двойными кресто-

винами в местах их пересечений, усиливают двойные крестовины, предупреждая их изгиб от действия сил сжимающих; и кроме того, одиночные крестовины имеют назначением уменьшать содрогание системы при движении поезда» (с. 26).

Журавский дает также другой способ определения усилий в элементах фермы. «Можно,— пишет он,— не обращая внимания на вес системы, вычислить натянутости различных болтов, возбуждаемые только грузом поезда, движущегося вдоль фермы, при различных его положениях» (с. 26). Если прибавить к этим «натянутостям» усилия в болтах от веса фермы, то оказывается, что полученные числа почти полностью совпадут с найденными ранее значениями усилий от совместного действия веса поезда и веса фермы. Различие получается только в усилиях для среднего болта. Таким образом, здесь Журавский фактически доказывает применимость теоремы о сложении действия сил для фермы Гау. Второй способ оказывается удобным при составлении проектов мостов.

Составив таблицу «коэффициентов натянутостей болтов» для различных положений поезда, не принимая во внимание веса фермы, Д. И. Журавский тем самым дал впервые ординаты обобщенной линии влияния. По-настоящему теория линий влияния оформилась лишь в 70-х годах XIX в.

Все изложенное составляет содержание первой статьи Д. И. Журавского, опубликованной в 1850 г. Таким образом, в этой статье был дан вполне правильный метод определения усилий в элементах статически определимой фермы как от постоянной, так и от подвижной нагрузки.

Почти одновременно появились другие методы расчета ферм. В 1851 г. были опубликованы статьи И. В. Шведлера⁶ и К. Кульмана⁷, в которых был изложен метод расчета фермы от постоянной нагрузки, основанный на проведении сечений через три стержня фермы и составлении уравнений статики для одной из частей фермы. Несколько ранее опубликовал расчет фермы американец С. Уиппла⁸. Он составлял для каждого узла, начиная с опорного, многоугольники сил. Однако книга С. Уиппла

⁶ *Schwedler J. W.* Theorie der Brückenbalkensysteme.— Ztschr. Bauwesen, B., 1851, 1. Jg., S. 114—123, 162—172, 265—278.

⁷ *Culmann K.* Der Bau der hölzernen Brücken in den Vereinigten Staaten von Nordamerika.— Allgemeine Bauzeitung, Wien, 1851, 16. Jg., S. 69—129.

⁸ *Whipple S. C. F.* An essay on bridge building. Utica (N. Y.), 1847.

осталась незамеченной не только в Европе, но и на родине автора⁹. Имеются сведения, что примерно в то же время, т. е. на рубеже 40-х и 50-х годов XIX в., появились методы вычисления усилий в статически определенных фермах в Англии и во Франции¹⁰. Такое обилие способов расчета ферм, появившихся почти одновременно, лишний раз подтверждает слова Ф. Энгельса, что «если у общества появляется техническая потребность, то она движет науку вперед больше, чем десяток университетов»¹¹.

В России метод Д. И. Журавского получил сначала большую известность. С ним знакомил студентов Института инженеров путей сообщения профессор П. И. Собко. Нашел он свое отражение в учебной и справочной литературе¹². Способ Журавского, говорил Л. Ф. Николаи, «имеет педагогическое развивающее значение, представляя совершенно отличный от общепринятых ныне способов прием решения; если можно так выразиться, ход рассуждений и выкладок следует шаг за шагом за действительной передачей и последовательным накоплением усилий в различных частях фермы, что, очевидно, значительно уясняет вопрос»¹³. С. А. Бернштейн¹⁴ высказывал сожаление, что в настоящее время метод Журавского незаслуженно забыт и не излагается в книгах: он мог бы найти удачное применение при расчете сложных ферм.

Следующую статью Журавский начинает с обсуждения принятого им при расчете допущения о прямолинейности поясов ферм. Он показывает, что некоторый подъем, придаваемый ферме при сборке, а также прогиб ее под действием нагрузки не влияют существенно на распределение усилий в частях фермы.

Чтобы выяснить влияние предварительной натянутости болтов на усилия в частях фермы, Журавский рас-

⁹ См.: Тимошенко С. П. История науки о сопротивлении материалов. М., 1957, с. 224.

¹⁰ Там же, с. 225.

¹¹ Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд. т. 39, с. 174.

¹² Усов П. С. Строительное искусство: Ручная книга для инженеров. СПб., 1864, ч. 2, вып. 2, с. 153—211; Глушинский И. П. Мосты: Литогр. зап. старшего класса Николаевской инж. акад.) Изд. подпоручика Маховича. СПб., 1869—1870, с. 156—276; Энрольд Ф. И. Курс мостов. СПб., 1878/79. Литогр., с. 77—117.

¹³ Чествование памяти инженера Д. И. Журавского. СПб., 1897, с. 33.

¹⁴ Бернштейн С. А. Очерки по истории строительной механики. М., 1957, с. 171, 176.

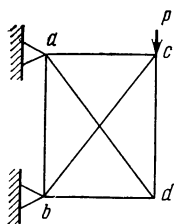


Рис. 11

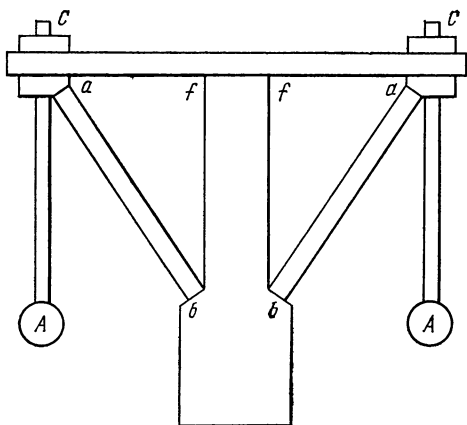


Рис. 12

сма­три­ва­ет одну панель (рис. 11), в которой точки a и b соединены неизменяемым образом. Оче­вид­но, что при подвинчивании болта cd раскосы bc и ad получают предварительное сжатие. От действия же внешней силы на узел c начальное сжатие в раскосе bc будет увеличиваться, а в раскосе ad — уменьшаться. Вме­сте с разгрузкой последнего будет уменьшаться напряжение и в стержне cd . Отсюда ясно, заключает Журавский, что если при нагрузке фермы с предварительно натянутыми болтами обратные раскосы полностью освобождаются от сжимающих их сил, то в этом случае усилия во всех частях фермы будут такими же, как и в том случае, когда болты не натянуты; если же при нагрузке такой фермы обратные раскосы остаются слегка поджатыми, то усилия в болтах и главных раскосах будут большими, чем тогда, когда болты не были натянутыми.

Журавский считает, что натянутость болтов должна быть такой, чтобы при самой большой нагрузке обратные раскосы не разгружались бы полностью и чтобы их концы «имели упор, дабы обратные раскосы могли укреплять главные, подразделяя последние на части» (с. 37). Одновременно он предупреждает, что чрезмерная натянутость болтов может привести к перегрузке болтов и прямых раскосов.

Заключение Журавского, что напряжения в болтах фермы, находящейся под нагрузкой, зависят от того, были ли они предварительно натянуты или нет, показалось странным комиссии Департамента проектов и смет

во главе с М. Г. Дестремом, которая рассматривала статью Журавского. Комиссия нашла некоторые предположения Журавского «недостаточно верными»¹⁵. В частности, она подвергла сомнению допущение, что уменьшение длины болта при его подвинчивании пропорционально силам, стягивающим болт. При этом указывалось на возможный изгиб поясов и раскосов и делалась ссылка на опыты Ходкинсона, согласно которым для разных материалов растягивающая сила $F = ax - bx^2$, где x — удлинение. Второе возражение касалось перемещения узла c (см. рис. 11). По мнению комиссии, «жесткость системы не позволит понижение вершины одного болта от какой бы то ни было нагрузки с условием неподвижности смежного болта».

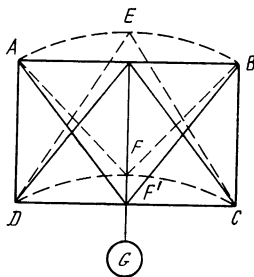


Рис. 13

В подробном объяснении Журавский пишет: «Основанием вычислений могут быть выводы опытов»¹⁶. На рис. 12 приведена схема модели Журавского, части aa и ab которой имели размеры, пропорциональные размерам пояса и раскосов фермы Веребинского моста, в точку c подвешивались равные грузы A . На бумаге, наклеенной на дощечку, прибитую к стойке bf , отмечалось изменение формы треугольников abf при различных грузах. «Много раз повторенные опыты, — пишет Журавский, — показали, что точки c опускаются на величины, почти пропорциональные грузам A ».

Второе предположение также было основано на опыте: сзади модели фермы ставилась доска с наклеенной чистой бумагой. Ферма нагружалась, и на бумаге очерчивалось положение частей фермы при различных нагрузках на модель. Каждая панель модели изменяла свою форму так, что один болт смещался по отношению к соседнему болту по вертикальному направлению.

Важное значение имело заключение Журавского, что «напряжение болтов при нагрузке не состоит из суммы предварительного напряжения от завинчивания болтов и

¹⁵ ЦГИА СССР, ф. 219, оп. 1, д. 4124, л. 94.

¹⁶ Там же, л. 145.

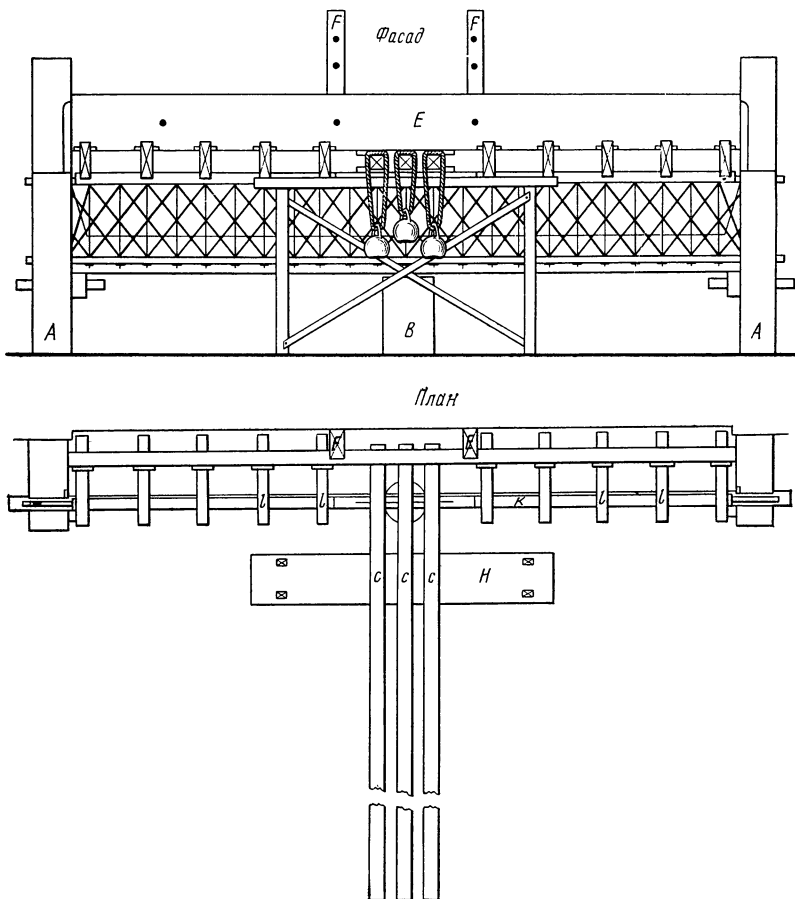
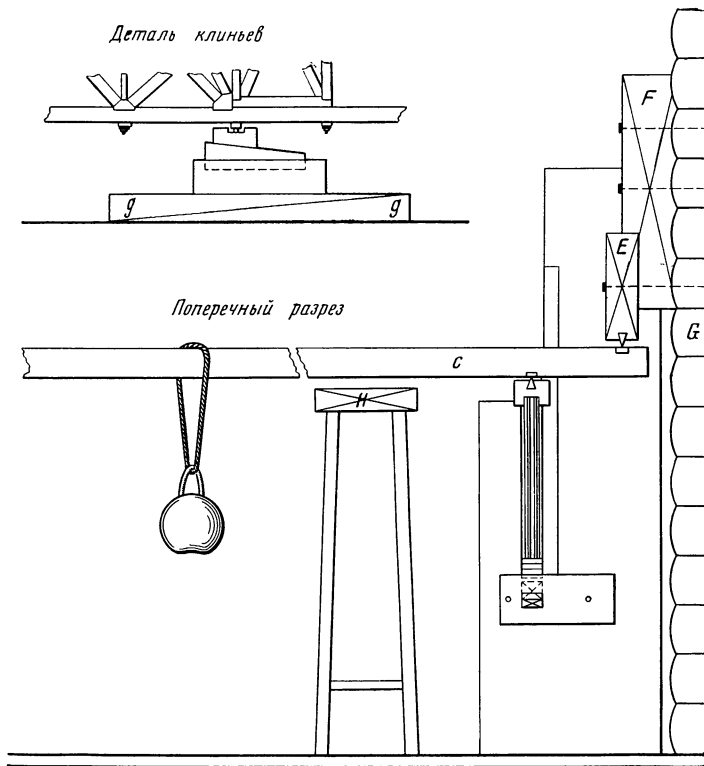


Рис. 14. Рычажная машина Д. И. Журавского для испытания ферм

напряжения, производимого собственно нагрузкою, как это могло бы казаться с первого взгляда» (с. 37). Такое наложение сил использовалось некоторыми инженерами много лет спустя после работ Журавского¹⁷.

Журавский разъясняет ошибочность мнения Лонга, который полагал, что его ферма под нагрузкой не испытывает больших напряжений, чем без нагрузки. Этот вывод Лонг основывал на следующем соображении.

¹⁷ Тимошенко С. П. История науки о сопротивлении материалов. М., 1957, с. 228.



Пусть ферма $ABCD$ (рис. 13) в естественном состоянии согнута и не имеет обратных раскосов AF и FB . Привесим к средней стяжке груз G такой, чтобы пояса выпрямились, и тогда введем обратные раскосы. Если теперь груз G снять, то, как полагал Лонг, пояса останутся прямолинейными. Повторное нагружение не произведет никакого действия на систему.

Журавский указывает, что «ошибка Лонга состоит в том, что будто бы при оттягивании груза G пояса останутся в прямолинейном положении» (с. 38). На самом же деле под действием усилий в сжатых прямых раскосах они будут стремиться вернуться в первоначальное изогнутое состояние, чему, однако, будут препятствовать поставленные обратные раскосы, которые, таким образом, будут сжиматься.

Переходя к расчету ферм с тремя пересечениями раскосов, Журавский замечает, что такую ферму можно

рассматривать состоящей из двух систем раскосов, пересекающихся один раз и имеющих каждая свои особые болты, но связанные между собой общими поясами. «Если допустить,— пишет он,— что пояса вовсе не имеют жесткость, то есть, что они не могут, изгибаясь при нагрузке системы, передавать грузы от одного болта другому болту, то можно рассматривать передачу сил по двум системам с одним пересечением раскосов. Только для определения точки, откуда начинается передача сил в обе стороны к устоям, составляя уравнение равновесия сил, действующих вдоль поясов, как мы это делали при изучении системы с одним пересечением раскосов, следует в сумму сил, действующих вдоль пояса в одну сторону, включать продольные усилия обеих систем» (с. 40). Усилия в болтах и раскосах фермы с тремя пересечениями раскосов вдвое меньше соответствующих усилий в ферме с одним пересечением раскосов, а усилия, действующие в поясах, распределяются более равномерно. В этом преимущество этой фермы перед фермой с одним пересечением раскосов.

Раздел однопролетных ферм Журавский заканчивает указаниями, как определять усилия в частях других ферм, и в частности в ферме трехугольной системы.

При создании теории расчета ферм Журавский исходил из опытных данных. Приведенные выше цитаты из архивных документов показывают, что все допущения своей теории он проверял постановкой специальных экспериментов.

Также и все теоретические заключения Журавский стремился проверить на опыте, изготавливая для этого оригинальные модели. Так, для проверки своего вывода о том, что в однопролетной ферме раскосы и болты, расположенные вблизи опор, испытывают большие усилия, чем раскосы и болты в середине фермы, Журавский, по словам профессора Ф. И. Энрольда, построил небольшую модель фермы, в которой болты были заменены металлическими проволоками одинакового диаметра¹⁸. Нагрузив модель, Журавский стал проводить смычком по проволокам, как по струнам. Оказалось, что проволоки вблизи опор давали более высокий тон, чем посредине фермы, что, очевидно, свидетельствовало об их большей натянутости.

Для испытания больших моделей ферм Журавский изготовил специальную испытательную машину, чертеж

¹⁸ Сб. ИИПС, 1899, вып. 52, с. 20.

которой представлен на рис. 14. На этой машине испытывались модели фермы в $\frac{1}{15}$ натуральной величины, т. е. размером 3,65 м. Модель фермы вставлялась в вырезки, сделанные в столбах *A*, вбитых в землю. Нагрузка производилась рычагами *c*, которые одним концом упирались в неподвижную доску *E*. Рычаги поддерживались в горизонтальном положении при помощи дубовых клиньев *g* (рис. 14, *b*), подложенных под концы фермы. Бруски *l* предупреждали горизонтальный изгиб верхнего пояса фермы.

Опыты, в частности, показали, что с увеличением затяжки болтов уменьшается осадка фермы под одним и тем же грузом, что и было доказано Журавским теоретически при изучении влияния предварительной натянутости стержней на напряжения частей фермы после нагрузки.

Глава 2

Расчет неразрезных ферм

Специальный раздел своей книги Журавский посвящает расчету ферм, имеющих несколько пролетов, т. е. неразрезных ферм. И это в то время, когда задача о расчете неразрезной балки еще не была решена.

Сначала Журавский указывает, как определять усилия в различных частях прямого бруса, вдоль оси которого действует самоуравновешенная система сил. Усилие в любой части такого бруса равно сумме сил, действующих с одной стороны от рассматриваемой части.

Далее он решает задачу о распределении усилий в прямом брус, имеющем два «постоянных» сечения *A* и *B* (т. е. два защемленных конца) (рис. 15). В этом случае продольная сила *P* вызывает перемещение сечения *c*, где она приложена. Если обозначить усилие в левой части бруса через *N*, а в правой части — через *N'*, то указанное перемещение δ равно:

$$\delta = \frac{Nl}{EF} = \frac{N'l}{EF}. \quad (1)$$

Кроме того, имеем уравнение равновесия

$$N + N' = P. \quad (2)$$

Из этих уравнений Журавский находит

$$N = \frac{Pl'}{l+l'}, \quad N' = \frac{Pl}{l+l'}. \quad (3)$$

Если на стержень с двумя заземленными концами («постоянными» сечениями) действует несколько продольных сил, то силы, действующие на «постоянные» сечения, определяются методом наложения как сумма давлений на каждое из «постоянных» сечений от действия каждой силы. Определив давления на «постоянные» сечения, или реакции в заземленных концах, нетрудно найти усилия, действующие в любой части стержня.

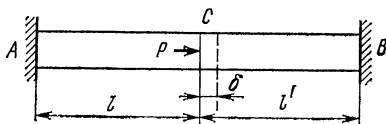


Рис. 15

Если бы брус AB был составным и модули упругости его частей были бы различны или части имели бы различные площади поперечных сечений, то в этом случае, как указывает Журавский, уравнение (1) следовало бы заметить на уравнение

$$\frac{Nl}{EF} = \frac{N'l'}{E'F'}. \quad (1')$$

Решая уравнения (1') и (2) совместно, можно найти усилия N и N' .

Таким образом, Журавским была полностью решена задача о распределении продольных сил в прямом брусе с заземленными концами. Это была одна из первых статически неопределимых задач. Она по праву может быть названа задачей Журавского¹.

Интересно, как применяет Журавский эту теорию статически неопределимого бруса к расчету ферм. Верхний пояс фермы представляет собой стержень, нагруженный продольными силами. В нем всегда можно найти такие сечения, которые под нагрузкой не перемещаются вдоль оси стержня. Эти сечения Журавский называет «постоянными сечениями сжатия».

Сначала Журавский рассматривает ферму, лежащую на трех опорах и нагруженную равномерно распределен-

¹ См.: Бернштейн С. А. Очерки по истории строительной механики. М., 1957, с. 173.

ной нагрузкой (рис. 16). В этом случае сечение над средней опорой перемещаться не будет в силу симметрии, оно будет «постоянным». Рассматривая левую часть пояса, Журавский пишет, что в ней где-то в средней части пролета находится второе «постоянное» сечение. Это сечение определит работающие раскосы, и от него начнут разделяться к опорам грузы, действующие на ферму. Задавшись положением этого сечения (точка c), Журавский

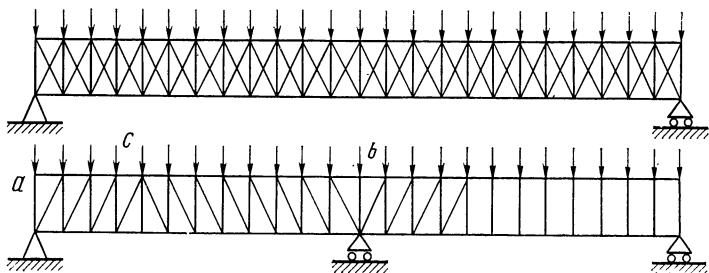


Рис. 16

описанным ранее способом находит усилия в раскосах и силы, приложенные в узлах вдоль верхнего пояса. Рассматривая теперь участок cb верхнего пояса как стержень с двумя защемленными концами, он определяет давление на «опору» c . Найденная сила должна находиться в равновесии с силами, действующими на участке ac верхнего пояса. Из этого условия Журавский получает уравнение, из которого находит положение сечения раздела грузов.

В случае, когда число пролетов больше двух, сечение раздела грузов ищется методом проб, в результате чего все вычисления значительно усложняются.

Попробуем оценить точность метода Журавского для расчета неразрезной фермы. Определяющую роль в этом методе играют два сечения: «постоянное сечение сжатия» и «сечение раздела грузов»; предполагается, что эти сечения совпадают друг с другом.

«Постоянное сечение сжатия», т. е. сечение пояса, точки которого не перемещаются вдоль оси фермы, — это, очевидно, такое сечение фермы — балки, в котором угол поворота равен нулю. «Сечение раздела грузов» — это сечение, где поперечная сила равна нулю. В некоторых случаях эти сечения совпадают. Так, в приведенном примере двухпролетной балки, нагруженной равно-

мерно распределенной нагрузкой, над средней опорой угол поворота сечения будет равен нулю и поперечная сила будет проходить через нуль. Второе сечение, в котором поперечная сила равна нулю, находится на расстоянии $0,375L$ (L — длина пролета) от крайней опоры балки. Сечение, где угол поворота равен нулю, находится на расстоянии $0,422L$ от той же опоры. Расстояние между этими сечениями, равное $0,047L$, невелико, благодаря чему и ошибка в расчетах получается незначительная. По вычислениям Журавского, «сечение раздела грузов» получилось на расстоянии $0,387L$ (с. 99).

Ниже приводится для сравнения таблица максимальных усилий в верхнем поясе N_{\max} для крайнего пролета равномерно нагруженной фермы по Журавскому и вычисленных через наибольший изгибающий момент. В последнем случае N_{\max} определялось по формуле

$$N_{\max} = \frac{M_{\max}}{\frac{610 - 30,5}{610} h},$$

где учтены высота фермы Журавского 610 см (20 футов) и высота пояса 30,5 см (12 дюймов). Максимальный изгибающий момент M_{\max} находился после решения неразрезной балки по теореме Клапейрона о трех моментах. Приняты обозначения Журавского: h — высота фермы, l — длина панели, p — ее вес (в пролете 24 панели).

Число пролетов неразрезной фермы	N_{\max} по Журавскому	N_{\max} по максимальному моменту	% расхождения
2	43,2 pl/h	42,63 pl/h	1,34
3	48,435 pl/h	48,51 pl/h	0,155
4	47,4 pl/h	46,79 pl/h	1,30

Таким образом, следует признать, что Журавский довольно точно рассчитал многопролетную неразрезную ферму.

Свой метод Журавский применил для расчета девятипролетной неразрезной фермы, находящейся под действием не только постоянной, равномерно распределенной нагрузки, но и временной подвижной нагрузки. Выполнив большую расчетную работу, он блестяще справился с поставленной задачей.

Создав, таким образом, теорию расчета мостовых ферм, Д. И. Журавский смог определить усилия, дейст-

вующие в каждом элементе фермы от рабочей нагрузки, и целесообразно выбирать поперечные сечения этих элементов. Во 2-й части своего труда он разбирает вопрос, «каким грузам можно подвергать квадратный дюйм сечения различных частей моста», т. е. разрабатывает допускаемые напряжения для всех материалов, которые он употреблял в строительстве моста.

Д. И. Журавский резко осуждал практику строительства мостов без теоретического расчета. «Мост может быть дурен,— писал он,— если инженер-строитель не обратит внимания на распределение сил в системе, или, другими словами, если он не изучит системы»². Приводя мнение одного известного английского инженера, что железные мосты по американской системе не годятся для железных дорог в связи с тем, что «построенные им по этой системе мосты или провалились, или потребовали добавочных скреп», Журавский пишет: «Нет такой системы, по которой могли бы строить мосты без страха, чтобы они не провалились, ежели не будут обращать внимание на размеры, придаваемые частям моста»³.

Глава 3

Новые работы Журавского по расчету ферм

После выхода в свет книги «О мостах раскосой системы Гау» Журавский продолжал интересоваться расчетом мостовых ферм и опубликовал по этому вопросу две статьи.

В первой¹ из них обсуждается вопрос о проектировании деревянных мостов системы Гау с железными поясами. Эксплуатация мостов на Петербурго-Московской железной дороге показала, что слабым звеном системы Гау, наиболее уязвимым для действия атмосферных осадков, были пояса. Стремление увеличить срок существования этой части мостов привело к мысли заменить деревянные

² Журавский Д. И. О мостах раскосой системы Гау. СПб., 1856, ч. II, с. 123.

³ Там же, ч. I, с. 113—114.

¹ Журавский Д. И. Общие соображения к проектированию деревянных мостов раскосой системы с железными поясами.— ЖГУПСИПЗ, 1859, т. 29, кн. 2/3, с. 283—314.

пояса металлическими. Одним из первых высказал эту мысль профессор Института инженеров путей сообщения П. И. Собко и начал разрабатывать ее в проектах своих учеников. Обсуждая эту мысль, Журавский обратил внимание, что «употребляя дерево на раскосы, а железо на болты и пояса, получается система, в которой при различных от перемены температуры сокращениях дерева и железа будут неизбежно проявляться частичные силы, увеличивающие напряжения частей, рассчитываемые обыкновенно только по весу самого моста и переходящему грузу поездов»². Свою статью он посвятил определению напряжений, возникающих в частях фермы при изменении температуры. В этих вычислениях ему помогал инженер-поручик Пасхин. Это были первые вычисления температурных напряжений в статически неопределимых фермах.

Журавский ошибочно полагал, что температурные напряжения зависят только от разности температурных коэффициентов расширения двух материалов — дерева и железа. Вследствие этого для фермы с деревянными поясами он получил завышенные значения температурных напряжений, поскольку не учитывал сечения поясов. Уравнение совместности деформаций Журавский составил неудачно, поскольку в него вместе с деформациями стержней вошли как слагаемые и их длины.

Вторая статья посвящена исследованию напряжений в элементах сложной системы, представляющей соединение арки с раскосной системой³. Мысль о такой системе возникла у Журавского в 1855—1856 гг. при проектировании моста через реку Оку с пролетом 106,7 м.

При расчете этой системы, писал Журавский, «встречались особые затруднения в определении передачи сил по частям фермы. Не полагая, чтобы теория в современном ее состоянии могла дать достаточные указания относительно напряжения частей сложной системы, в которой упругость должна иметь неперемнное влияние на передачу сил, мне представилось необходимым сделать опыты»⁴.

Путейское ведомство выделило необходимые средства, и в течение почти двух лет Журавский все свое свобод-

² Там же, с. 285.

³ Журавский Д. И. О сложной системе, представляющей соединение арки с раскосной системой.— ЖГУПСИПЗ, 1864, кн. 4, с. 165—194.

⁴ Там же, с. 165.

ное время посвящал опытам. Сначала ему помогал инженер М. Я. Краснопольский, а затем воспитанник Института инженеров путей сообщения Пасхин, бывший на практике при перестройке шпиля Петропавловского собора.

Была изготовлена модель в $\frac{1}{20}$ часть величины проектировавшегося моста, т. е. длиной 5,33 м. Она состояла из двух ферм (рис. 17), связанных между собой вверху поперечными балками и двумя системами раскосов: одна

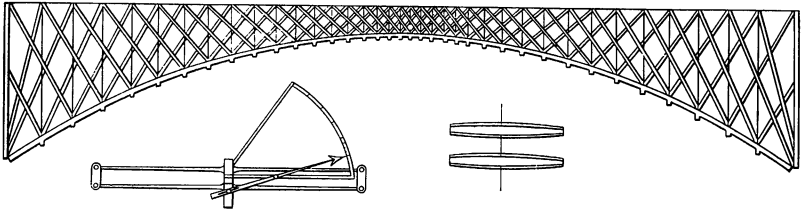


Рис. 17. Соединение арки с раскосной системой. Динамометры

помещалась в горизонтальной плоскости на высоте верхнего пояса, другая — между арками. Кроме того, фермы были соединены четырьмя парами раскосов, расположенных в поперечных плоскостях. Концы ферм были уперты в дубовые брусья, связанные между собой двумя толстыми деревянными стяжками для предотвращения раздвижения их от действия распора арки. Арка моста и все раскосы были сделаны тоньше в середине пролета, чем вблизи устоев. Главные раскосы были двойными, а обратные — одиночными. Сначала модель была сделана с тремя пересечениями раскосов, но во время опытов «для лучшего изучения системы» четные болты были ослаблены и соответствующие им раскосы освобождены, так что оставалась система с одним пересечением раскосов.

Во время опытов определялись усилия в болтах фермы, что давало возможность найти усилия в других частях системы посредством разложения сил. Для определения усилий применялись пластинчатые динамометры, сделанные в Туле (см. рис. 17). Когда пластинки динамометров получили остаточную деформацию, были заказаны в Петербурге новые динамометры, которые и применялись в последующих опытах. Динамометры были тарированы с подразделением до 0,1 пуда.

Особая трудность при определении усилий в болтах с помощью динамометров состояла в том, что при этом не

должна была изменяться длина болтов. В опытах по определению усилий в элементах стропильной фермы, которые проводили Морэн и Треска⁵, были изготовлены две фермы одинаковых размеров. В стержни одной из них были вставлены динамометры, другая служила образцом. После нагружения обеих ферм одинаковой нагрузкой длина стержней испытуемой фермы приводилась в соответствие с размером стержней эталонной фермы путем подвинчивания специальных болтов — и только после этого считывались показания динамометров.

Журавский не имел возможности изготовить вторую дорогостоящую модель. Он вышел из этого затруднения, используя в испытуемом болте два динамометра. Верхний динамометр служил для определения усилия в болте, вызванного внешней нагрузкой на ферму. Предварительно болт расширялся с помощью клиньев, которые вгоняли между его пластинами до тех пор, пока стрелка не показывала ожидаемого усилия. Когда усилие в болте от действия нагрузки на ферму достигало определенного значения, стрелка динамометра приходила в движение. Нижний динамометр служил для определения предварительного усилия, которое придавалось испытуемому болту при его завинчивании. После подвинчивания этот динамометр исключался из работы «посредством двух брусочков, накладываемых на пластинки и свинчиваемых болтами».

Опыты проводились следующим образом: «Установив верхний динамометр на 2 пуда, а нижний на 0,5 пуда и завинтив болты, делающие сей последний нечувствительным, клали по 3 пуда на каждую из ферм у первого болта, где был динамометр. Как и следовало ожидать, стрелка динамометра не двигалась. Привесив по 3 пуда у болтов № 3, стрелка прошла более 0,1 и показывала 2,1 пуда. Тогда динамометр расклинивали настолько, чтобы стрелка показывала 2,2; сняли груз и подвинтили болт опять до напряжения 0,5 пуда. Подвинчивание болта делалось необходимым потому, что от раздвижения пластинок динамометра на величину, соответствующую увеличенному их напряжению до 2,2 пуда, болт должен был ослабнуть. По нагрузке стрелка прошла еще 0,05 и показывала 2,25. Устанавливая динамометр на 2,3 и повторяя опыт, нашли, что стрелка динамометра не изме-

⁵ *Morin A. Leçons de mécanique pratique. Résistance des matériaux. P., 1857, p. 414—417.*

пяла своего положения при нагрузке трех пудов над болтом № 3, а потому и принимали, что при таком положении нагрузки напряжение первого болта есть 2,3 пуда. Таким же образом определяли напряжение первого болта, когда нагрузка была прибавлена над болтами № 5, а потом и на следующих»⁶.

В дальнейшем нагружение модели производилось грузами по 2 пуда, которые прикладывали над нечетными болтами последовательно один за другим, начиная с одного края до равномерного нагружения всей модели, а затем постепенно снимали, начиная с того же края. Таким образом были определены усилия в 19 болтах для 29 случаев нагружения. При описанном способе нагружения ферма при равномерной нагрузке оказывалась несимметричной.

Сравнивая исследуемую ферму с фермой, имеющей параллельные пояса, Журавский нашел, что при равномерной нагрузке арка «как отдельная система принимает большее участие в поддержании нагрузки». Напряжение болтов при равномерной нагрузке незначительно. По результатам опытов «можно проследить за тем, как напряжение крайних болтов, достигнув наибольшего предела, когда нагрузка не переходит еще за половину длины фермы, постепенно уменьшается с дальнейшей нагрузкою, т. е. по мере того, как арка получает возможность поддерживать большие грузы, действуя как отдельная система»⁷. Опыты по определению влияния предварительного завинчивания болтов на величину осадки арки показали незначительность этого влияния.

Результаты опытов сравнивались с теоретическими вычислениями, произведенными В. Д. Августиновичем в 1857 г.⁸ Согласно этим вычислениям, в верхней части арки должны быть растягивающие напряжения, а в частях, расположенных ближе к устоям, — сжимающие. По исследованиям же Журавского, арка оказалась сжатой на всем своем протяжении. Оставляя без внимания то обстоятельство, что верхний пояс в ферме Августиновича был защемлен с двух сторон, тогда как в ферме Журавского он оставался свободным, Журавский считает, что разница между вычислениями Августиновича и результатами опы-

⁶ Журавский Д. И. О сложной системе...— ЖГУПСИПЗ, 1864, кн. 4, с. 172.

⁷ Там же, с. 192.

⁸ Августинович В. Д. Вычисление напряжений раскосных мостов.— ЖГУПСИПЗ, 1857, кн. 4, с. 38—61.

та происходит от того, что в вычислениях не принята во внимание осадка вершины арки и происходящее от этого изменение длины арки. Вместе с тем Журавский считает, что при данных размерах фермы, нагруженной одной и той же равномерно распределенной нагрузкой, существует определенная высота подъема арки — такая, что если арочный пояс превосходит ее, то он будет сжат на всем протяжении, а в противном случае — частично растянут в верхней части.

В связи с расхождением теоретических расчетов с экспериментальными результатами Журавский писал: «Когда дело идет о сложной системе, в которой распределение напряжений может быть сомнительно, ради осторожности лучше не давать веры исчислениям, пока они не оправдаются опытом... Вычисления без контроля их выводами опыта часто уходят в область фантазии»⁹.

После окончания описываемых опытов Журавский переделал ферму, опустив верхний пояс до вершины арки, так что вместо 19 панелей раскосов осталось только по 5 панелей с каждой стороны. Опыты показали, что несущая способность фермы от такой переделки значительно уменьшилась.

Глава 4

Расчет стропил шпилья Петропавловского собора

При проектировании металлического шпилья Петропавловского собора Д. И. Журавский впервые предпринял расчет пространственной решетчатой конструкции. С этой точки зрения его расчет представляет большой исторический интерес. Аналитическое исследование стропил шпилья позволило уменьшить их вес на 1400 пудов сравнительно со стропилами К. А. Тона, имевшими вес до 4800 пудов, и «вместе с тем при меньшем весе придать им гораздо большую крепость»¹. В расчете стропил принимал участие инженер А. С. Рехневский.

⁹ Журавский Д. И. О сложной системе...— ЖГУПСнПЗ, 1864, кн. 4, с. 194.

¹ ЦГИА СССР, ф. 207, оп. 3, д. 41, л. 238.

Основными нагрузками, действующими на шпиль, являются давление ветра и собственный вес шпилья с обшивкой, лестницами и надстройкой.

Для определения давления ветра Журавский начал проводить опыты, но так как «подобные исследования требуют долговременных наблюдений», то величина максимального давления ветра была взята из литературных

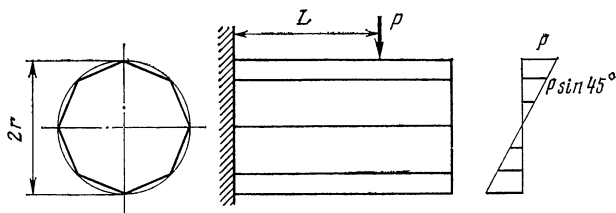


Рис. 18

источников². «Важность сооружения принудила принять высшую величину для давления ветра»³. При расчете стропил шпилья было принято давление ветра, равное 1 пуду на квадратный фут (176,3 кг/м²), что примерно соответствует скорости ветра 38 м/с. «Такой ураган, — по мнению Журавского, — мог бы считаться у нас явлением таким же необыкновенным, как землетрясение, разрушающее здания»⁴.

Давление ветра на полосу шпилья высотой, равной единице, при действии ветра перпендикулярно к одному из диаметров шпилья принимается равным qd и при действии ветра перпендикулярно к одной из граней — $0,924 qd$, где q — давление ветра на единицу площади, а d — диаметр шпилья. Вес шпилья с обшивкой, лестницей и надстройкой составляет около 5000 пудов (81,9 т).

При определении напряжений в стропильных ребрах шпилья совокупность ребер рассматривается Журавским как балка, защемленная одним концом (рис. 18). Записывая условие равновесия между опрокидывающим моментом сил ветра и моментом усилий, действующих в стропильных ребрах в некотором сечении,

$$PL = 2(pr + 2prs \sin^2 45^\circ), \quad (1)$$

² Morin A. Résistance des matériaux. P., 1853, p. 283.

³ ЖГУПСИПЗ, 1860, т. 31, кн. 1, с. 14.

⁴ Там же, с. 23.

Журавский находит для наибольшего усилия выражение

$$p = PL/4r. \quad (2)$$

В табличной форме Журавский записывает изгибающие моменты от ветровой нагрузки для 27 сечений шпилья, отстоящих друг от друга на расстоянии 70 дюймов (1,78 м). Далее по формуле (2), где под r понимается расстояние от оси шпилья до центра тяжести сечения ребра, определяется максимальное усилие в ребрах от давления ветра. К нему добавляется или отнимается усилие от собственного веса шпилья с надстройкой. При вычислении напряжения сжатия учитывается полная площадь сечения ребра, при вычислении растягивающего напряжения — площадь ослабленного сечения (за вычетом площади отверстий для болтов). Наибольшие допускаемые напряжения для сжатия равны 215, для растяжения — 240 пудам на квадратный дюйм (533 и 606 кг/см²).

Переходя к определению напряжений раскосов, Журавский прежде всего замечает, что в двух решетчатых балках, имеющих одинаковые размеры, но отличающихся только формой раскосов (у одной раскосы прямые, а у другой имеют какую-либо криволинейную форму), пояса будут напряжены одинаково. Следовательно, заключает он, силы в узлах обеих балок раскладываются одинаковым образом, а значит, в балках с криволинейными или ломаными раскосами нужно сначала произвести разложение сил как в балках с воображаемыми прямыми раскосами, а затем уже узнать, какие усилия возникают в ломаном раскосе, если на него действуют силы по линии соединения его концов.

Журавский раскладывает решетчатую пирамиду (рис. 19) на четыре фермы, имеющие пояса: первая — AA' и BB' , вторая — A_1A_1' и B_1B_1' , третья — CC' и DD' , четвертая — C_1C_1' и D_1D_1' . Первые две фермы имеют ломаные раскосы, идущие по поверхности пирамиды. При расчете этих ферм Журавский использовал прием, уже однажды примененный им при расчете ферм Гау с несколькими пересечениями раскосов, а именно он представил ферму $AABB$ как бы состоящей из трех статически определимых ферм, как показано на рис. 20. Определив напряжение воображаемого прямого раскоса, Журавский затем находит усилия, действующие в реальном раскосе и в прилегающих к данному узлу частях кольца.

Следует отметить, что Журавский прекрасно представ- лял, что рассматриваемая им задача статически неопре- делима. Он писал, что в действительности горизонтальная сила P , приложенная к какому-нибудь узлу кольца, бу- дет раскладываться не по одному раскосу и двум смеж-

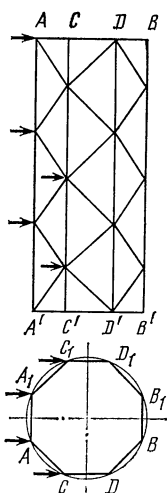


Рис. 19

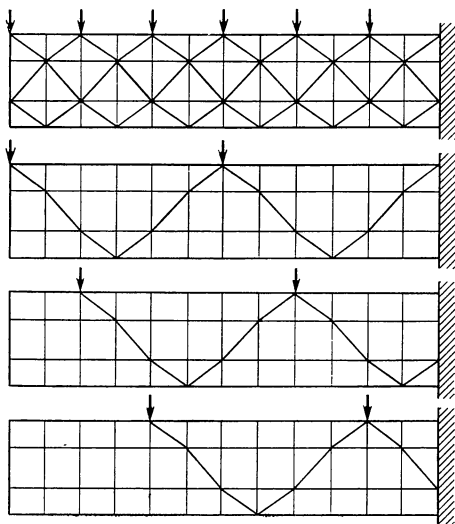


Рис. 20

ным сторонам кольца, а вызовет напряжение всех сторон кольца и всех 16 раскосов данной панели. «Очевидно,— заключает он,— передача сил в системе есть неопределенная и не может быть вычислена в точности»⁵.

Так как усилия в частях кольца выводились из условий равновесия узлов независимо для каждого узла, то потом оказывалось, что в одной и той же части кольца действуют два усилия (например, 13,30 и $-30,91$). Но это обстоятельство не смущает Журавского, так как в середине каждой стороны кольца, представляющего собой правильный восьмиугольник, были привинчены две растяжки, соединяющие две смежные стороны восьмиугольника.

⁵ Там же, с. 50.

Столь же неудачной следует признать попытку Журавского рассчитать кольцо шпилья на действие двух сосредоточенных сил. Он стремится определить нормальные усилия в элементах этого кольца, не делая никаких предположений относительно жесткости узлов. В то время еще не было известно, что, для того чтобы в стержневой системе все элементы работали только на сжатие или растяжение, необходимо, чтобы все узлы в ней были шарнирными. Если же допустить шарнирность узлов в кольце Журавского, то оно превращается в геометрически изменяемую систему (механизм). Очевидно, что кольцо Журавского работает главным образом на изгиб.

Журавский не ограничился теоретическим расчетом кольца. По его указанию на Воткинском заводе было сделано «пробное кольцо» с наибольшей диагональю 114 см (45 дюймов), в точности повторяющее устройство нижнего кольца шпилья (размеры уголка, из которого сделаны стороны кольца и ребра, — $10,16 \times 6,35 \times 0,85$ см, размеры растяжки — $5,08 \times 1,27$ см). Кольцо было подвергнуто сжатию по направлению наибольшей диагонали. При нагрузке в 4 т кольцо начало коробиться и изменять свою форму: диаметр, по которому действовала сила, уменьшился на 1,27 см, а перпендикулярный ему диаметр увеличился на 1,9 см. «При дальнейшей нагрузке изменение формы продолжалось, и при 6 тоннах кольцо так покоробилось, что необходимо было опыт прекратить. По прекращении этого опыта уже покоробленное кольцо подвергли вместо сжимания растягиванию тем же самым гидравлическим прессом по направлению того же диаметра. При силе в 4 тонны оно совершенно выправилось, пришло в первоначальный вид. При нагрузке в 12 тонн разорвались стяжки и вслед за тем сорвало болты, скрепляющие кольца с ребрами, и самые кольца разрушились окончательно»⁶. По расчетам Журавского, разрыв растяжки произошел при напряжении 3320 кг/см^2 , «что соответствует сопротивлению железа разрыву и по-видимому оправдывает сделанное исчисление крепости кольца»⁷.

⁶ Там же, с. 54.

⁷ Там же.

Исследование касательных напряжений при изгибе

Главным фактором, определяющим прочность балки при изгибе, является наибольшее нормальное напряжение в поперечном сечении. Исследованием нормальных напряжений при изгибе занимались многие выдающиеся ученые XVII и XVIII вв., начиная с Галилея¹. Большинство ошибок в решении этой задачи проистекало из неправильного или неполного применения уравнений равновесия к элементу балки. Несмотря на то что на протяжении XVIII в. ученые дважды получали верное в соответствии с уравнениями статики решение задачи (Паран, 1713 г.; Кулон, 1776 г.), инженеры использовали формулы, основанные на ошибочном решении. Статически верное решение становится общепризнанным только после опубликования в 1826 г. «Лекций о приложении механики к обоснованию конструкций и машин» Навье.

Навье исходил из того, что при изгибе призматического бруса его волокна, расположенные со стороны выпуклой поверхности, удлиняются, а со стороны вогнутой поверхности — укорачиваются, так что волокна, не изменяющие своей длины, располагаются где-то в середине высоты поперечного сечения бруса. Рассматривая брус, заделанный одним концом в стену и нагруженный силой P , приложенной на другом его конце (рис. 21), Навье проводит сечение на некотором расстоянии x от заделанного конца. Для равновесия отсеченной части бруса, содержащей свободный конец, необходимо:

«1) чтобы удлинения и сжатия волокон породили бы в этом сечении вертикальные силы, сумма которых была бы равна весу P ;

2) чтобы сумма горизонтальных сил, вызванных этими удлинениями и сжатиями, была бы равна нулю;

3) чтобы сумма моментов вертикальных и горизонтальных сил, действующих в сечении, и момент веса P относительно фиксированной [нейтральной.— $E. P.$] оси были бы равны нулю»².

¹ См.: Бернштейн С. А. Очерки по истории строительной механики. М., 1957, с. 29 и след.; История механики с древнейших времен до конца XVIII века. М., 1971, с. 162—165.

² Navier. Résumé des leçons... sur l'application de la mécanique à l'établissement des constructions et des machines. P., 1826, p. 25.

Предполагая далее, что силы сопротивления волокон прямо пропорциональны их удлинениям или укорочениям не только для малых деформаций, но вплоть до разрушения балки³, Навье составляет условие равновесия сил при разрушении, приравнивая момент внутренних сил моменту внешних сил относительно нейтральной оси в защемленном сечении балки:

$$RI/y_{\max} = Pl.$$

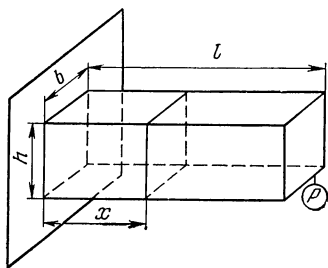


Рис. 21

Здесь P — «постоянная, выражающая силу, необходимую для того, чтобы разорвать призму, поперечное сечение которой равно единице поверхности, растягиваемую вдоль ее длины», т. е. временное сопротивление материала призмы, I — момент инерции сечения относительно нейтральной оси, y_{\max} —

расстояние от нейтральной оси до наиболее удаленного волокна, l — длина балки. Для балки прямоугольного поперечного сечения с высотой сечения h и шириной b это уравнение принимает вид:

$$R \frac{bh^2}{6} = Pl.$$

Из формулировки первого условия равновесия отсеченной части бруса, видно, что Навье в 1826 г. знал о существовании касательных напряжений в поперечном сечении балки. Впрочем, об этом знали также Паран и Кулоп. Кулоп отметил даже, что условие прочности балки по нормальным напряжениям справедливо, если вертикальные составляющие сил, распределенные в каждом сечении, сумма которых для каждого сечения равна грузу P , очень мало влияют на стремление к разьединению, что имеет место, когда плечо груза много больше, чем высота сечения бруса⁴.

³ Ibid., p. 46.

⁴ Saint-Venant B. Historique abrégé des recherches sur la résistance et sur l'élasticité des corps solides.— In: Navier. Résumé des leçons... 3^e éd. P., 1864, p. CXXV.

Но в 1826 г. Навье не придал касательным напряжениям никакого значения. Только после того как Вика⁵ опытами с короткими балочками обратил внимание на важность для прочности балки касательных напряжений, действующих в поперечном сечении, Навье включил во 2-е издание своего курса лекций⁶ специальный параграф о прочности коротких балок. Для касательных напряжений, распределенных по защемленному опорному сечению консоли, здесь дается среднее значение. О продольных касательных напряжениях не говорится ни слова.

О влиянии сдвигов в продольных сечениях балки на ее несущую способность впервые обратил внимание Дюгамель⁷ в 1767 г., заметив, что цельная балка сопротивляется изгибу лучше, чем балка, распиленная на продольные слои, или что кусок крепкого картона сопротивляется лучше, чем колода карт, которую гнут.

С явлением продольного скалывания дерева при изгибе столкнулся Д. И. Журавский при строительстве моста через овраг речки Веребьи на Петербурго-Московской железной дороге. Он впервые подверг это явление теоретическому и экспериментальному исследованию. Теоретическое исследование было опубликовано в 1855 г. в виде приложения к его труду о мостах системы Гау под заглавием «Замечание относительно сопротивления бруса, подверженного силе, нормальной к его длине»⁸, а также издано отдельной брошюрой⁹.

Изложив вкратце теорию сопротивления балок изгибу по Навье, Журавский отмечает, что в сочинении Навье «вовсе не рассмотрены проявляющиеся в сгибаемом брусе частичные силы, которые стремятся произвести расслоение фибр (т. е. волокон)»¹⁰. А между тем эти силы, по

⁵ *Vicat*. Recherches expérimentales sur les phénomènes physiques qui précèdent et accompagnent la rupture ou l'affaissement d'une certaine classe de solides.— Ann. ponts et chaussées, 1833, 2^e semestre, p. 201—268.

⁶ *Navier*. Résumé des leçons... 2^e éd. P., 1833.

⁷ Du Monceau Duhamel. Du transport et de la force de bois. P., 1767, p. 416—417.

⁸ ЖГУПСИПЗ, 1855, кн. 6, с. 190—197. То же в кн.: Журавский Д. И. О мостах раскосной системы Гау. СПб., 1856, ч. 2.

⁹ *Jourawsky*. Remarques sur la résistance d'un corps prismatique et d'une pièce composée en bois ou en tôle de fer à une force perpendiculaire à leur longueur. Extrait de l'ouvrage: О мостах по раскосной системе Гау, auquel vient d'être adjugé le grand prix Démidoff. Petersburg, 1855. 48 p.

¹⁰ Журавский Д. И. О мостах раскосной системы Гау, ч. 2, с. 142.

мнению Журавского, имеют важное значение для сопротивления изгибу. В подтверждение он приводит пример, аналогичный примерам Дюгамеля. Если, — пишет он — сложить вместе два бруса A и A' (рис. 22), имеющих размеры b , h и l , то их «сопротивление перелому»

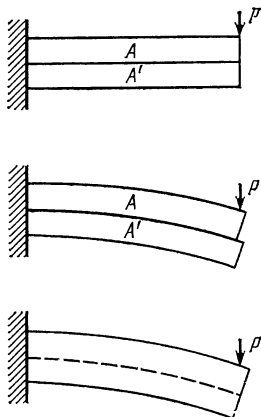


Рис. 22

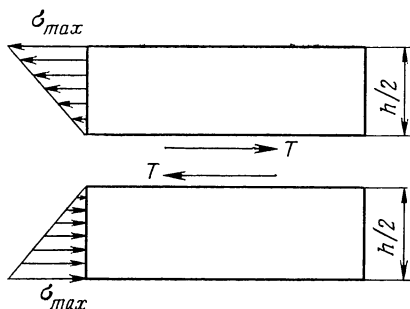


Рис. 23

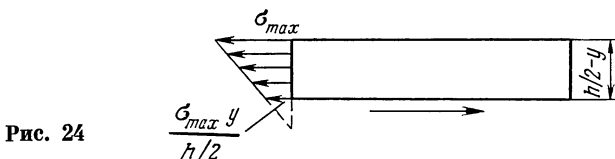
$P = Rbh^2/3l$. Тогда как сопротивление целого бруса тех же размеров b и l и высотой сечения $2h$ $P' = 2Rbh^2/3l$. «Эта разность, — пишет Журавский, — происходит от того, что два бруса A и A' при перегибе могут скользить один по другому, что невозможно для частей целого бруса; отсюда видно, какое влияние имеет боковое сцепление фибр на сопротивление брусьев перелому. Итак, если бы каким-нибудь образом связали два бруса A и A' , то, до тех пор пока они не скользят один по другому, брусья эти сопротивляются как цельный брус; но при недостаточном боковом сцеплении между брусьями A и A' может случиться, что связь между ними нарушится прежде раздробления наиболее напряженных фибр бруса»¹¹.

Для определения величины сил, стремящихся расщелить брус вдоль его оси, Журавский составляет сумму нормальных напряжений, действующих по верхней половине поперечного сечения (рис. 23):

$$T = \sigma_{\max} \frac{bh}{4},$$

¹¹ Там же, с. 142—143.

где σ_{\max} — наибольшее напряжение в данном сечении. Сумма напряжений, действующих по нижней половине того же сечения, также равна T . Так как эти силы направлены в противоположные стороны, то они стремятся «расслоить брус по поверхности фибр, не изменяющих своей длины при перегибе бруса».



Для продольного сечения, отстоящего на расстоянии y от нейтрального слоя (рис. 24), скалывающая сила, по вычислениям Журавского, равна:

$$T_y = \frac{\sigma_{\max}}{h} b \left(\frac{h^2}{4} - y^2 \right).$$

Отсюда видно, что она зависит от y и имеет наибольшую величину при $y=0$. «Стало быть, — заключает Журавский, — при перегибе бруса скалывание должно произойти по сечению, проходящему по оси бруса, т. е. по фибрам, не изменяющим длины при перегибе бруса»¹².

Если в формулу для скалывающей силы вместо напряжения подставить его значение для данного сечения

$$\sigma_{\max} = \frac{P(l-x)}{bh^2/6},$$

то получим

$$T = \frac{3}{2} \frac{P(l-x)}{h}.$$

При выводе этой формулы Журавский рассматривал конечный участок по длине балки и не пользовался дифференциальной зависимостью между изгибающим моментом и поперечной силой, которая была ему неизвестна.

Из последующей формулы видно, что полная сила, стремящаяся расслоить брус вдоль его оси,

$$T = \frac{3}{2} \frac{Pl}{h}.$$

¹² Там же, с. 144.

«При помощи уравнений

$$T = \frac{3}{2} \frac{Pl}{h} \text{ и } P = \frac{Rbh^2}{6l},$$

пишет Журавский,— и узнав из опытов величину R и сопротивление скалыванию бокового сцепления фибр сосны на 1 кв. дюйм поверхности скалывания, можно определить, каким образом разрушится брус в данном случае»¹³.

Из приведенного Журавским численного примера следует, что у короткого бруса сосны, заделанного одним концом в стену, под действием силы, приложенной нормально к его длине на другом конце, разрушение начинается продольным расслоением его на две равные части по сечению, проходящему по оси бруса, тогда как длинные брусья разрушаются переламыванием волокон у места заделки.

«Представленные здесь вычисления,— заключает Журавский,— кажутся ближе к истине, нежели соображения Навье, по крайней мере для материалов, имеющих слабое боковое сцепление, каковы, например, ель, сосна, дуб и другие лесные материалы, потому что при ударе молотком по небольшой выходящей части бруса, вделанного в стену, сперва происходит расслоение фибр, а потом уже их перелом, и, следовательно, разрыв не начинается в вертикальной плоскости, как принимал Навье»¹⁴.

Далее Журавский разрабатывает практические приложения своей теории скалывающих напряжений при изгибе.

Прежде всего он обратил внимание на то, что несущая способность деревянной балки различна в зависимости от того, будут ли слои дерева перпендикулярны направлению изгибающей силы или параллельны ей. Учитывая действие скалывающих напряжений, Журавский дает следующее объяснение этому явлению. В первом брусѣ, пишет он, «крепкие фибры могут принимать некоторое перемещение одни вдоль других по слабости вещества, содержащегося между фибрами, что не имеет места во втором брусѣ», поэтому несущая способность второго бруса будет больше.

¹³ Там же.

¹⁴ Там же, с. 147.

Пользуясь выведенной формулой для скалывающей силы, Журавский разработал метод расчета балки, состоящей из нескольких брусков дерева, положенных друг на друга, соединенных дубовыми шпонками и стянутых хомутами и болтами. У Навье относительно сопротивления такого соединения изгибу сказано только, что оно не отличается заметно от сопротивления целой балки таких же размеров. Учитывая действие скалывающих сил, Журавский определяет количество шпонок, их размеры, расстояния между ними, глубину врубки, добиваясь, чтобы сопротивление составной балки было равно сопротивлению целой балки. Журавский указывает, что в составных балках, находящихся под действием сосредоточенных сил (поперечная сила постоянна), шпонки следует располагать равномерно. В балках же, нагруженных равномерно распределенной нагрузкой (у которых поперечная сила изменяется по линейному закону), те шпонки, которые расположены ближе к опоре, «следует врубить глубже или располагать на ближайших расстояниях», чем шпонки, расположенные дальше от опоры.

Теория скалывающих напряжений применима и к проектированию балок из котельного железа. Когда балка нагружена равномерно по всей длине, тогда заклепки следует размещать чаще на концах балки и реже на ее середине. С этой точки зрения Д. И. Журавский критиковал расположение заклепок на Британском и Конуэйском трубчатых мостах, где заклепки, соединяющие боковые стороны с верхом и низом трубы, размещались на равных расстояниях по всей длине моста. «Можно было бы значительно уменьшить число заклепок,— писал Д. И. Журавский,— обратив внимание на величину сил, разрезающих связь боков с верхом и низом трубы в разных частях ее длины»¹⁵.

Статья Д. И. Журавского о скалывающих напряжениях при изгибе была опубликована в 1856 г. в ведущем французском научно-техническом журнале «Летопись мостов и дорог»¹⁶. Она нашла живой отклик в трудах французских инженеров и ученых. Профессор Школы мостов и дорог Бресс в своем «Курсе прикладной механики» посвятил «новому» виду сопротивления балок от-

¹⁵ Там же, с. 161.

¹⁶ *Jouravski*. Remarque sur la résistance d'un corps prismatique et d'une pièce composée en bois ou en tôle de fer à une force perpendiculaire à leur longueur.— Ann. ponts et chaussées, P., 1856, t. XII.

дельный параграф¹⁷. Рассматривая половину элемента прямоугольной балки, ограниченного двумя бесконечно близкими поперечными сечениями, и используя дифференциальную зависимость между изгибающим моментом и поперечной силой¹⁸, он вывел формулу для скалывающих напряжений, действующих в нейтральной плоскости балки:

$$\tau = \frac{3}{2} \frac{Q}{bh},$$

где Q — поперечная сила. При этом он указал, что идею исследования этих напряжений он заимствовал из статьи русского инженер-полковника Журавского. Далее Бресс рассмотрел скалывающие напряжения в балке двутаврового сечения и в балке равного сопротивления изгибу прямоугольного профиля с переменной высотой. В последнем случае скалывающие напряжения получаются вдвое меньшими, чем в балке постоянного поперечного сечения.

Не зная закона парности касательных напряжений, Бресс определял напряжения, действующие в поперечном сечении (*tension transversal*) прямоугольной балки по формуле

$$\tau = Q/bh.$$

Он записывал три условия прочности балки: по нормальным напряжениям, по касательным продольным напряжениям и по касательным поперечным напряжениям.

Примерно так же излагал теорию касательных напряжений в балке и Беланже¹⁹. Он только более обстоятельно исследовал продольные напряжения в двутавровой балке.

Выдающийся французский инженер и ученый Б. Сен-Венан значительно раньше заинтересовался явлением сдвига. Еще в литографированном курсе прикладной механики, читанном им в Школе мостов и дорог в 1837/

¹⁷ *Bresse J. A.-Ch. Cours de mécanique appliquées. Pt 1. Résistance des matériaux et stabilité des constructions. P., 1859.*

¹⁸ Эта зависимость была установлена в 1851 г. И. Шведлером. Однако ссылки на работу И. Шведлера Бресс не дает.

¹⁹ *Belanger J. B. Théorie de la résistance de la torsion et de la flexion plane des solides dont les dimensions transversales sont petites relativement à leur longueur. 2^e éd., augm., P., 1862, p. 91—96.*

/38 г., и в статье 1843 г.²⁰ Сен-Венан пытался оценить влияние сдвигов на деформацию и прочность упругого стержня при действии на него произвольной нагрузки. Однако тогда он считал, что сдвиги, вызванные поперечной силой, одинаковы для всех точек сечения. В 1856 г. почти одновременно с публикацией во Франции работы Журавского, в которой была выведена инженерная формула для касательных напряжений в изгибаемой балке, были опубликованы труды Сен-Венана о кручении и об изгибе призм²¹, в которых та же задача была решена методом теории упругости. К решению задачи об изгибе консоли силой, приложенной к ее свободному концу, Сен-Венан применил изобретенный им так называемый полуобратный метод. Он предположил, что нормальные напряжения в любом поперечном сечении консоли правильно определяются элементарной теорией изгиба балок. Подставив эти напряжения в уравнения теории упругости, он определил из них касательные напряжения, а затем нашел деформации и перемещения.

Несколько позднее, в 1864 г., в примечаниях к переизданному им курсу лекций Навье²² Сен-Венан высоко оценил элементарный вывод формулы для касательных напряжений при изгибе, данный Журавским. Он подробно изложил его работу и показал, пользуясь законом взаимности касательных напряжений, что Журавский получил не только то, что искал, т. е. продольные касательные усилия, но и поперечные касательные напряжения. Следуя приему, ранее примененному Брессом, Сен-Венан обобщил вывод формулы Журавского на случай сечений непрямоугольной формы и любой нагрузки. Используя свое точное решение, он показал, что формула Журавского дает очень точное значение напряжений для балок прямоугольного профиля, высота которого больше ширины.

²⁰ *Saint-Venant B. Mémoire sur la calcul de la résistance et de la flexion des pieces solides...*—C. r. Acad. sci., P., 1843, t. XVII, N 18.

²¹ *Saint-Venant B. Mémoire sur la torsion des prismes, avec des considération sur leur flexion, etc. Mémoire présentés par divers savants à l'Académie des sciences.* P., 1856, t. 14, p. 233—560. *Mémoire sur la flexion des prismes, etc.*—J. math. pures et appl. 2^e sér., 1856, t. 1, p. 89—189.

²² *Navier L. Résumé des leçons... sur l'application de mécanique à l'établissement des constructions et des machines.* 3^e éd./Avec des notes et des appendices par B. de Saint-Venant. P., 1864.

После работ Сен-Венана теория касательных напряжений включается во все курсы сопротивления материалов. В курсе Коллиньона²³ сказано, что теория сопротивления продольному изгибу волокон введена в элементарное изучение только после серии опытов, сделанных

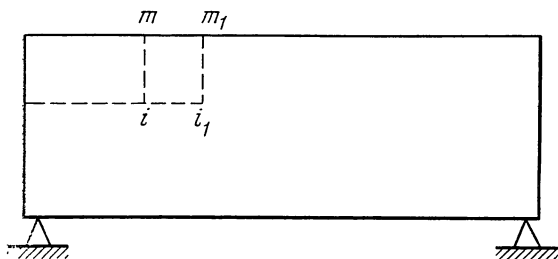


Рис. 25.

в России полковником Журавским над изгибом составных балок.

Существенный вклад в изучение внутренних сил в изгибаемой балке внесли немецкие ученые. И. Шведлер²⁴ ввел четкие понятия поперечной силы Q и изгибающего момента M и установил дифференциальную зависимость между ними:

$$dM/dx = Q.$$

Исследованием сдвигающих сил в балке из листового железа занимался А. Вёлер²⁵. Он совершенно справедливо писал, что сдвигающая сила (Schubkraft) на участке ii_1 горизонтального сечения (рис. 25) равна разности горизонтальных сил в двух соседних вертикальных сечениях mi и m_1i_1 . Однако, не владея еще понятиями изгибающего момента и поперечной силы, Вёлер не смог прийти к удовлетворительному решению задачи.

Его идеей воспользовались инженеры Ф. Лессль и А. Шюблер. В сочинении, посвященном расчету мостовых ферм²⁶, они получили для скалывающей силы, действу-

²³ Collignon Ed. Cours de mécanique appliquée aux constructions. Pt 1. Résistance des matériaux. P., 1869.

²⁴ Schwedler J. W. Theorie der Brückenbalkensysteme.— Ztschr. Bauwesen, B., 1851. 1. Jg.

²⁵ Wöhler A. Theorie rechteckiger eiserner Brückenbalken mit Gitterwänden und mit Blechwänden.— Ztschr. Bauwesen, B., 1855, 5 Jg.

²⁶ Laissler F., Schübler A. Der Bau der Brückenträger. Stuttgart, 1857; 2. Aufl., 1864.

ющей в сечении ii (см. рис. 30) на единицу длины балки, формулу

$$T = \frac{Q}{I} \int_y^{h/2} y dF,$$

при выводе которой использовали зависимость между изгибающим моментом и поперечной силой. Таким образом, они получили формулу, несколько ранее выведенную Д. И. Журавским.

Ф. Лессль и А. Шюблер не ограничились определением касательных напряжений. Используя закон парности касательных напряжений и рассмотрев условия равновесия треугольного элемента, они нашли напряжения, действующие в балке по наклонной площадке. Полученные формулы они исследовали на экстремум и нашли величину и направление наибольших нормальных и касательных напряжений. Во втором издании своей книги они приводят известные формулы для главных напряжений в балке.

В исследовании главных напряжений при изгибе балки принял участие и Д. И. Журавский.

Глава 6

Исследование главных напряжений при изгибе

Интересная работа написана Д. И. Журавским в связи со строительством железных мостов.

Как известно, первые железные мосты больших пролетов были построены в Англии в 1846—1850 гг. Это знаменитые трубчатые мосты «Британия» и Конуэйский. Одновременно были построены железные мосты меньших пролетов, в которых в качестве несущих элементов использовались коробчатые балки и балки со сплошной стенкой из листового железа. Как уже было отмечено, в своем труде «О мостах раскосной системы Гау» Д. И. Журавский подверг критике расположение стыков склепываемых листов в трубчатых мостах и расположение заклепок. Целью новой его работы «О балках решет-

чатых и о балках сплошных из листового железа»¹ было, как он сам писал, найти хорошие условия использования железа в стенках металлических мостов больших отверстий.

Начинает Журавский с рассмотрения решетчатых балок и затем переходит к балкам со сплошной стенкой. Он считает, что выпучивание стенки такой балки вызывается сжимающими напряжениями, наклоненными под углом 45° к оси балки. Для предотвращения такого выпучивания он рекомендует располагать ребра жесткости в направлении наибольших сжимающих напряжений. Он считает нерациональным использование материала в английских трубчатых мостах, где ребра жесткости располагались вертикально.

Для определения направления действия наибольших сжимающих напряжений в балке со сплошной стенкой Д. И. Журавский рассматривает ее как бы состоящей из бесконечного числа решетчатых ферм со стержнями, наклоненными под различными углами к поясам. Если было бы известно, пишет он, в какой из этих систем раскосы наиболее напряжены, можно было бы вывести отсюда, в каком направлении стенка наиболее сжата и в каком наиболее растянута. В частности, он рассматривает пять статически определимых ферм. Пояса этих ферм имеют одни и те же размеры, а сечения стержней всех решеток предполагаются такими, что напряжения и относительные удлинения в стержнях получаются одинаковыми при действии на все пять ферм равных сил P . Наименьший прогиб оказывается у фермы, раскосы которой наклонены под углом 45° . Журавский не указывает, каким способом определены прогибы ферм. По мнению А. Н. Митинского и Е. К. Ашкенази, им «был использован геометрический прием, основанный на составлении и решении системы линейных уравнений, связанных приращениями длин стержней при действии в них известных усилий с изме-

¹ *Jourawski. Remarques sur les poutres en treillis et les poutres pleines en tôle.*— Ann. ponts et chaussées, P., 1860, t. XX, p. 113—134. То же на немецком языке: Von Jurawski. Bemerkungen über Gitterbalken und volle Blechbalken.— Allgemeine Bauzeitung, Wien, 1861, 26. Jg., S. 108—117. На русском языке был опубликован только реферат этой статьи Д. И. Журавского в библиографическом обзоре Н. Безпалова (ЖГУПСИПЗ, 1861, т. 35, кн. 5, с. 18—20). Этой же работе посвящена статья А. Н. Митинского и Е. К. Ашкенази «Об одной малоизвестной работе Д. И. Журавского» (Вестн. инж. и техников, 1951, № 6, с. 262—265).

нениями координат узловых точек»². Не исключено, что Журавский определял прогибы ферм экспериментально.

Рассматривая далее эти пять ферм как бы образующими одну ферму, пояса и решетка которой составлены из поясов и раскосов всех пяти систем, Журавский отмечает, что теперь все фермы будут иметь общий прогиб. Но нагрузку они будут воспринимать различную: более жесткая система примет на себя больший груз, надо, чтобы она получила больший прогиб. Отсюда Журавский делает вывод, что наибольшие растягивающие и сжимающие напряжения в балке со сплошной стенкой действуют в направлении, наклоненном под углом 45° к оси балки³, или приблизительно таковом. Чтобы определить точно направление наибольших напряжений, по мнению Журавского, нужно исследовать прогибы ферм для большего числа наклонений раскосов, чем это сделал он сам.

Все эти выводы Журавский подтверждает оригинальными опытами с балочками, сделанными из плотной бумаги и картона. Обсуждая вопрос о выборе материала для опытов, Журавский приводит очень ценные соображения общего характера о постановке испытаний⁴. Он критикует тех экспериментаторов, которые извлекают свои заключения о прочности конструкции, доводя ее до разрушения, хотя она должна сопротивляться усилиям, очень отдаленным от разрушающих. Имеются системы, которые ведут себя совершенно различно под рабочей нагрузкой, чем когда они подвержены нагрузке, приближающейся к предельному (разрушающему) значению. В качестве примера такой системы он приводит балку-стенку, усиленную вертикальными ребрами жесткости (стойками). Под действием груза, распределенного по нижней полке, вертикальные стойки будут растягиваться, пока стенка не потеряет устойчивости, и сжиматься после того, как она потеряет устойчивость.

Журавский считает, что явления, соответствующие разрушению балки, не могут дать точных указаний о лучшем распределении материала, использованного в балке; для решения этого вопроса нужно изучить направ-

² Митинский А. Н., Ашкенази Е. К. Об одной малоизвестной работе..., с. 263.

³ К этому же выводу И. Шведлер пришел несколько ранее. Тот же результат получил Ф. К. Хржановский.

⁴ Тимошенко С. П. История науки о сопротивлении материалов. М., 1957, с. 195.

ления «молекулярных сил», которые имеют место в то время, когда груз не превышает значения, которое балка должна нести постоянно. Если бы можно было увеличить деформации в балке в тысячу раз, то тогда стало бы ясно распределение напряжений в балке. Но так как этого сделать невозможно, то Журавский выбирает для опытов материал, имеющий малый модуль упругости и, следовательно, получающий достаточно большие деформации в пределах упругости. Это был первый в истории моделирования случай замены материала для экспериментального изучения работы конструкции, что впоследствии получило широкое распространение⁵.

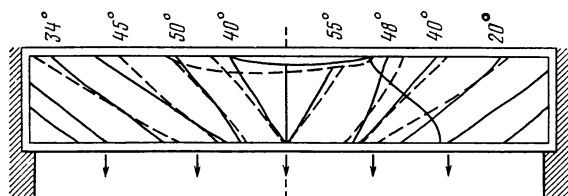
Журавский изготовлял стенки балочек из крепкой бумаги, а полки из картона. Бумага разрывается почти без остаточных деформаций, так что Журавский смог наблюдать упругие деформации почти вплоть до разрушения балочек. Нагружение балочек производилось постепенно возрастающими грузами, которые подвешивались к нижней полке. Для определения деформации балки Журавский использовал следующий прием: он вычерчивал на стенке балочек из трех центров три полуокружности, а затем после каждого добавления груза из тех же центров чертил новые полуокружности того же радиуса и сравнивал смещения линий.

При некоторой величине грузов стенка балки выпучивалась и на ней появлялись складки волнообразной формы. Наклон этих складок в середине высоты стенки изменялся от 45° до 55° , а у краев он составлял от 20° до 28° . Журавский справедливо заключил, что складки образуются при активном участии сжимающих сил, действующих в стенке перпендикулярно направлению складок. Разрушение же балочки, вызванное растягивающими напряжениями, произошло по кривой линии, показанной на рис. 26. Она пересекает направление складок везде под углом, близким к прямому. Направление складок, по мнению Журавского, совпадает с направлением наибольших растягивающих напряжений, а линия трещины дает одну из траекторий главных сжимающих напряжений. В направлении наибольших сжимающих напряжений следует располагать ребра жесткости в балке со сплошной стенкой.

⁵ Геронимус В. Б. Исторический очерк развития теории прочностного подобия и моделирования.— Тр. Новосиб. ин-та инж. ж.-д. трансп., 1961, вып. 24, с. 313.

Чтобы подтвердить свои выводы о преимуществе наклонных ребер жесткости, Журавский изготовил две балочки, одну из которых снабдил вертикальными ребрами жесткости, а другую — наклонными под углом 45° к полкам. Образование складок в первой балочке началось при нагрузке значительно меньшей, чем во второй. Разруше-

Рис. 26



ние же второй балки произошло при нагрузке, на 70% превышающей разрушающую нагрузку для первой балочки. Повторные опыты с новыми балочками подтвердили эти результаты как по характеру явления, так и по величине разрушающей нагрузки.

Журавский установил также, что в балочке с вертикальными ребрами жесткости, расстояния между которыми вдвое меньше, чем расстояние между полками, складки образуются под углом 45° , а не следуют направлениям диагоналей прямоугольников, образованных полками и двумя соседними стойками. Отсюда он заключил, что «наибольшие растяжения стенки имеют место в направлениях, в некотором роде независимых от расстояния между стойками».

В конце статьи Журавский касается конструктивных вопросов изготовления ребер жесткости. В сплошной балке стыки листов обычно вертикальны и ребрами жесткости частично служат стыковые накладки. Признавая, что сделать наклонные стыки листов было бы неэкономично, Журавский предлагает оставить их вертикальными, а ребра жесткости изготовлять наклонно из таврового железа.

Глава 7

Испытания древесины на прочность

Во время проектирования и строительства мостов на Петербурго-Московской железной дороге Журавский провел первые в нашей стране испытания древесины на прочность¹. В опытах использовались машины рычажного типа, изготовленные по чертежу Журавского. «Употребленные мной инструменты,— писал он,— не могли доставить такой степени точности, какую можно получить с приборами Вертгейма... но, по моему мнению, инженеру—строителю деревянных мостов едва ли нужна точность, бóльшая получаемой с описанными здесь приборами»².

Преимущество опытов Журавского заключалось в их практической направленности и в том глубоком понимании особенностей строения и свойств древесины, на котором была основана методика проведения этих опытов.

Испытания на разрыв проводились на машине, показанной на рис. 27. Нагружение производилось при помощи рычага *c*, по которому передвигались гири. Рычаг поддерживался в горизонтальном положении железным болтом *m*, укрепленным в верхней доске. Для испытаний изготавливались специальные образцы с отверстием, в которое вставлялась полоска железа, служившая опорой рычагу. Образец имел утоненную рабочую часть квадратного поперечного сечения площадью 0,258 см².

Для испытаний брались образцы, изготовленные из комля и вершины одних и тех же сосновых бревен. Предел прочности первых образцов (среднее из 5 опытов) оказался равным 1355 кг/см², вторых — 1100 кг/см², их отношение равно 1,23.

Опыты на скалывание проводились на машине, аналогичной описанной. Только здесь рычаг опирался не на полоску железа, а на дубовый брусок, поддерживаемый двумя подкосами, упертymi в «подушечки», врезанные в испытуемое дерево. Скалыванию подвергалась нижняя часть образца, продетого сквозь дубовый брусок. В опытах исследовалось влияние глубины врубки и длины площади скалывания на предельную несущую способность врубок. Из опытов Журавский заключил, что «сопротив-

¹ См.: *Ашкенази Е. К.* Первые в России испытания древесины на прочность.— Вестн. машиностроения, 1954, № 12, с. 93, 95.

² *Журавский Д. И.* О мостах раскосной системы Гау. СПб., 1856, ч. 2, с. 69.

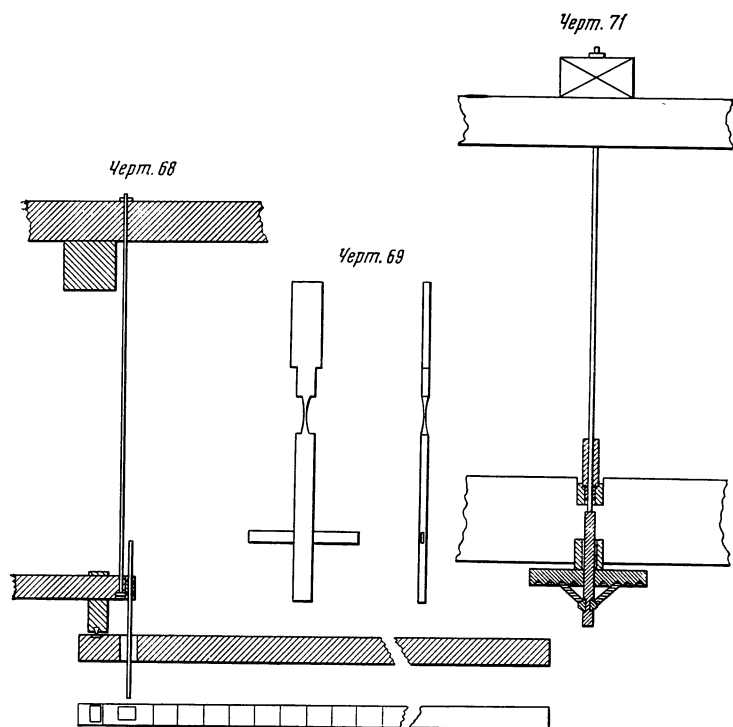


Рис. 27. Рычажная машина Д. И. Журавского для испытания древесины на растяжение
 (черт. 69 — деревянный образец на растяжение, черт. 71 — машина для испытания на скалывание)

ление врубок разрушению увеличивается не пропорционально увеличению глубины врубки»³. Сопротивление же врубок скалыванию растет с увеличением длины площади скалывания, пока эта длина не достигнет девятикратной глубины врубки. Дальнейшее увеличение длины площади скалывания «не имеет влияния на сопротивление врубки скалыванию». Из результатов опытов Журавского косвенным образом следует неравномерность распределения скалывающих напряжений по длине площади скалывания.

³ Там же, с. 71.

Проводил Журавский также опыты на сжатие⁴. Описание установки, использованной им в этих опытах, он не дал. Впервые оно было опубликовано на основании архивных материалов Е. К. Ашкенази⁵. Эта установка имеет аналогичное устройство с уже описанными машинами для испытания на разрыв и скалывание. По сравнению с последними она имела уменьшенную рабочую часть в соответствии с малыми размерами образцов. Рычаг поддерживался в горизонтальном положении с помощью клиньев, которые подкладывались под образец. Высота образца, использованного Журавским, в 12 раз превышала его поперечный размер (91,6×7,6×7,6 мм).

В 1848 г. Журавский провел серию опытов по определению влияния на прочность древесины пропитывания ее химическим составом для предохранения от гниения. Одновременно с ним подобные опыты проводили еще два строителя Петербурго-Московской железной дороги — инженеры С. А. Смоликовский и С. Ф. Крутиков; они не применяли при этом никаких специальных приборов и приспособлений, а испытывали непосредственным нагружением бруска и доски, положенные на две опоры из более твердой породы древесины. По мнению П. П. Мельникова, часто присутствовавшего при проведении опытов Журавского, опыты «при мосте через Веребью... производились с большей тщательностью посредством приборов»⁶. Журавский проводил опыты на своих рычажных машинах на раздавливание, на разрыв и на изгиб. Опыты показали, «что слои дерева, пропитанные по способу Пейна, теряют значительную часть крепости относительно разрыва и излома и выигрывают в сопротивлении силам давящим; что влияние пропитывания распространяется только на весьма нетолстый наружный слой, так что доска 3, 4 или 5 дюймов толщиной теряет от пропитывания незначительную часть своей крепости»⁷.

Используя результаты своих экспериментов, литературные источники⁸, а также весь опыт, накопленный при

⁴ Там же, с. 76.

⁵ Ашкенази Е. К. Первые в России испытания древесины..., с. 93.

⁶ ЦГИА СССР, ф. 219, оп. 1, д. 4153, л. 6.

⁷ Там же, л. 7.

⁸ Д. И. Журавский ссылается на следующие издания: Barlow P. A treatise on the strength of timber, cast iron, malleable iron, and other materials. L., 1837. Claudel J. Formules, tables et renseignements pratique. P., 1849.

проектировании и строительстве мостов Петербурго-Московской железной дороги, Журавский установил «прочные сопротивления», т. е. допускаемые напряжения для всех материалов, использованных для пролетного строения моста. Выработанные им величины допускаемых напряжений служили руководством для русских инженеров при применении дерева в мостовых сооружениях в течение нескольких десятков лет.

Только в 1895 г. Инженерный совет МПС по докладу Н. А. Белелюбского установил нормы прочного сопротивления для деревянных мостов⁹, причем близкие к величинам, выработанным Журавским. При формулировании своих предложений Н. А. Белелюбский использовал результаты Журавского, зарубежный опыт и результаты испытаний древесины, проведенных в механической лаборатории Института инженеров путей сообщения¹⁰.

Дальнейшее экспериментальное исследование скалывающих напряжений в нашей стране проводили В. В. Мраморнов¹¹ и И. И. Бобарыков¹². Они изучали распределение касательных напряжений по длине плоскости скалывания. В наше время обобщающая работа по этому вопросу была выполнена Ф. П. Белянкиным¹³.

Глава 8

Наследие Д. И. Журавского

Научная и инженерная деятельность Дмитрия Ивановича Журавского еще при его жизни получила заслуженное признание. Его участие в строительстве крупнейшего сооружения того времени — Петербурго-Московской железной дороги и руководство строительством одного из

⁹ Журн. Инж. совета, 1895, № 24; По вопросу об установлении предельных коэффициентов напряжений, допускаемых в деревянных мостах. СПб., 1900.

¹⁰ Белелюбский Н. А. Механическая лаборатория, 1875—1886. — Сб. ИИПС, СПб., 1886, вып. 7; Труды Комиссии по вопросу о предохранении дерева и особенно шпал от преждевременной порчи и гниения. СПб., 1895. Вып. 2. Прил. 1.

¹¹ Мраморнов В. В. О напряжениях при скалывании дерева. — Журн. О-ва сиб. инж., 1913, № 5, с. 162—175.

¹² Бобарыков И. И. К вопросу о сопротивлении дерева скалыванию: Эксперим. исслед. Томск, 1915, 36 с.

¹³ Белянкин Ф. П. Прочность древесины при скалывании вдоль волокон. Киев, 1955.

самых больших мостов на этой дороге — девятипролетного моста на высоких опорах через овраг речки Веребьи не прошли незамеченными современниками. Еще более поразительным было сооружение металлического шпиля на высокой колокольне Петропавловского собора в Петербурге. За труд по исследованию мостов системы Гау в 1855 г. Д. И. Журавский был удостоен высшей награды Петербургской академии наук — полной Демидовской премии. Его методы расчета ферм и составных балок излагались в справочниках и учебных пособиях. Его вклад в исследование касательных напряжений при изгибе балки признавался французскими учеными Б. Сен-Венаном, Ж. А. Брессом, Э. Коллиньоном. Коллиньон отмечал также Д. И. Журавского как автора теории расчета американских мостов¹.

В 1859 г. в связи с празднованием 50-летия Института инженеров путей сообщения «Русский художественный листок» поместил портреты четырех выдающихся его питомцев и очерки их инженерной деятельности. Это были главные строители Петербурго-Московской железной дороги П. П. Мельников и Н. О. Крафт, строитель первого постоянного моста через р. Неву С. В. Кербедз и строитель Веребьинского моста и металлического шпиля собора Петропавловской крепости Д. И. Журавский. Среди отмеченных инженеров Журавский был самым молодым: ему было 37 лет. В том же году появилась первая биография Д. И. Журавского, написанная Н. В. Гербелем.

Последующая административная деятельность Д. И. Журавского в ведомстве путей сообщения сопровождалась общественной деятельностью в Русском техническом обществе. Одновременно Журавскому приходилось решать различные инженерные и научные задачи. В этот период им была написана статья о направлении главных напряжений в изгибаемой балке (1860) и созданы оригинальные подмости при восстановлении Мстинского моста после пожара (1870).

На посту директора Департамента железных дорог и председателя технического отдела совета Министерства путей сообщения Д. И. Журавский участвовал в решении различных технических вопросов железнодорожного дела.

¹ *Combes Ch., Phillips Ed., Collignon Ed. Recueil de rapports sur les progrès des lettres et des sciences en France Exposé de la situation de la mécanique appliquée. P., 1867, p. 195.*

Журавский неоднократно высказывался в печати по вопросам строительства железных дорог в России и в своей деятельности всячески способствовал развитию отечественной промышленности и прогрессивных форм транспорта.

Д. И. Журавский пользовался большим авторитетом и уважением в инженерных кругах. Он был избран почетным членом Русского технического общества (1876) и почетным членом Собрания инженеров путей сообщения (1887). В 1890 г. ведущие иллюстрированные журналы отметили 50-летие службы Д. И. Журавского.

После смерти Д. И. Журавского Русское техническое общество почтило его память на специальном заседании 26 ноября 1891 г. Выступивший с речью Николай Абрамович Сытенко, кратко охарактеризовав деятельность Д. И. Журавского, отметил:

«Дмитрий Иванович принадлежит к тем... первым нашим инженерам, которые своими познаниями, способностями и трудом высоко подняли знамя русских инженеров, и в числе этих лиц имя Журавского приходится назвать вместе с именами Мельникова и Крафта. До того времени у нас нашими инженерами считались французы, и только упомянутые лица вызвали в истории русского инженерного дела перелом, после которого о французских инженерах у нас перестали говорить и заговорили о наших русских инженерах. Таким образом, этим трем лицам, в том числе и Дмитрию Ивановичу, принадлежит, можно сказать, начало русской школы инженеров»².

После смерти Д. И. Журавского среди инженеров путей сообщения был объявлен сбор средств на увековечивание его памяти. На собранные средства был заказан скульптурный поясной портрет Журавского. 9 февраля 1897 г. в актовом зале Института инженеров путей сообщения состоялся вечер памяти Дмитрия Ивановича Журавского и торжественное открытие памятника из белого каррарского мрамора с выгравированной на позолоченной металлической доске надписью: «Дмитрий Иванович Журавский. 1821—1891. Создатель расчета раскосных ферм и теории скалывания при изгибе. Железнодорожный администратор».

² Сытенко Н. А. О Дмитрии Ивановиче Журавском.— Железнодорожное дело, 1891, № 44, с. 445.

Торжественное собрание открыл директор Института инженеров путей сообщения профессор М. Н. Герсеванов, обрисовав научную и инженерную деятельность Д. И. Журавского. С речами выступили профессора Н. А. Белелюбский и Л. Ф. Николаи. Опираясь на многочисленные ссылки на зарубежную литературу, Белелюбский показал приоритет Д. И. Журавского в создании теории расчета раскосных ферм и теории скалывания при изгибе. Особое внимание он обратил на исследование Журавским сопротивления составного деревянного бруса, подвергающегося растяжению. Вторая часть труда Журавского «О мостах раскосной системы Гау», где трактуется этот вопрос, по словам Белелюбского, «представляет единственную в литературе работу по полноте изучения» этого вопроса и дает «возможность ярко оттенить те скудные сведения, касавшиеся проектирования деревянных соединений, какие имелись в то время по постройке раскосных ферм Гау в Америке, откуда эскиз их был вывезен в Россию»³.

Некоторые выводы Д. И. Журавского относительно деревянных соединений, как указывает Белелюбский, находят применение и для металлических соединений. Так, Журавский опытным путем нашел, что при многорядном соединении досок шпонками средние шпонки гораздо меньше работают, чем крайние. Отсюда он сделал вывод о целесообразности ограничить число шпонок в соединении в поясах ферм Гау 3—4 рядами. В металлических мостах широкое применение получили соединения железных частей заклепками. «Исследование многорядных заклепочных соединений имело место только в новейшее время, и потому в различных странах встречаются разнообразные взгляды на предельное число заклепок в соединениях, и только практика русского железного мостостроения систематически преследовала однообразное требование предельного числа рядов заклепок не свыше 3—4, и это исключительно под влиянием опытов Д. И. Журавского с многорядными соединениями деревянных частей шпонками»⁴.

Н. А. Белелюбский неоднократно выступал на международных научных форумах с защитой приоритета Д. И. Журавского в создании теории расчета раскосных

³ Чествование памяти инженера Дмитрия Ивановича Журавского.— Изв. собрания инж. путей сообщения, 1897, № 5, с. 69.

⁴ Там же.

ферм. Такие выступления его, в частности, состоялись на Лондонской (1895 г.) и Парижской (1900 г.) сессиях Международного железнодорожного конгресса⁵.

Л. Ф. Николаи в своей речи говорил о трудах Журавского в области мостостроения. «Если сравнить положение Журавского,— сказал он,— с положением инженера, составителя проекта в настоящее время, когда к услугам последнего находятя вполне разработанные приемы определения усилий, опытные исследования над сопротивлением материалов, между тем как Журавскому при проектировании Веребьинского моста приходилось все самому создавать, то невольно удивляешься, что решение такой трудной задачи оказалось под силу одному человеку. Вообще по тщательности разработки проекта, по значительному количеству предварительных теоретических и опытных исследований труд этот напоминает классический совместный труд Стефенсона, Ферберна и Ходкинсона по проектированию трубчатых металлических ферм моста „Британия“»⁶.

На собранные инженерами путей сообщения средства была учреждена премия имени Д. И. Журавского для награждения русских ученых за оригинальные сочинения в области строительной механики и мостового дела. Правила о премии имени Д. И. Журавского были разработаны советом Института инженеров путей сообщения и утверждены министром путей сообщения⁷ в 1902 г.

Первое присуждение премии Д. И. Журавского состоялось в 1911 г. Ею был удостоен инженер путей сообщения Степан Прокофьевич Тимошенко за монографию «Об устойчивости упругих систем» (1910 г.) и статью «Об устойчивости плоской формы изгиба двутавровой балки» (1905—1906 гг.). В монографии С. П. Тимошенко развил энергетический метод и дал его многочисленные применения к различным проблемам устойчивости стержней (прямых и криволинейных), стержневых систем, устойчивости плоской формы изгиба прямоугольных полос и балок, а также односторонне сжатых пластин при различных условиях опирания. В статье Тимошенко впервые рассмотрел стесненное кручение, что привело впоследствии к созданию теории изгиба и кручения тонкостенных стержней открытого профиля.

⁵ Bull. commiss. intern. Congr. chemins de fer, Bruxelles, 1896, vol. 10, N 6, p. 725—726; 1900, vol. 14, N 10/12, p. 7124.

⁶ Изв. собрания инж. путей сообщения, 1897, № 5, с. 73.

⁷ Вестн. МПС, 1902, № 23, с. 305—306.

В соответствии с правилами о премии имени Д. И. Журавского рецензенты трудов, представленных на соискание премии, С. И. Белзецкий, И. Г. Бубнов, Н. А. Белелюбский, В. Л. Кирпичев, Г. В. Колосов и Г. Н. Соловьев были награждены малыми золотыми медалями. Отзывы Кирпичева, Белзецкого, Бубнова и Колосова о трудах Тимошенко были опубликованы в 1913 г. в «Сборнике Института инженеров путей сообщения» (вып. 81). В отзыве И. Г. Бубнова впервые был изложен известный общий метод решения дифференциальных уравнений — метод Бубнова.

В своем отзыве Кирпичев писал: «Премия эта учреждена в память Д. И. Журавского, самого знаменитого русского инженера путей сообщения, занявшего навсегда почетное место в истории европейской науки и получившего широкую известность за границей среди специалистов. Я не сомневаюсь, что С. П. Тимошенко и теперь уже вполне заслуживает того, чтобы его имя было связано с именем Журавского, и подобно своему знаменитому предшественнику займет почетное место в европейской науке»⁸.

В 1950 г. Тимошенко опубликовал статью «Д. И. Журавский и его вклад в теорию сооружений»⁹. Достойное освещение нашли труды Д. И. Журавского в книге С. П. Тимошенко «История науки о сопротивлении материалов» (1953, рус. пер. 1957).

В отечественных учебниках по сопротивлению материалов формула для касательных напряжений в изгибаемой балке в соответствии с тем, что вывод ее для балки прямоугольного поперечного сечения впервые был дан Д. И. Журавским, справедливо получила название формулы Журавского. Этот факт, как выше было отмечено, признавался Сен-Венаном, Брессом и другими зарубежными учеными.

В конце 20-х годов в одном из распространенных советских учебников по сопротивлению материалов «теоремой Журавского» была названа дифференциальная зависимость между поперечной силой и изгибающим моментом

⁸ Отзывы профессоров Кирпичева, Белзецкого, Бубнова и Колосова о сочинениях профессора Тимошенко, удостоенных премии Журавского. — Сб. ИИПС, СПб., 1913, вып. 81, с. 11.

⁹ Beiträge zur angewandten Mechanik von H. Beer, W. Flügge, K. Karas/Hrsg. aus Anlass des 65. Geburtstages von K. Federhofer und des 60. Geburtstages von K. Girkmann. Wien, 1950, S. 115—123.

в сечении балки. Это название получило распространение в части учебной и даже научной литературы по строительной механике, издаваемой в СССР. Недоразумение легко обнаруживается, если обратиться к подлинным трудам Д. И. Журавского, что и сделал советский ученый Н. М. Беляев при подготовке в конце 30-х годов к изданию своего курса сопротивления материалов. Ознакомление с трудами Д. И. Журавского показало, что вывод своей знаменитой формулы для скальвающих напряжений он произвел, не прибегая к дифференциальной зависимости между поперечной силой и изгибающим моментом, и ни в одном из своих трудов не пользовался этой зависимостью. Поэтому в своем учебнике по сопротивлению материалов Н. М. Беляев отказался от названия «теорема Журавского» для дифференциальной зависимости между изгибающим моментом и поперечной силой.

Ознакомление с подлинными трудами Д. И. Журавского произвело на Н. М. Беляева большое впечатление. Ему особенно импонировали «смелость, оригинальность и самобытность решения Д. И. Журавским многих теоретических и практических задач, ясное понимание физики явлений и вытекавший из этого путь исследования — создание всегда наглядных методов расчета, приверженность к экспериментам»¹⁰. В 1943 г. Н. М. Беляев написал прекрасный очерк о Д. И. Журавском, который увидел свет в 1948 г., уже после смерти автора.

В послевоенное время труды Д. И. Журавского подверглись всестороннему изучению в работах Е. К. Ашкенази, С. А. Бернштейна, В. В. Большакова, М. И. Воронина, Г. К. Евграфова, А. Н. Митинского, Е. Н. Ракчеева, К. Х. Толмачева и других авторов¹¹. О деятельности Д. И. Журавского пишут венгр Пал Чонка и поляк Болеслав Орловский. Такое обилие работ, посвященных одному ученому, не случайно. Труды Д. И. Журавского были не только первыми русскими оригинальными трудами по строительной механике и сопротивлению материалов, но и имели принципиальное, новаторское значение. Его труды по строительной механике создавали научные основы мостостроения. Оценивая роль Д. И. Журавского

¹⁰ Из рукописных заметок Н. М. Беляева. Цит. по: Митинский А. Н. и др. Очерк о жизни и деятельности Н. М. Беляева. — В кн.: Беляев Н. М. Труды по теории упругости и пластичности. М., 1957, с. 537.

¹¹ См. литературу о Д. И. Журавском на с. 222.

в развитии мостостроения, Г. К. Евграфов писал, что «его заслуга не только в установлении первенства в различных вопросах расчета и конструирования мостов, но главным образом в том, что им положено начало экспериментально-теоретическому методу в мостостроении, основанному на сочетании теории с практикой... Метод проектирования, основанный на сочетании теории и практики, является научным методом. Именно поэтому мы вправе считать инженера Д. И. Журавского основоположником научного метода в мостостроении, родоначальником прогрессивной русской школы мостостроения»¹². Труды Д. И. Журавского по сопротивлению материалов вводили в элементарное рассмотрение принципиально новое понятие — касательное напряжение, показывали его практически важное значение и дали толчок к созданию всей теории напряженного состояния.

Поэтому труды Д. И. Журавского привлекали и будут привлекать к себе внимание исследователей.

¹² *Евграфов Г. К.* Журавский Дмитрий Иванович.— В кн.: Ученые и изобретатели железнодорожного транспорта. М., 1956, с. 58—59.

Основные даты жизни и деятельности Д. И. Журавского

- 1821, 17 декабря. Родился в селе Белом Щигровского уезда Курской губернии, в поместье родных матери.
- 1830—1838. Учится в Нежинской гимназии высших наук князя Безбородко (с 1832 г.—лицей с физико-математическим уклоном). Окончил лицей первым в выпуске.
1839. Поступил учиться в Институт корпуса инженеров путей сообщения в Петербурге.
- 1840, 24 июня. Произведен в прапорщики корпуса инженеров путей сообщения.
- 1842, 9 июня. Произведен в поручики корпуса инженеров путей сообщения после окончания института. Его имя занесено на мраморную доску института.
- 1842, 24 июля. Назначен в распоряжение строительной комиссии Петербурго-Московской железной дороги. Производил топографическую съемку местности и нивелировку на участке от Новгорода до Вышнего Вслочка.
- 1842, 13 ноября. Привлечен начальником Северной дирекции Петербурго-Московской железной дороги П. П. Мельниковым в группу инженеров, проектировавших большие мосты для дороги.
- 1843, 13 марта. Представил проект трубы с высокой насыпью для перехода железной дороги через овраг речки Веребьи.
- 1843, 9 июня. Временная техническая комиссия согласилась с мнением П. П. Мельникова о преимуществе моста, имеющего уклон в 7,8‰ для перехода железной дороги через овраг речки Веребьи.
- 1844, 10 января. Представил полный проект и смету моста через овраг р. Веребьи.
- 1844, февраль. Назначен строителем моста через р. Веребью. Производил работы по 23 ноября 1851 г.
- 1844, 2 марта. Утвержден проект Д. И. Журавского моста через р. Веребью.
1845. Провел теоретическое и экспериментальное определение усилий в элементах однопролетной фермы системы Гау.
- 1845, 6 декабря. Произведен в капитаны корпуса инженеров путей сообщения.
1848. Определил усилия в элементах неразрезной девятипролетной фермы системы Гау.
- 1850, январь-февраль. Выход в свет первой статьи Д. И. Журавского «Результаты исследования системы Гау, примененной к мостам С.-Петербургско-Московской железной дороги».
- 1850, июнь. Окончание сборки ферм Веребьинского моста. Испытание моста самым тяжелым поездом.
- 1851, 30 августа. За отличия при сооружении Петербурго-Московской железной дороги произведен в подполковники корпуса

- инженеров путей сообщения и награжден орденом Св. Владимира 4-й степени.
- 1851, 23 ноября. Назначен строителем моста через р. Западную Двину под Петербурго-Варшавскую железную дорогу.
- 1854, 2 сентября. Назначен на изыскательские работы для сооружения железной дороги от Москвы до Черного моря.
- 1855, 28 мая. Награжден полной Демидовской премией Петербургской академией наук за сочинение «Результаты исследования системы Гау...».
1856. Опубликовал статьи о железных дорогах в России в журналах «Русский вестник» и «Современник».
- 1857, 14 марта. Назначен строителем нового шпиля над колокольней Петропавловского собора Петербургской крепости.
- 1857, 21 марта. Награжден орденом св. Станислава 2-й степени за изыскательские работы для сооружения железных дорог от Москвы к Черному и Азовскому морям.
- 1858, январь. Ездил в Воткинск для испытания железных стропил, изготовленных для нового шпиля.
- 1858, начало сентября. Окончание сборки стропил шпиля Петропавловского собора.
- 1858, 27 ноября. Произведен в полковники корпуса инженеров путей сообщения в связи с окончанием работ по сооружению нового шпиля и обновлению здания Петропавловского собора.
- 1858, 12 декабря. Избран одним из пяти директоров правления компании Волго-Донской железной дороги и пароходства по Дону и Черному морю.
- 1859, июль — 1860, сентябрь. Командирован в Англию и Америку для изучения устройства путей сообщения и в особенности железных дорог.
- 1861, 23 апреля. Награжден орденом св. Владимира 3-й степени.
- 1861, сентябрь. Поездка по Дону и Волго-Донской железной дороге.
- 1861, 11 ноября. Избран членом от правительства в совет управления Главного общества российских железных дорог.
1864. Избран вице-президентом совета управления Главного общества российских железных дорог.
- 1866, 27 марта. Произведен в генерал-майоры.
- 1866, 27 мая. Избран председателем III строительного отдела Русского технического общества.
- 1868, 31 марта. Награжден орденом св. Станислава 1-й степени.
- 1870, январь. Создал оригинальный проект подмостей и руководил работами по восстановлению Мстинского моста после пожара.
- 1870, 11 апреля. Назначен членом комитета для наблюдения за постройкой в России узкоколейных железных дорог.
- 1870, 17 апреля. Награжден орденом св. Анны 1-й степени.
- 1872, 15 декабря. Награжден орденом св. Владимира 2-й степени за участие в руководстве Международного статистического конгресса.
- 1874, 3 мая. Назначен членом комитета по устройству Мариинского водного пути.
- 1875, 21 марта. Назначен членом межведомственной комиссии для рассмотрения вопросов снабжения российских железных дорог рельсами и подвижным составом.
- 1875, 22 апреля. Назначен членом комиссии для рассмотрения проекта сети подъездных путей к станциям железных дорог и способов его осуществления.

- 1876, 17 января. Избран почетным членом Русского технического общества.
- 1876, 10 февраля. Назначен председателем особой временной комиссии для составления проекта по улучшению Мариинского водного пути (упразднена в 1879 г.).
- 1876, 4 апреля. Произведен в тайные советники.
- 1877, 24 февраля. Назначен директором Департамента железных дорог «с поручением исправлять должность заведующего технически-инспекторским комитетом сих дорог».
- 1877, 26 февраля. Награжден за участие в работе комиссии по рассмотрению вопроса снабжения российских железных дорог рельсами (в связи с окончанием работы комиссии).
- 1877, 3 мая. Назначен членом временного исполнительного комитета по перевозке войск при главном штабе военного министерства.
- 1879, 30 мая. Назначен членом комиссии при Министерстве финансов для пересмотра существующих постановлений о таможенных пошлинах и льготах импортируемых металлов и металлических изделий.
- 1880, 27 ноября. Награжден «за особые заслуги» по сооружению Александровского моста через р. Волгу на Оренбургской железной дороге.
- 1883, 15 мая. Награжден орденом Александра Невского.
- 1884, 6 июля. Назначен членом совета МПС и председателем технического отдела этого совета.
- 1884, 15 июня. Женился на Марии Петровне Вяземской, вдове штаб-ротмистра князя Вяземского.
- 1886, 3 января. Назначен членом межведомственного совета по железнодорожным делам (с оставлением председателем технического отдела Совета МПС).
- 1887, 19 января. Избран почетным членом Собрания инженеров путей сообщения.
- 1891, 18 ноября. Кончина Д. И. Журавского. Похоронен на Митрофаньевском кладбище в Петербурге.

Библиографический указатель

Сочинения Д. И. Журавского

Результаты исследования системы Гау, приложенной к мостам С.-Петербурго-Московской железной дороги. Ст. 1.—ЖГУПСИПЗ, 1850, т. II, кн. 1, с. 1—26; То же. Ст. 2.—Там же, 1852, т. XV, кн. 2, с. 71—105; То же. Ст. 3.—Там же, т. XVI, кн. 5, с. 75—124; То же. Ст. 4.—Там же, 1855, т. XXI, кн. 3, с. 185—236; То же. Ст. 5.—Там же, т. XXII, кн. 4, с. 1—35; То же. Ст. 6.—Там же, кн. 5, с. 73—114; То же. Ст. 7.—Там же, кн. 6, с. 179—212.

Remarques sur la résistance d'un corps prismatique et d'une pièce composée en bois ou en tôle de fer à une force perpendiculaire à leur longueur. Extrait de l'ouvrage: О мостах по раскосной системе Гау, auquel vient d'être adjugé le grand prix Démidoff, par Jouravsky, Lieutenant-Colonel du corps des ingénieurs des voies de communication. St.-Pétersbourg: Typ. de D. Kesneville, 1855. 48 p.; 1. l. ill.

О мостах раскосной системы Гау. Сочинение, удостоенное полной Демидовской премии. Подполковника корпуса инженеров путей сообщения Журавского. Ч. I. Вычисление напряжений частей раскосной системы моста об одном, двух и большем числе пролетов. СПб.: В типографии Д. Кесневилля, 1855. XII, 114 с., 11 л. черт.; То же. Ч. II. О прочном сопротивлении материалов, употребляемых в частях ферм раскосной системы Гау. Описание сборки Веребьинского моста. Нормы различных работ при построении моста. СПб.: В типографии Д. Кесневилля, 1856. 161 с., 10 табл., 10 л. черт.

Конные или паровозные должны быть в России железные дороги? — Рус. вестн., 1856, т. III, май, кн. 2, с. 140—142.

О железных дорогах в России.— Рус. вестн., 1856, т. III, июнь, кн. 1, с. 417—457.

Еще соображения касательно устройства железных дорог в России.— Современник, 1856, т. 59, № 9, с. 1—22.

О выборе стихотворного размера. Обзор трех родов стихосложения.

О началах логического образования слов и о происхождении поэтических размеров. Две части. М.: В типографии Т. Т. Волкова и комп., 1856. 83, 55 с. (Без указания имени автора. Авторство установлено по статье Н. В. Гербеля в кн.: Лицей князя Безбородко. СПб., 1859, с. 189).

Remarques sur la résistance d'un corps prismatique et d'une pièce composée en bois ou en tôle de fer à une force perpendiculaire à leur longueur.— Ann. ponts et chaussées, 1856, t. 12, p. 328—351.

Общие соображения к проектированию деревянных мостов раскосной системы Гау с железными поясами.— ЖГУПСИПЗ, 1859, т. XXIX, кн. 2/3, с. 283—311.

Описание работ по возведению верхней части колокольни Петропавловского собора в С.-Петербургской крепости. 1. Введение.— ЖГУПСИПЗ, 1859, т. XXX, кн. 5, с. 93—102.

Мост через Гаронну в Бордо для соединения Южной железной дороги с Орлеанской.— ЖГУПСИПЗ, 1859, т. XXX, кн. 6, с. 210—216.

Описание работ... 2. Изучение проекта для возведения верхней части колокольни. 3. Определение напряжений частей железных стропил шпица. 4. Приготовление и сборка железных стропил шпица.— ЖГУПСИПЗ, 1860, т. XXXI, кн. 1, с. 1—71.

Описание работ... Производство медных работ при построении верхней части колокольни. 6. О лестницах, железных стропилах куполов и пр. 7. Кровли из медных незолоченных листов.— ЖГУПСИПЗ, 1860, т. XXXI, кн. 2, с. 125—175.

Новости из Северо-Американских Соединенных Штатов: Машины Эриксона. Айс-бот. Приложение электричества к увеличению сцепления колес с рельсами.— ЖГУПСИПЗ, 1860, т. XXXI, кн. 2, с. 96—109.

Мнение Д. И. Журавского об учреждении периодических собраний инженеров в Институте путей сообщения для технических бесед, 1860. Рукопись. 6 л. Б-ка ЛИИЖТа.

Remarques sur les poutres en treillis et les poutres pleines en tôle.— Ann. ponts et chaussées, 1860, t. 20, p. 113—134.

Bemerkungen über Gitterbalken und volle Blechbalken.— Allgemeine Bauzeitung, Wien, 1861. 26. Jg., N. 4/5, S. 108—117.

Заметки о торговле в Америке пшеницей и о зависимости между производством торговли и состоянием путей сообщения.— ЖГУПСИПЗ, 1861, т. XXXIV, кн. 3, с. 1—34.

О колесах, употребляемых в Америке для вагонов и паровозов.— ЖГУПСИПЗ, 1861, т. XXXIV, кн. 4, с. 130—156.

О Гуссакском тоннеле и железной дороге, проводимой через Серые горы между долинами рек Гюдсон и Коннектикут.— ЖГУПСИПЗ, 1861, т. XXXV, кн. 5, с. 1—16.

О некоторых смазках, употребляемых в Северо-Американских Штатах для подвижного состава железных дорог.— ЖГУПСИПЗ, 1861, т. XXXV, кн. 6, с. 74—75.

О сложной системе, представляющей соединение арки с раскосной системой.— ЖГУПСИПЗ, 1864, т. 43, кн. 4, с. 165—194.

Заметки о тарифе на перевозку пассажиров и товаров и вообще о коммерческой части предприятия железных дорог.— ЖГУПСИПЗ, 1864, т. 43, кн. 4, с. 310—364.— То же, отд. отт., 1864, с. 1—56.

Заметки по поводу статей гг. Фон-Гроффе и Комаровского насчет судоходства на р. Дону.— Бирж. ведомости, 1865, 13 янв., № 9.

Заметки насчет построения в России железных дорог.— Бирж. ведомости, 1865, 3 марта, № 47; 12 марта, № 55; 17 марта, № 59.

Возражение г. Журавского на статью «Голоса» о состоянии водяных сообщений в России.— Голос, 1865, 5 марта, № 64.

Каким образом привлечь капиталы на сооружение железных дорог? Выступление на заседании Географического общества по отделению статистики 17 декабря 1865 г.— СПб., ведомости, 1865, 23 дек., № 339.

О средствах для постройки железных дорог.— Сев. почта, 1865, 24 дек., № 281.

Соображение о размере поперстной платы на товары тех же классов на Варшаво-Петербургской и Вержболово-Петербургской линиях. Изд. литогр., 1865. 15 с., 7 табл.

Заметки о мостах в Соединенных Штатах Америки.— Журн. МПС, 1866, кн. 4, с. 1—28.

Заключительное слово председателя на заседании членов Русского технического общества 5 апреля 1867 г. «По вопросу о мерах к возвышению производства наших механических заводов».— Зап. РТО, 1867, вып. 3, с. 192—194.

Соображения по поводу программы железнодорожной статистики.— Журн. МПС, 1872, кн. 4, с. 9—24. Соавторы: В. И. Граве, Л. И. Перль, А. И. Баладин.

Речь 11 ноября 1872 г. при избрании председателем III отдела РТО на новый срок.— Зап. РТО, 1872, вып. 5, с. 184—185.

О сборке и установке железных мостов на Николаевской железной дороге.— Зап. РТО, 1874, № 3, с. 123.

Техники и администрация.— Зап. РТО, 1874, № 3, с. 161—166. Заметки, касающиеся управления техническо-промышленными предприятиями.— Зап. РТО, 1875, № 6, с. 201—232.

Извлечение из рапорта инженер тайного советника Журавского по поводу осмотра работ по устройству Веребьинского обхода на Николаевской железной дороге.— Журн. МПС, 1879, № 3, с. 58—60.

Отзыв заведующего технической и инспекторской частями по железным дорогам... на резолюции съезда главных по машиностроительной промышленности деятелей.— Зап. РТО, 1879, вып. 3, с. 97—98.

Сведения по вопросам, возбужденным съездом представителей машиностроительной промышленности, доставленные г. директором департамента железных дорог при отзыве от 26 января 1879 г.— Зап. РТО, 1879, вып. 4, с. 169—170.

К. А. Будзынский.— В кн.: Гимназия высших наук и лицей князя Безбородко. 2-е изд., испр. и доп. СПб., 1881, с. 232—233.

П. И. Собко.— В кн.: Гимназия высших наук и лицей князя Безбородко, с. 457—460.

По поводу новых технических условий для поставки рельсов.— Инженер: Журн. МПС, 1886, кн. 9/10, с. 419—428; кн. 11/12, с. 451—471.

Речь на праздновании 77-й годовщины Института инженеров путей сообщения.— Изв. собр. инж. путей сообщения, 1887, т. III, вып. 1, с. 108.

*Важнейшие постановления
техническо-инспекторского комитета,
подписанные Д. И. Журавским*¹

- 30 марта 1878 г. Относительно правил испытания и приема железных и стальных рельсов, с техническими условиями приема (1878, № 13)
- 30 июня 1878 г. Об установлении однообразных правил освидетельствования железнодорожных мостов и надзора за этими сооружениями (1878, № 32).
- 11 мая 1879 г. По производству железными дорогами испытаний над пригодностью разных сортов русских и иностранных углей к отоплению паровозов (1879, с. 490—491).
- 31 августа 1879 г. О дополнениях к установленным МПС правилам о принятии рельсов (1879, с. 822—824).

¹ Цит. по: Указатель правительственных распоряжений по МПС.— Журн. МПС.

- 4 января 1880 г. Об устройстве при мостах струенаправляющих и струепроводных дамб (1880, № 3, с. 17).
- 22 января 1880 г. По осмотру директором департамента в сентябре месяце 1879 г. некоторых железных дорог (1880, № 5, с. 60—63)
- 22 января 1880 г. О порядке снабжения минеральным топливом железных дорог и прочих потребителей (1880, № 5, с. 93—99)
- 25 сентября 1880 г. О доставлении во временную ревизионную комиссию государственного контроля отчетов, правил перевозок и тарифов железных дорог (1880, № 31, с. 569)
- 6 октября 1880 г. Инструкция по надзору за телеграфами железных дорог
- 14 ноября 1880 г. Об устройстве на станциях хвостовых упорных путей и о мерах против угона вагонов со станции ветром (1880, с. 660—662)
- 19 сентября 1881 г. Об испытании паровозных и других паровых котлов на железных дорогах (1881, с. 483—485)
- 7 октября 1881 г. О нормальных условиях по приемке и испытанию портландских цементов (1881, с. 531—541)
- 30 октября 1881 г. О порядке испытаний открывающихся для движения железнодорожных мостов (1881, с. 582)
- 5 декабря 1881 г. О своевременном представлении постановлений правлений железнодорожных обществ о предложениях по изменению тарифов (1881 г., с. 654)
- 11 марта 1882 г. О мерах к обеспечению полотна и искусственных сооружений железных дорог от повреждения весенними водами (1882, с. 108—109)
- 19 марта 1882 г. Об употреблении цемента русского производства (1882, № 12, с. 119—121)
- 3 августа 1882 г. О мерах предосторожности для обеспечения безопасности движения поездов во время сильных ливней (1882, № 32, с. 380—382)
- 30 сентября 1882 г. О содержании, устройстве и перестройке чугунных труб под полотном железных дорог (1882, № 41, с. 483—492)
- 15 июня 1883 г. О рельсовых скреплениях из литой стали (1883, № 28, с. 410—412)
- 19 октября 1883 г. Правила содержания и охранения паровозных железных дорог, открытых для общественного пользования. Утверждены министром путей сообщения по докладу техническо-инспекторского комитета железных дорог от 20 декабря 1882 г. Введены циркуляром ТИК от 19 октября 1883 г. (1883, № 43, с. 643—687)
- 5 января 1884 г. О технических условиях проектирования верхнего строения железнодорожных мостов (1884, № 2, с. 17—22)
- 7 февраля 1884 г. О воспрещении на тех участках железных дорог, на которых производится ныне отопление паровозов и постоянных паровых машин минеральным топливом, переходить на отопление дровами без разрешения на то МПС и о своевременной замене дровяного отопления минеральным (1884, с. 83—84)
- 19 июня 1883 г. Правила движения по железным дорогам (паровозным), открытым для общественного пользования. Утверждены министром путей сообщения по докладу техническо-инспекторского комитета железных дорог от 19 июня 1883 г. (1884, с. 138—199)

16 июня 1884 г. О нормах для расчета отверстий каменных труб и открытых мостиков, перекрывающих ручьи и сухие овраги, бассейны которых не превосходят 50 кв. верст (1884, с. 432—433).

Литература о Д. И. Журавском

- Ашкенази Е. К.* Первые в России испытания древесины на прочность.— Вестн. машиностроения, 1954, № 12, с. 93—95.
- Баргенов И. А.* Зодчие и строители Ленинграда. Л., 1963, с. 154—155.
- Беллев Н. М.* Дмитрий Иванович Журавский (1821—1891).— В кн.: Люди русской науки. М., 1948, т. 2, с. 906—913.
- Беллев Н. М.* Дмитрий Иванович Журавский (1821—1891).— В кн.: Люди русской науки: Очерки о выдающихся деятелях естествознания и техники. Техника/Под ред. И. В. Кузнецова. М., 1965, с. 149—156.
- Бернштейн С. А.* Забытые страницы из истории русской строительной механики.— Труды по истории техники. М., 1954, вып. VIII, с. 31—35.
- Бернштейн С. А.* Очерки по истории строительной механики. М., 1957, с. 59—63, 167—174.
- Большаков В. В.* Краткий исторический очерк развития деревянных конструкций в СССР.— Труды по истории техники, М., 1954, вып. VIII, с. 48—50.
- Большаков В. В.* Передовая роль и значение работ отечественных ученых и новаторов в развитии деревянных конструкций.— Сб. тр. Моск. инж.-строит. ин-та им. Куйбышева, 1954, № 8, с. 17—20.
- Большаков В. В.* Передовая роль отечественной науки и техники в теории и практике применения консольных систем.— В кн.: Исследования по деревянным конструкциям. М., 1958, с. 5—22.
- Большаков В. В.* Ценный вклад в строительную науку.— Строит. пром-сть, 1956, № 12, с. 38—41.
- Бородин А. Д.* И. Журавский: [Некролог].— Инженер, Киев, 1892, № 1, с. 43—44.
- Быков П. В.* Д. И. Журавский.— Всемир. иллюстрация, 1890, т. 44, № 5 (1123), с. 80—82.
- Б-ов П. Д.* И. Журавский.— Нива, 1890, № 33, с. 842—843.
- Виденский И. Г.* Дмитрий Иванович Журавский (основатель научного мостостроения) (1821—1891): Библиогр. памятка, Курск, 1952, 8 с.
- Воронин М. И.* К истории изысканий и проектирования Петербурго-Московской железной дороги.— Сб. тр. ЛИИЖТа, М., 1952, вып. 143, с. 46—47, 60—61, 72.
- Воронин М. И.* К столетию возведения железного шпиля собора Петропавловской крепости в Ленинграде.— Сб. тр. ЛИИЖТа, Л., 1962, вып. 181, с. 130—143.
- Воронин М. И.* Выдающийся деятель транспортного строительства: (К 150-летию со дня рождения Д. И. Журавского).— Трансп. стр-во, 1971, № 12, с. 54—55, 58.
- Воронин М. И., Воронина М. М.* Павел Петрович Мельников, 1804—1880. Л., 1977, с. 45—47.
- Гербель Н. В.* Д. И. Журавский.— В кн.: Лицей князя Безбородко. СПб., 1859, с. 77—84, 189.

- Гербель Н. В. Д. И. Журавский.*—В кн.: Гимназия высших наук и лицей князя Безбородко. 2-е изд. СПб., 1881, с. 390—398, XLIV—VLVI.
- Гумилевский Л. И.* Русские инженеры. М., 1947, с. 178—183.
- Гумилевский Л. И.* Мастера техники. М.; Л., 1949, с. 149—159.
- Дестрем М. Г.* Разбор сочинения г. подполковника Журавского под названием: «Результат исследований системы Гау, примененной к мостам С.-Петербурго-Московской железной дороги.— В кн.: Двадцать четвертое присуждение учрежденных П. Н. Демидовым наград 28 мая 1855 года. СПб., 1855, с. 27—56.
- Дмитрий Иванович Журавский.* СПб.: Тип. Эрлих, 1897. 12 с.
- Дмитрий Иванович Журавский* — основатель научного мостостроения.— В кн.: Куряне — выдающиеся деятели науки и техники. Курск, 1950, с. 63—73.
- Д. И. Журавский:* Некролог.— Курские губ. ведомости, 1891, 27 нояб., № 95.
- Д. И. Журавский:* Некролог.— Нижегород. вестн. пароходства и пром-сти, 1891, № 12, с. 170.
- Д. И. Журавский:* Некролог.— Новое время, 1891, № 5651.
- Д. И. Журавский:* Некролог.— Правительств. вестн., 1891, 23 нояб., № 255, с. 3.
- Дмитрий Иванович Журавский (1821—1891).*— В кн.: Справочная книжка железнодорожника, М., 1950, с. 20—21; 2-е изд. М., 1952, с. 28.
- Евграфов Г. К.* Русские мостовики.— Ж.-д. трансп., 1944, № 10/11, с. 79—85.
- Евграфов Г. К.* Журавский Дмитрий Иванович.— В кн.: Ученые и изобретатели железнодорожного транспорта: Сб. ст. М., 1956, с. 51—60.
- Житков С. М.* Журавский Дмитрий Иванович.— В кн.: Житков С. Биографии инженеров путей сообщения. СПб., 1893, вып. 2, с. 22—45.
- Журавский Дмитрий Иванович.*— В кн.: Энцикл. словарь/Брокгауз и Ефрон. 1894. т. XII (23 п/т), с. 53.
- Журавский Дмитрий Иванович.*— В кн.: Новый энцикл. словарь/Брокгауз и Ефрон, Б. г., т. 18, с. 19.
- Журавский Д. И.*— В кн.: Биографический словарь деятелей естествознания и техники. М., 1958, т. 1, с. 346—347.
- Журавский Дмитрий Иванович.*— В кн.: Большая советская энциклопедия. 2-е изд. М., 1952, т. 16, с. 236—237.
- Журавский Дмитрий Иванович.*— В кн.: Большая советская энциклопедия. 3-е изд. М., 1972, т. 9, с. 245.
- Журавський Дмитро Іванович.*— В кн.: Українська радянська енциклопедія. 1961, т. 5, Київ, с. 103.
- Зворыкин Д. Н.* Развитие строительной науки в СССР. М., 1981, с. 61—63.
- Зензинов Н. А., Рыжак С. А.* Выдающиеся инженеры и ученые железнодорожного транспорта. М., 1978, с. 66—78.
- История строительной техники/Под общ. ред. В. Ф. Иванова.* Л.; М., 1962, с. 243—244, 332—336.
- Ленинградский ордена Ленина институт инженеров железнодорожного транспорта имени академика В. Н. Образцова, 1809—1959.* М., 1960, с. 66—67, 70—71, 76, 123, 133, 134—135.
- Лукин А. П.* Выдающиеся русские мостовики XIX столетия.— В кн.: Труды Военно-транспортной академии Вооруженных Сил. Л., 1949, вып. 17, с. 4—11.

- Митинский А. Н., Ашкенази Е. К.* Об одной малоизвестной работе Д. И. Журавского («О балках решетчатых и о балках со сплошной стенкой из листового железа»).— Вестн. инженеров и техников, 1951, № 6, с. 262—265.
- Никифоров С. Н.* Участие русских ученых XIX в. в разработке основных положений сопротивления материалов.— Вестн. МГУ, 1948, № 10, с. 76—78.
- Николаи Л. Ф.* Краткие исторические данные о развитии мостового дела в России.— Сб. ИИПС, СПб., 1898, вып. 48, с. 97—102, 116—117.
- Общий отчет о 24-м присуждении Демидовских наград за 1854 год.— Журн. М-ва нар. просвещения, 1855, ч. 88, отд. III, с. 3—6.
- Орловский Б.* Шеренга великих инженеров строителей и гидростроителей. Варшава, 1980, с. 83—86.
- Очерки истории строительной техники России XIX—начала XX века. М., 1964, с. 61, 62, 89—90, 92.
- Очерки истории техники в России (1861—1917). М., 1975. Страницы по именованному указателю.
- Парфенов В.* Строитель мостов.— Огонек, 1951, № 49, с. 16.
- Пукин А. Л.* Архитектура отечественных мостов. Л., 1982, с. 40—41.
- Пятидесятилетие института и корпуса инженеров путей сообщения.— Рус. худож. листок, 1859, № 35, с. 121—122.
- Рабинович И. М.* Курс строительной механики. Ч. I. М.; Л., 1950, с. 16, 59, 130, 133, 279—280; Ч. II. М., 1954, с. 175, 265.
- Ракчеев Е. Н.* Очерк развития теории упругости в России во второй половине XIX—начале XX века (1861—1917).— В кн.: Труды Ин-та истории естествознания и техники. М., 1959, т. 22, с. 216—217.
- Ракчеев Е. Н.* Дмитрий Иванович Журавский: (К 150-летию со дня рождения).— Прикл. механика, 1972, т. 8, вып. 1, с. 126—128.
- Ракчеев Е. Н.* Дмитрий Иванович Журавский (1821—1891).— Изв. АН СССР. Механика твердого тела, 1972, № 2, с. 191—192.
- Ракчеев Е. Н.* Развитие исследований касательных напряжений при изгибе.— В кн.: Проблемы истории математики и механики. М.: Изд-во МГУ, 1972, вып. 1, с. 125—132.
- С. [Сытенко Н. А.] Применение треугольной подкосной системы Д. И. Журавского английскими инженерами в Индии для железнодорожного Аттоцкого моста.— Ж.-д. дело, 1885, № 35/36, с. 248—250.
- Скальковский К. А. Д. И. Журавский.*— В кн.: Наши государственные и общественные деятели. СПб., 1890, с. 130—133.
- Сытенко Н. А.* О Дмитрие Ивановиче Журавском.— Ж.-д. дело, 1891, № 44, с. 445—446.
- Сытенко Н. А.* О работах по возобновлению Мстинского моста.— Зап. РГО, 1872, вып. 2, с. 76—80.
- Талантливый инженер [Д. И. Журавский].— Путь и путевое хоз-во, 1965, № 2, с. 22—23.
- Тимошенко С. П.* Д. И. Журавский и его вклад в теорию сооружений.— В кн.: Тимошенко С. П. Прочность и колебания элементов конструкций./Под ред. Э. И. Григолюка. М., 1975, с. 644—651.
- Тимошенко С. П.* История науки о сопротивлении материалов с краткими сведениями из истории теории упругости и теории сооружений./Пер. с англ. В. И. Контовта; Под ред. А. Н. Митинского. М., 1957. Страницы — по именованному указателю.

- Толмачев К. Х.* Знаменитый русский строитель мостов Д. И. Журавский.— Стр-во дорог, 1949, № 5, с. 19—20.
- Толмачев К. Х.* Знаменитый русский строитель мостов Д. И. Журавский.— В кн.: Тр. науч. конф. посвящ. роли рус. и сов. ученых в мировой науке и технике. 6—8 мая 1948 г. Омск, 1949, вып. 1, с. 59—75.
- Торжественное открытие бюста инженера-строителя Д. И. Журавского.— Строитель, 1897, № 3, с. 112.
- Уродков С. А.* Петербурго-Московская железная дорога. История строительства. Л., 1951, с. 77—80.
- Чествование Д. И. Журавского.— Народ, 1897, № 67, 10 (22) февр.
- Чествование памяти Д. И. Журавского.— Новое время, 1897, 10 (22) февр., № 7598.
- Чествование памяти инженера Дмитрия Ивановича Журавского.— Изв. собр. инж. путей сообщения, 1897, т. XVII, № 5, с. 65—76; То же. В кн.: Сб. ИИПС. СПб., 1899, вып. 52, с. 1—32; То же.— Отд. отт.: Изв. собр. инж. путей сообщения, СПб., 1897. 43 с.
- Шевченко Н. И.* Развитие теории и методов расчета стержневых систем на прочность в России в XIX веке.— Тр. Саратов. автодор. ин-та, 1960, сб. 16, т. 2. Строительство, с. 125—131.
- Щусев П. В.* Мосты и их архитектура. М., 1952, с. 281—282.
- Языков Д. Д.* Обзор жизни и трудов русских писателей и писательниц. СПб., 1909, вып. 11, с. 54—55.
- Яковлев Н. П.* Акустический метод определения усилий в стержневых фермах: (Метод Д. И. Журавского).— В кн.: Сб. студ. н.-и. работ. Саратов. ин-т механизации сел. хоз-ва им. Калинина, 1951; вып. 1, с. 88—96.
- Csonka P. Dimitri Ivanovich Jourawski.*— Épités-és közlekedéstud. közl., 1959, k. 3, N 3/4, old. 377—389.
- Csonka P. Dimitri Ivanovich Jourawski.*— Acta techn. Acad. sci. hung., Bp., 1960, k. 28, N 3/4, old. 423—439.
- Lang G.* Zur Entwicklungsgeschichte der Spannwerke des Bauwesens. Riga, 1890.
- Timoshenko S. D. I. Jourawski and his contribution to theory of structures.*— Beitrage zur angewandten Mechanik von H. Beer, W. Flügge, K. Karas/Hrsg. aus Anlass des 65. Geburtstages von K. Federhofer und des 60. Geburtstages von K. Girkmann. Wien, 1950, S. 115—123.
- Timoshenko S.* History of strength of materials. With a brief account of the history of theory of elasticity and theory of structures. N. Y. etc., 1953.
- Todhunter I., Pearson K.* A history of the theory of elasticity and of the strength of materials. Cambridge, 1893, vol. 2, p. 641—642, 686.

Именной указатель

- Августинович Виктор Доменикович — инженер путей сообщения (1842) * 6, 183
- Ададунов Иван Евграфович (1841—?) — начальник Рязанско-Козловской железной дороги 117
- Адам — американский инженер-мостостроитель 109
- Аистов Николай Николаевич — советский ученый в области строительных конструкций 103
- Андреев Евгений Николаевич (1829—1889) — технолог, секретарь Русского технического общества, 132, 139
- Анненков Михаил Николаевич (1835—1899) — генерал-майор, заведующий передвижением войск 144
- Антонов Николай Ильич (1810?—1866) — инженер путей сообщения (1832) 30, 56, 59, 70, 75
- Арнольд Максимилиан Юльевич (Георгиевич) (1838—?) — инженер-архитектор 98
- Ашкенази Елена Константиновна — советский ученый в области механики материалов 200, 201, 204, 206
- Бабуров Николай Аветисович — горный инженер 155
- Базен (Bazaine) Пьер Доминик (Петр Петрович) (1786—1838) — профессор математики, директор Института инженеров путей сообщения (1824—1834) 14, 37
- Баладин Александр Иванович — инженер путей сообщения (1831) 128
- Баранов Эдуард Трофимович (1811—1884) — председатель комиссии для исследования железнодорожного дела в России (1876—1884) 143
- Барлоу Питер (Barlow, 1776—1862) — английский физик и математик 206
- Барминский Александр Васильевич (1828—1896) — инженер путей сообщения (1853) 158
- Бартнер — обер-машинист 71
- Безпалов Николай Александрович (1810—1878) — инженер путей сообщения (1830) 200
- Бек-Гергард Василий (Вильгельм) Николаевич — горный инженер (специалист по приемке рельсов, в 1880-е годы) 155, 158
- Беланже Жан Багист Шарль Жозеф (Bélanger, 1789—1874) — французский математик и механик 196
- Белелюбский Александр Аполлонович (1851—1911) — инженер путей сообщения (1872) 67, 125, 128
- Белелюбский Николай Аполлонович (1845—1922) — инженер путей сообщения (1867), ученый в области строительной механики и мостостроения 6, 125—128, 134, 141, 156, 207, 210, 211, 212

* Здесь и далее в скобках указан год окончания Института инженеров путей сообщения.

- Белзецкий Станислав Игнатъевич (1856—1931) — инженер путей сообщения (1884), ученый в области строительной механики и теории упругости 212
- Белинский Алий Васильевич (1842—?) — инженер путей сообщения (1868) 142
- Беляев Николай Михайлович (1890—1944) — инженер путей сообщения (1916), советский ученый в области прочности материалов 213
- Белянкин Федор Павлович (1892—1972) — советский ученый в области прочности материалов и инженерных конструкций 207
- Бенардос Николай Николаевич (1842—1905) — русский изобретатель, создатель электрической дуговой сварки 150
- Бениславский Михаил Александрович — инженер путей сообщения (1843) 70
- Бент ковский Карл Феликсович — инженер путей сообщения (1842) 141
- Бернштейн Сергей Александрович (1901—1958) — советский ученый в области строительной механики 34, 169, 176, 189, 213
- Бетанкур Августин Августинович (Béthencourt у Molina, 1758—1824) — инженер-механик и строитель, директор Института путей сообщения (1810—1824) 36
- Бланк Григорий Борисович (1811—1889) — публицист 76
- Елиох Иван Станиславович (1836—1901) — экономист, статистик и финансист 110
- Бобарыков Иван Иванович (1869—1928) — специалист в области сопротивления материалов 207
- Бобринский Алексей Алексеевич (1800—1868) — агроном и предприниматель 26
- Боголюбов Алексей Николаевич — советский историк механики 36
- Богомолец — купец-подрядчик (кирпичные работы) 99, 100
- Боград Владимир Эммануилович — советский литературовед и библиограф 77
- Болес Гарман (1683 — после 1750) — плотник и «мастер по устройству спицев» 94
- Большаков Владимир Владимирович — советский ученый, специалист в области деревянных конструкций 37, 213
- Бостанджогло Василий Михайлович — русский предприниматель 135
- Боткин Яков Алексеевич (1850—?) — врач-психиатр 159
- Браун (?—1822) — инженер ведомства путей сообщения 36
- Браун Г. — американский инженер, совещательный инженер на строительстве Петербурго-Московской железной дороги 69, 108
- Брауэр Б. — «мастер по устройству спицев» (1770-е годы) 95
- Бресс Жак Антуан Шарль (Bresse, 1822—1883) — французский инженер, ученый в области механики 196, 197, 208, 212
- Бубнов Иван Григорьевич (1872—1919) — корабельный инженер, ученый в области строительной механики 212
- Бугайский Михаил (1798—?) — инженер путей сообщения (1817) 38
- Будзынский Константин Андреевич (1807—?) — профессор математики Нежинского лицея 11
- Бульмеринг К. Э. — инженер ведомства путей сообщения (1820-е годы) 37
- Буняковский Виктор Яковлевич (1804—1889) — русский математик, академик 13, 15, 17, 19, 20
- Бурр (Берр) — американский изобретатель (мостостроение) 49, 107
- Бутаков Григорий Иванович (1820—1882) — адмирал 43

- Бушен Артур Богданович (1830—1876) — статистик 138, 139
- Васильев Борис Дмитриевич (1890—1963) — советский ученый в области фундаментостроения 103
- Вендрих Альфред Альфредович (1845—?) — военный инженер 145
- Вержбовский Артур (Степан) Иванович (1825—1878) — инженер путей сообщения (1844) 127
- Верига Игнатий Григорьевич (Георгиевич) — инженер путей сообщения (1829) 30, 54
- Вертгейм Вильгельм (Wertheim, 1815—1861) — французский исследователь механических свойств материалов 204
- Верховский Владимир Михайлович (?—1916) — инженер путей сообщения (1860) 113, 142, 156
- Вёлер Август (Wöhler, 1819—1914) — немецкий инженер, ученый в области испытания материалов 198
- Вика Луи Жозеф (Vicat, 1786—1861) — французский инженер, ученый в области механики материалов 191
- Виньоль Шарль (Vignoles, 1793—1875) — английский инженер-мостостроитель 48
- Виргинский Виктор Семенович — советский историк техники 21, 22, 23
- Виртембергский Александр (1771—1833) — главноуправляющий путями сообщения (1822—1833) 23
- Висковатов Василий Иванович (1779—1812) — русский математик, академик 14
- Воз Джордж Леонард (Vose, 1831—1910) — американский инженер 107
- Волков Матвей Степанович (1802—1878) — инженер путей сообщения (1821), профессор Института инженеров путей сообщения 18, 19, 20, 22
- Волков Михаил — плотник (1770-е годы) 95
- Воль Проспер Васильевич (?—1873) — инженер путей сообщения (1857) 112, 134, 137
- Воробьев Егор Григорьевич — инженер путей сообщения (1843) 70
- Воронин Михаил Иванович — советский специалист в области изыскания и проектирования железных дорог, историк транспорта 24, 30, 31, 42, 45, 48, 61, 75, 94, 103, 114, 146, 213
- Воронина Маргарита Михайловна — советский историк техники 24, 31, 45, 61, 75, 114
- Вронченко Федор Павлович (1780—1852) — министр финансов 61
- Вышнеградский Иван Алексеевич (1831—1895) — инженер, ученый в области автоматического регулирования и конструирования машин, 132, 136
- Вяземская Мария Петровна (1831—1898) — жена Д. И. Журавского 160
- Гадолин Аксель Вильгельмович (1828—1892) — русский ученый в области артиллерии, механической обработки металлов и кристаллографии, академик 139
- Галилей Галилео (1564—1642) — итальянский физик, механик и астроном — 189
- Ганри О. (?—1829) — французский инженер, профессор Института инженеров путей сообщения 38
- Гау Вильям (Howe, 1803—1852) — американский изобретатель, автор системы мостов 43, 161
- Гега Карл (Ghega, 1802—1860) — австрийский инженер 44, 161, 162

- Гейдатель Иван Осипович (1801—1871) — инженер путей сообщения (1829) 105
- Гельфер Альфред Августович — инженер, специалист в области дорожного дела и мостостроения 46
- Гербель Николай Васильевич (1827—1883) — русский поэт, переводчик и издатель 12, 160, 208
- Герсеванов Михаил Николаевич (1830—1907) — инженер-строитель, гидротехник 132, 136, 210
- Герсеванов Николай Борисович (? — 1871) — генерал-майор 76, 77
- Герстнер Франц Антон (Gerstner, 1793—1840) — инженер и предприниматель 23, 24, 44
- Герстфельд Эдуард Иванович (1798—1878) — военный инженер, железнодорожный строитель, администратор 73
- Гесс Герман Иванович (1802—1850) — русский химик, академик 13, 15, 17
- Гесте (Гести) Василий Иванович (1763—1832) — инженер-архитектор 36
- Гибшман Евгений Евгеньевич — советский ученый в области мостостроения 47
- Глади Григорий Васильевич (1799—1865) — купец-подрядчик 93
- Глазенап Павел Александрович (1818—1882) — инженер путей сообщения (1838) 70
- Глухов Владимир Семенович (1813—1892) — инженер путей сообщения (1832) 17, 131
- Глушинский Иосиф Павлович (1834—1898) — инженер путей сообщения (1854) 105, 169
- Гоголь Николай Васильевич (1809—1852) — русский писатель 9
- Головачев Алексей Адрианович (1819—1903) — общественный деятель и публицист 73
- Гордеев Яков Николаевич (1851—1922) — инженер путей сообщения, (1874), профессор Института инженеров путей сообщения 126
- Готман Андрей Данилович (1790—1865) — инженер путей сообщения (1813), директор Института инженеров путей сообщения (1836—1843) 15, 28, 37, 39, 96
- Граве Владимир Иванович (1817—1892) — инженер путей сообщения (1837) 30, 49, 50, 52, 59, 70, 128
- Гребенка Евгений Павлович (1812—1842) — украинский и русский писатель и поэт 9
- Гронский Павел Ефимович (1842—1894) — военный инженер, работал на железных дорогах 133
- Грубенман Иоганн Ульрих (Grubenmann, 1709—1783) — швейцарский мостостроитель 34, 35
- Гурьев Семен Емельянович (1764—1813) — русский механик и математик, 14
- Гучков Иван Федорович (1809—1865) — предприниматель 106
- Данилов Михаил Алексеевич (1831—1899) — инженер путей сообщения (1852) 144
- Деятин Александр Петрович (1799—1850) — инженер путей сообщения (1817) 28
- Деят Иван — горный кондуктор на Воткинском заводе 99, 100
- Дельвиг Андрей Иванович (1813—1887) — инженер путей сообщения (1832), специалист по водоснабжению 26, 27, 71, 88, 91, 113, 116, 120, 132, 139

- Дервиз Павел Григорьевич (?—1881) — железнодорожный предприниматель 117
- Дестрем Морис Гугович (Destreme, 1788—1855) — инженер ведомства путей сообщения 23, 26, 28, 72, 171
- Добролюбов Николай Александрович (1836—1861) — русский литературный критик, публицист, революционный демократ 93
- Дьяков Алексей Афанасьевич (1720—1789) — архитектор 94
- Дюгамель Анри Луи (Duhamel du Monceau, 1700—1781) — французский естествоиспытатель 191, 192
- Евграфов Георгий Константинович (1895—1967) — советский ученый в области мостостроения 214
- Евневич Ипполит Антонович (1831—1903) — инженер-технолог, ученый в области механики и гидравлики 132
- Евреинов Вячеслав Дмитриевич (1808—1868) — инженер путей сообщения (1831) 18, 109, 131
- Егоров Иван Евграфович — секретарь совета управления Главного общества российских железных дорог 91
- Ераков Лев Александрович (1839—1885) — инженер путей сообщения 121, 155, 158
- Еремеев Антон — плотник (1770-е годы) 95
- Ермаков К. А. — советский историк транспорта 88
- Ершов Александр Степанович (1818—1867) — профессор Московского университета, специалист в области практической механики 34, 83
- Жакелин — французский инженер 120
- Житков Сергей Михайлович (1851—1910) — инженер путей сообщения (1874) 15, 130, 143, 147
- Жуковский Андрей Тимофеевич (1831—1873) — архитектор 131
- Журавская Любовь Дмитриевна — мать Д. И. Журавского 8
- Журавский Василий Сидорович — дед Д. И. Журавского 8
- Журавский Иван Васильевич — отец Д. И. Журавского 8
- Журавский Николай Иванович (1820—1887) — брат Д. И. Журавского 8, 12, 160
- Журавский Петр Иванович (1816—1848) — брат Д. И. Журавского 12, 160
- Журавский Ромил Иванович (1832—1862) — брат Д. И. Журавского 160
- Журавский Сидор — прадед Д. И. Журавского 8
- Заика Ефим Никитич (1834—1874) — инженер путей сообщения (1855) 104, 105
- Звягинцев Аркадий (Андрей) Илларионович — инженер путей сообщения (1873) 130
- Зорин Иван — старший мастер Воткинского завода (1850-е годы) 99
- Иваницкий Владимир Платонович — советский историк транспорта 149, 153
- Иванов Вячеслав Федорович — советский ученый, специалист по деревянным конструкциям 103
- Ивуков Григорий — старший мастер Воткинского завода (1850-е годы) 99, 100
- Ильинский Дмитрий Петрович — советский историк транспорта 149, 153

- Иосса Александр Андреевич (1810—1894) — металлург 99, 100, 139
 Иосса Николай Александрович (1845—1916) — металлург 152
- Казнаков Василий Геннадиевич (1822—1877) — инженер путей сообщения 106
- Казначеев Александр Александрович — инженер путей сообщения (1844) 91
- Калмыков Николай Яковлевич — советский ученый в области мостостроения 47
- Кавкрин Егор Францевич (1774—1845) — министр финансов (1823—1844) 23, 61
- Караев Георгий Николаевич — генерал-майор 144
- Караченцев — топограф 66
- Каргин Дмитрий Иванович (1880—1949) — историк техники 60, 61
- Кениг Иван Федорович (1822—1880) — инженер путей сообщения (1843) 106
- Кеппен Алексей Петрович — горный инженер 112, 148, 150, 152
- Кербедз Станислав Валерианович (1810—1899) — инженер путей сообщения (1831), мостостроитель 6, 18, 25, 39, 45, 47, 74, 89, 99, 106, 121, 132, 208
- Киприянов Валериан Александрович (1818—1889) — инженер путей сообщения (1839) 20, 27, 75
- Кириллов Вячеслав Сергеевич — советский специалист по строительным конструкциям и мостостроению 47
- Кирпичев Виктор Львович (1845—1913) — ученый в области механики и сопротивления материалов 212
- Кирхнер Валериан Иванович — инженер путей сообщения (1832) 30, 55
- Киселев Павел Дмитриевич (1788—1872) — министр государственных имуществ 23
- Кислинский Николай Андреевич — начальник канцелярии комитета министров 88, 114
- Кислянский Владислав Николаевич — инженер путей сообщения (1863) 127, 150
- Клапейрон Бенуа Поль Эмиль (Clapeyron, 1799—1864) — французский инженер, физик 14, 22
- Кларк Эдвин (Clark) — английский инженер 39
- Клейнмихель Петр Андреевич (1793—1869) — главноуправляющий путями сообщения (1842—1856) 26—28, 39, 44, 58, 59, 61, 63, 65, 69, 71, 75, 79
- Кокорев Василий Александрович (1817—1889) — откупщик и предприниматель 93
- Колесов Иван Николаевич — чиновник министерства финансов 109
- Коллиньон Карл (Collignon Charles Etienne, 1802—1885) — французский инженер 87, 110
- Коллиньон Эдуард (Collignon Romain Charles Edouard, 1831—?) — французский инженер, ученый в области строительной механики 88, 89, 90, 198, 208
- Кологривов Иван Семенович (1835—1908) — инженер путей сообщения (1856) 142, 158
- Колосов Гурий Васильевич (1867—1936) — математик, специалист по теории упругости 212
- Кольман Алексей Карлович — инженер путей сообщения (1840) 70
- Комаров Александр — инженер путей сообщения (1834) 18
- Коротков Василий Никифорович — подрядчик (металлические перекрытия) 102

- Корф Ю. Ф. — подрядчик на строительстве Петербурго-Московской железной дороги 52
- Костомаров Вадим Михайлович — советский историк техники 135
- Котляревский Иван Петрович (1821—1903) — металлург 99
- Котляревский Павел Николаевич (1847—1891) — инженер путей сообщения (1872) 142
- Кошелев Александр Иванович (1806—1883) — публицист, славяно-фил 82, 84
- Краснопольский Михаил Яковлевич (1818—1902) — инженер путей сообщения (1842) 42, 47, 75, 122, 181
- Красовский Апполинарий Каэтанович (1817—1875) — инженер путей сообщения (1836) и архитектор 103
- Крафт Николай Осипович (1798—1857) — инженер путей сообщения (1820) 25, 26, 28, 29, 44, 56, 58, 61, 208, 209
- Крафт Логин Юрьевич (Krafft, 1743—1814) — физик, академик 95
- Кроль (Кроль) Иван Христианович — чиновник ведомства путей сообщения 28
- Круковский Василий — инженер путей сообщения (1858) 89
- Крутиков М. — советский историк 19
- Крутиков Сильвестр Федорович (1817—?) — инженер путей сообщения (1837) 49, 52, 59, 70, 206
- Кудрявцев Афанасий Степанович — советский экономист, историк дорожного транспорта 31
- Кукольник Василий Григорьевич (1765—1821) — директор Нежинской гимназии (1820—1821) 9
- Кукольник Нестор Васильевич (1809—1868) — русский писатель 9
- Кулибин Иван Петрович (1735—1818) — русский механик, конструктор и изобретатель 32—34, 41
- Куломзин Анатолий Николаевич (1838—?) — чиновник канцелярии комитета министров 116
- Кулон Шарль Огюстен (Coulomb, 1736—1806) — французский физик, механик 189, 190
- Кульман Карл (Culmann, 1821—1881) — немецкий инженер, ученый в области строительной механики 44, 168
- Купфер Адольф Яковлевич (Адольф Теодор) (1799—1865) — физик, академик 13, 15, 17
- Купфер Карл Яковлевич (Карл Генрих) (1789—1838) — математик, профессор Нежинского лицея 10, 11, 17
- Куроедов Василий Петрович (1832—1888) — архитектор 98, 99, 103
- Лазаревский Александр Матвеевич (1834—1902) — историк 8
- Ламанский Евгений Иванович (1825—1902) — директор государственного банка 116
- Ламе Габриэль (Lamé, 1795—1870) — французский инженер, математик, механик 14, 21, 22, 38
- Ласковский Федор Федорович (1801—1870) — военный инженер 31
- Лебедев Петр Семенович (1816—1875) — военный писатель, журналист 95
- Ленин Владимир Ильич (1870—1924) 119
- Лессль Ф. (Laisle) — немецкий инженер, специалист в области мостостроения 198, 199
- Липин Николай Иванович (1812—1877) — инженер путей сообщения (1833) 18, 19, 20, 23, 84, 85, 109
- Лонг Стефан Гарриман (Long, 1784—1864) — американский военный инженер 42, 44, 161, 162, 172, 173

- Мальцев Сергей Иванович (1801—1893) — предприниматель 135
 Маркс Карл (1818—1883) 169
 Масанов Юрий Иванович — советский литературовед 77
 Матиссен И. — инженер Коломенского машиностроительного завода 137
 Машинский Семен Иосифович (р. 1914) — советский литературовед 9
 Мейен Христиан Христианович (1832—1871) — русский предприниматель 138
 Мельников Павел Петрович (1804—1880) — инженер путей сообщения (1825), основоположник отечественной транспортной науки 6, 18—20, 22, 24—26, 28—31, 40—44, 48—52, 54, 55, 59, 61—66, 74, 75, 77—79, 82, 85, 87, 92, 93, 96, 101, 102, 113, 114, 120, 206, 208, 209
 Менделеев Дмитрий Иванович (1834—1907) — русский химик 132
 Миклуха Николай Ильич (1817—1857) — инженер путей сообщения (1840) 12, 13
 Митинский Арсений Николаевич (1900—1957) — инженер, ученый в области строительной механики 200, 201, 213
 Михальцев Петр Петрович (1835—1903) — инженер путей сообщения (1855) 134
 Мицевич Леонард Осипович (1835—1885) — инженер путей сообщения (1859) 130
 Морен Артур Жюль (Morin, 1795—1880) — французский инженер, ученый в области прикладной механики 182, 185
 Мраморнов Виктор Васильевич — инженер-механик 207
- Навье Луи Мари Апри (Navier, 1785—1836) — французский инженер, ученый в области механики 56, 161, 189, 190, 191, 194, 195, 197
 Небольсин Григорий Павлович (1811—1896) — чиновник Министерства финансов 139, 150
 Некрасов Николай Алексеевич (1821—1878) — русский поэт 93
 Николаи Леопольд Федорович (1844—1908) — инженер путей сообщения (1871), ученый в области строительной механики и мостостроения 37, 106, 142, 150, 155, 169, 210, 211
 Нобель Людвиг Эммануилович (1831—1888) — русский инженер и предприниматель 135, 136
 Нордштейн Александр Петрович (1810—1880) — инженер путей сообщения (1829) 19
- Окунев Михаил Михайлович (1810—1873) — инженер-кораблестроитель 132, 136
 Орлай Иван Семенович (1771—1829) — директор Нежинской гимназии (1821—1826) 9
 Орловский Болеслав — польский историк техники 213
 Остроградский Михаил Васильевич (1801—1861) — математик и механик, академик 5, 13, 15—17, 19, 20
- Палладио Андреа (1508—1580) — итальянский архитектор 42
 Пален Петр Петрович — инженер путей сообщения (1836) 75
 Палибин Павел Иванович (1811—1881) — инженер путей сообщения (1826) 96, 97, 103
 Панав Валериан Александрович (1824—1899) — инженер путей сообщения (1844) 14, 16, 17, 29, 66, 71, 75, 79, 105

- Панаев Иван Иванович (1812—1862) — русский писатель, журналист 78—79
- Панаев Ипполит Александрович (1822—1901) — инженер путей сообщения (1844) 103
- Пантелеев Семен О. (?—1823) — инженер путей сообщения (1813) 37
- Паран Антуан (Parent, 1666—1716) — французский математик, механик 189, 190
- Пасхин Алексей (?—1889) — инженер путей сообщения (1858) 180, 181
- Патон Евгений Оскарович (1870—1953) — советский ученый в области сварки и мостостроения, академик АН УССР 6
- Паукер Герман Егорович (1822—1889) — военный инженер, ученый в области строительной механики 95, 96, 103, 132
- Пердонне Жан Альбер Вансен Август (Perdonnet, 1801—1867) — французский инженер 74
- Передерий Григорий Петрович (1871—1953) — советский ученый в области мостостроения и строительной механики, академик 6 45, 89
- Перейра Эмиль (Pereira, 1801—1875) и Исаак (1806—1880) — французские финансисты и предприниматели 87
- Перль Людвиг Иванович — чиновник на службе Главного общества российских железных дорог 128
- Перроне Жан Родольф (Perronet, 1708—1794) — французский инженер и архитектор 35
- Петр I (1672—1725) — русский царь (с 1682 г.), российский император (1721—1725) 32, 94
- Петров Гавриил — плотник (1770-е годы) 95
- Пиаррон де Мондезир — французский инженер 88
- Пилявский Владимир Иванович — советский историк архитектуры 26
- Погребинский Александр Петрович — советский историк 118
- Погребынский Иосиф Бенедиктович (1906—1971) — советский историк науки 16
- Поземковский Федор Антонович (1821—1896) — инженер путей сообщения (1843) 93, 103
- Полетика Василий Аполлонович (?—1888) — горный инженер и предприниматель 116, 136
- Поливанов Николай Иванович — советский специалист в области мостостроения 47
- Пост — американский инженер-мостостроитель (вторая половина XIX в.) 108
- Посьет Константин Николаевич (1819—1899) — министр путей сообщения (1874—1887) 129, 141, 153
- Потье Карл Иванович (Potier Charles Michel, 1786—1855) — французский инженер, профессор Института инженеров путей сообщения 14
- Прокофьев Михаил Алексеевич — судовладелец 129
- Проскуряков Лавр Дмитриевич (1858—1926) — советский ученый в области мостостроения и строительной механики 6
- Пунин Андрей Львович — советский архитектор 36
- Путилов Николай Иванович (1820—1880) — горный инженер и предприниматель 135, 136
- Раскин Наум Михайлович — советский историк науки и техники 33
- Роблинг Джон Август (Pöbbling, 1806—1869) — американский инженер-мостостроитель 106

- Редкин Петр Григорьевич (1808—1891) — юрист 9
- Рейхель Казимир Яковлевич — инженер путей сообщения (1819) 38, 41
- Рерберг Иван Федорович (1832 — ?) — инженер путей сообщения (1852) 88
- Рерберг Федор Иванович (1791—1871) — инженер путей сообщения (1813) 39
- Рехневский Александр Симонович (Семенович) (1836—1863) — инженер путей сообщения (1855) 6, 93, 98, 100, 184
- Романов А. Д. — инженер путей сообщения (1821) 39
- Ронделе Жан Батист (Rondelet, 1734—1829) — французский инженер 35
- Румовский Степан Яковлевич (1734—1812) — астроном, академик 95
- Салов Василий Васильевич (1839—1909) — инженер путей сообщения (1858) 66, 74, 77, 105, 134, 157
- Севастьянов Яков Александрович (1797—1849) — инженер путей сообщения (1814) 15, 20
- Селифонтов Николай Николаевич (1835—1900) — чиновник Министерства путей сообщения 27, 88
- Сементовский Константин Максимович (1823—?) — этнограф и литератор 11
- Семичев Василий Степанович (1817—1879) — инженер путей сообщения (1836) 75, 93
- Сен-Венан Адемар Жан Клод (Barré de Saint-Venant, 1797—1886) — французский ученый в области механики 190, 196, 197, 208, 212
- Скальковский Константин Аполлонович (1843—1906) — журналист 157
- Смоликовский Северин Андреевич — инженер путей сообщения (1837) 206
- Собко Петр Иванович (1819—1870) — инженер путей сообщения (1840), профессор Института инженеров путей сообщения 11, 13, 40, 46, 90, 91, 131, 134, 136, 169, 180
- Соболевский Владимир Петрович (1809—1882) — инженер путей сообщения (1830), директор Института инженеров путей сообщения (1861—1882) 131
- Соловьев Григорий Никифорович (1865—1916) — инженер путей сообщения (1891), ученый в области мостостроения 212
- Соловьева Аида Михайловна — советский историк 23, 26, 110, 118
- Солодовников — изобретатель 106
- Сребницкий Иван Афанасьевич (1850—?) 10
- Старчевский Адальберт Викентьевич (1818—1901) — журналист, издатель 79
- Стасов Василий Петрович (1769—1848) — архитектор 26
- Стефенсон Джордж (Stephenson, 1781—1848) — английский изобретатель, положивший начало развитию парового железнодорожного транспорта 22, 38
- Стефенсон Роберт (Stephenson, 1803—1853) — английский инженер, 39, 211
- Стивенсон Давид (Stevenson, 1815—1886) — английский инженер 43
- Стрелецкий Николай Станиславович (1885—1967) — советский ученый, специалист по металлическим конструкциям и мостостроению 38
- Сушкевич Антон Казимирович (1889—1961) — советский математик 10

- Сытенко Николай Абрамович (1840—?) — инженер 122, 124, 125, 134, 209
- Таун Этель (Town, 1784—1844) — американский архитектор и изобретатель 41
- Теплицкий Александр Владимирович — советский специалист в области мостостроения 46
- Телушкин Петр (?—1833) — кровельщик 95
- Тернер Федор Густавович (1828—1906) — чиновник, член Географического общества 116
- Тилло Эдуард Иванович (1820—1893) — военный инженер 132, 134
- Тимме Иван Августович (1838—1920) — горный инженер, ученый в области горнозаводской механики 140
- Тимошенко Степан Прокофьевич (1878—1962) — инженер путей сообщения (1901), ученый в области прикладной механики 169, 172, 201, 211, 212
- Толмачев Константин Хрисанфович — советский специалист по мостостроению 213
- Толь Карл Федорович (1777—1842) — главноуправляющий путями сообщения (1833—1842) 23, 26
- Томсон Джон Эдгар (Thomson, 1808—1874) — американский инженер и железнодорожный администратор 105
- Тон Константин Андреевич (1794—1881) — архитектор 28, 96, 97, 184
- Трезини Доменико Андреа (Андрей Петрович) (около 1670—1734) — архитектор 94
- Треска Анри Эдуард (Tresca, 1814—1885) — французский ученый в области механики 182
- Треттер Георг — инженер ведомства путей сообщения (1820-е годы) 37
- Трувеллер — подрядчик на строительстве Петербурго-Московской железной дороги 59—62
- Уайненс — американский инженер и предприниматель 71, 120
- Уиппл Скир (Whipple, 1804—1888) — американский инженер-мостостроитель 168
- Уистлер Джордж (Георг) Вашингтон (Whistler, 1800—1849) — американский инженер, совещательный инженер на строительстве Петербурго-Московской железной дороги 28, 44, 49, 59, 64, 65, 69, 107
- Уродков Савватий Александрович — советский историк 60
- Усов Петр Степанович (1832—1897) — инженер путей сообщения (1853) 169
- Фабр Жак Александр (Александр Яковлевич) (Fabre, 1782—?) — французский инженер, профессор Института инженеров путей сообщения, 14, 37
- Федосеев Григорий Петрович (1843—?) — горный инженер 155
- Ферберн Уильям (Fairbairn, 1789—1874) — английский инженер-изобретатель 39, 211
- Фишер Константин Иванович (1805—1868) — директор департамента железных дорог (1842—1850) 27, 28
- Френкель С. А. — варшавский банкир 87
- Фролов Петр Кузьмич (1775—1839) — русский изобретатель 21
- Ходкинсон Итон (Hodgkinson, 1789—1861) — английский ученый в области прочности 39, 96, 211

- Холодов Федор Николаевич — чиновник техниче-ско-инспекторского комитета железных дорог 137
- Хомутинников Николай Иванович (1892—1946) — советский специалист в области мостостроения 46
- Хржановский Фаддей Казимирович — инженер путей сообщения (1844) 6, 166, 201
- Христианович Василий Александрович (1803—1847) — инженер путей сообщения (1823) 37
- Хромов Павел Алексеевич — советский экономист 118
- Цаплин Сергей Афанасьевич — советский ученый в области мостостроения и строительной механики 47, 48
- Чебышев Пафнутий Львович (1821—1894) — математик и механик, академик 72, 73
- Чевкин Константин Владимирович (1803—1875) — главноуправляющий путями сообщения (1856—1862) 26—28, 75, 79, 85, 91, 96—98, 104
- Черепанов Ефим Алексеевич (1774—1842) — механик-изобретатель 21
- Черепанов Мирон Ефимович (1803—1849) — механик-изобретатель 21
- Чернышевский Николай Гаврилович (1828—1889) — русский революционер и мыслитель, писатель, экономист, философ 83, 85, 86, 160
- Чижов Дмитрий Семенович (1785—1853) — ученый в области механики 14
- Чижов Федор Васильевич (1811—1877) — ученый и предприниматель 112, 116
- Чонка Пал (Csonka) — венгерский историк техники 213
- Шадевский Александр Павлович — инженер путей сообщения (1842) 29, 30
- Шведлер Иоганн Вильгельм (Schwedler, 1823—1894) — немецкий ученый в области строительной механики 168, 196, 201
- Шевалье Мишель (Chevalier, 1806—1879) — французский инженер и экономист 43
- Шипов Александр Павлович (1800—1878) — предприниматель 135
- Шипов Дмитрий Павлович (?—1882) — предприниматель 135
- Шпаковский Александр Ильич (1823—1881) — изобретатель 134, 136
- Штиглиц Александр Людвигович (1814—1884) — петербургский банкир 87
- Штукенберг Антон Иванович (1816—1887) — инженер путей сообщения (1836) 28
- Шуберский Карл Эрнестович (1835—1891) — инженер путей сообщения (1855) 44
- Шюблер Адольф (Schübler, 1829—1904) — немецкий инженер, ученый в области мостостроения и строительной механики 198, 199
- Щеглов Николай Прокофьевич (1794—1831) — физик 21
- Щенснович Александр Николаевич (1845—?) — инженер-технолог и инженер путей сообщения (1875) 134
- Щусев Павел Викторович — архитектор, историк мостостроения 36
- Эйдригевич Тит Фомич (1834—1887) — инженер путей сообщения (1856) 130

- Эйлер Иоганн Альберт (1734—1800) — физик, академик 95
- Эйлер Леонард (1707—1783) — математик, механик и физик, академик 34
- Экеблад Христиан Адольфович (1800—1877) — директор Нежинского лицея (1835—1865) 10
- Эми (Ему) — французский инженер 35
- Энгельс Фридрих (1820—1895) 169
- Энрольд Федор Иванович (1828—1877) — инженер путей сообщения (1849), специалист в области мостостроения 105, 126, 127, 139, 169, 174
- Эрикссон Джон (Ericsson, 1803—1889) — американский изобретатель 105
- Юшкевич Адольф Павлович — советский историк математики 16**
- Якубенко Алексей Федорович — инженер путей сообщения (1872) 134**
- Якубовский Борис Васильевич — советский инженер-мостостроитель и историк техники 34**
- Яниш Николай Иванович — инженер ведомства путей сообщения (работал в 1805—1835 гг.) 37, 38, 47**
- Янушевский Игнатий Семенович — инженер путей сообщения (1828) 17**
- Ясинский Феликс Станиславович (1856—1899) — инженер путей сообщения (1877), ученый в области строительной механики 125**
- Ястржембский Николай Феликсович (1808—1874) — инженер путей сообщения (1832), специалист по практической механике 18, 20, 42, 55**
- Ясюкович Михаил Игнатьевич (?—1887) — инженер путей сообщения (1859) 127**

Оглавление

Введение	5
--------------------	---

Часть первая

Инженерная и административная деятельность

Глава 1	
Годы учебы	8
Глава 2	
Петербургско-Московская железная дорога	21
Глава 3	
Из истории мостостроения	31
Глава 4	
Мосты Петербурго-Московской железной дороги	48
Глава 5	
Железнодорожный вопрос в России середины XIX столетия	73
Глава 6	
Перестройка шпиля Петропавловского собора	94
Глава 7	
Служба в ведомстве путей сообщения (1859—1876)	104
Глава 8	
Деятельность в Русском техническом обществе	130
Глава 9	
Служба в Министерстве путей сообщения (1877—1890)	141

Часть вторая

Труды по строительной механике и сопротивлению материалов

Глава 1	
Расчет ферм	161
Глава 2	
Расчет неразрезных ферм	175
Глава 3	
Новые работы Д. И. Журавского по расчету ферм	179

Глава 4	
Расчет стропил шпилья Петропавловского собора . . .	184
Глава 5	
Исследование касательных напряжений при изгибе	189
Глава 6	
Исследование главных напряжений при изгибе . . .	199
Глава 7	
Испытание древесины на прочность	204
Глава 8	
Наследие Д. И. Журавского	207
Основные даты жизни и деятельности Д. И. Журавского	215
Библиографический указатель	218
Именной указатель	226

**Евгений Николаевич Ракчеев
Дмитрий Иванович Журавский
(1821—1891)**

Утверждено к печати Редакцией
серии «Научно-биографическая литература» АН СССР

Редактор издательства Н. Б. Прокофьева
Художественный редактор Л. В. Кабатова
Технический редактор А. М. Сагарова
Корректоры Л. В. Лукичева, Н. А. Несмеева

ИБ № 28070

Сдано в набор 22.03.84. Подписано к печати 23.05.84
Т-02399. Формат 84×108^{1/2}. Бумага книжно-журнальная
Гарнитура обыкновенная. Печать высокая. Усл. печ. л. 12,6.
Уч. изд. л. 14,6. Усл. кр. отт. 12,81. Тираж 4400 экз. Тип. зак. 3825
Цена 95 коп.

Издательство «Наука» 117864 ГСП-7, Москва, В-485, Профсоюзная ул., 90
2-я типография издательства «Наука»
121099, Москва, Г-99, Шубинский пер., 10

Дмитрий Иванович ЖУРАВСКИЙ

Е. Н. Рахцеев



Е. Н. Рахцеев

**Дмитрий Иванович
ЖУРАВСКИЙ**

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»



ВЫХОДИТ ИЗ ПЕЧАТИ КНИГА

А. Н. Боголюбов

РОБЕРТ ГУК

1635—1703

12 л. 80 к.

Книга посвящена жизни и научной деятельности английского естествоиспытателя, члена Лондонского королевского общества Роберта Гука. Разносторонний ученый и изобретатель Роберт Гук построил воздушный насос, установил (совместно с Гюйгенсом) постоянные точки термометра — таяния льда и кипения воды, усовершенствовал барометр, зеркальный телескоп и микроскоп, сформулировал (носящий его имя) закон пропорциональности между силой, приложенной к телу, и его деформацией, дал общую картину движения планет.

Заказы просим направлять по одному из перечисленных адресов магазинов «Книга — почтой» «Академкнига»:

480091 **Алма-Ата**, 91, ул. Фурманова, 91/97; 370005 **Баку**, 5, ул. Джапаридзе, 13; 320093 **Днепропетровск**, проспект Ю. Гарина, 24; 734001 **Душанбе**, проспект Ленина, 95; 252030 **Киев**, ул. Пирогова, 4; 277012 **Кишинев**, проспект Ленина, 148; 443002 **Куйбышев**, проспект Ленина, 2; 197345 **Ленинград**, Петрозаводская ул., 7; 220012 **Минск**, Ленинский проспект, 72; 117192 **Москва**, В-192, Мичуринский проспект, 12; 630090 **Новосибирск**, Академгородок, Морской проспект, 22; 620151 **Свердловск**, ул. Мамина-Сибиряка, 137; 700187 **Ташкент**, ул. Дружбы народов, 6; 450059 **Уфа**, 59, ул. Р. Зорге, 10; 720001 **Фрунзе**, бульвар Дзержинского, 42; 310078 **Харьков**, ул. Чернышевского, 87.

95 коп.