

А К А Д Е М И Я Н А У К С С С Р



СЕРИЯ «НАУЧНО-БИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА»

Серия основана в 1959 г.

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

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

А. Я. Черняк

**Николай Вениаминович
КАЛАКУЦКИЙ**

1831—1889

Ответственный редактор
кандидат технических наук
Н. К. ЛАМАН



МОСКВА
«НАУКА»

1989

ББК 30 г

Ч 45

УДК 669(092) Калакуцкий «1831/1889»

Рецензенты:

академик А. Ф. Белов,

кандидат технических наук Ю. И. Кривонос

Черняк А. Я.

Ч45 Николай Вениаминович Калакуцкий (1831—1889).— М.: Наука, 1989.— 221 с., ил.— (Серия «Научно-биографическая литература») ISBN 5-02-005887-4

Книга посвящена видному русскому ученому в области металлургии, металловедения, баллистики Николаю Вениаминовичу Калакуцкому. Автор воссоздал картину жизни и деятельности этого выдающегося исследователя важнейших для своего времени проблем обработки стали и изготовления стальных изделий, одного из первых организаторов гражданских и военных отраслей сталелитейного производства в России, проводника прогрессивных экономических взглядов, борца за развитие отечественной промышленности. Большое внимание в книге уделено раскрытию научно-технического значения выдающегося труда Н. В. Калакуцкого «Исследование внутренних напряжений в чугунах и сталях», принесшего ученому мировую известность.

Книга рассчитана на всех, кто интересуется историей отечественной науки, техники, производства.

Ч $\frac{2608000000-239}{054(02)-89}$ 77—89 НП

ББК 30г

ISBN 5-02-005887-4

© Издательство «Наука», 1989

От автора

Поистине подчас неисповедимы судьбы деятелей науки и техники, нередко даже тех, кто внес крупный вклад в развитие той или иной области знания и пользовался уже при жизни мировой известностью. 17 января 1889 г. в Петербурге скончался «отставной генерал-майор Николай Вениаминович Калакуцкий, один из выдающихся специалистов по артиллерии и сталелитейной технике, пользовавшийся громкой известностью и уважением не только у нас, но и за границей» [57]. Спустя несколько дней одна из распространенных русских газет «Новости и биржевая газета» писала: «В то время как во Франции, Англии и Америке только в последние годы начали сознавать необходимость этих исследований и кое-где были сделаны первые попытки к ним, Николай Вениаминович Калакуцкий обогатил нашу техническую литературу богатейшими материалами по этому предмету и многими уже вполне определенными выводами» [42].

В марте 1889 г. в Петербурге отмечалась 82-я годовщина основания военного учебного заведения — Дворянского полка. Собрались выпускники разных лет, и самый известный из них — выдающийся русский военный теоретик генерал М. И. Драгомиров — произнес прочувствованную речь. Она была посвящена памяти воспитанников Дворянского полка, скончавшихся в 1889 г. И один из них был Н. В. Калакуцкий, по словам генерала, — «знаменитый артиллерист»¹. Драгомиров и Калакуцкий окончили курс Дворянского полка в 1849 г. и навсегда сохранили теплые воспоминания о годах учебы.

Шли годы, десятилетия... Уходили из жизни друзья, коллеги, современники прославленного учено-артиллериста и имя его начало меркнуть и забываться, а научные открытия порой приобретали новых «авторов». Впрочем, в узко специальных трудах имя Н. В. Калакуцкого иногда вскользь всплывало. «В ли-

¹ Русская старина. 1889. Т. 62. № 4. С. 265.

тературе,— отмечалось в одной из таких работ,— можно найти ряд указаний, что существование остаточных напряжений в металле было замечено уже в середине прошлого века; тогда же были предприняты первые попытки количественного измерения этих напряжений, причем наиболее ценными в этом отношении следует признать работы русского исследователя Калакуцкого, опубликованные им в 1887 г.»²

Имя Н. В. Калакуцкого оставалось известным лишь весьма ограниченному кругу узких специалистов в области металловедения. Отсутствовало оно и в соответствующем томе (1937 г.) первого издания Большой советской энциклопедии; не было статьи о Н. В. Калакуцком в двухтомном труде «Люди русской науки» (1948 г.), не упоминался ученый и в учебниках по металловедению. Гражданские и военные историки ничего не знали о нем.

В 1948/1949 учебном году автор этой книги в числе студентов участвовал в семинаре выдающегося советского историка, большого знатока истории Франции и России, А. З. Манфреда. На одном из занятий, изучая русские газеты конца XIX в., мы натолкнулись на маленькую заметку, в которой сообщалось, что французские ученые с восторгом приняли научные исследования русского генерала Н. В. Калакуцкого. Естественный вопрос: «Кто это?» — повис в воздухе. На него не смогли ответить даже всеведущий А. З. Манфред и известный историк России П. А. Зайончковский. Правда, завесу неизвестности чуть приоткрыли несколько строчек в 27-м томе Энциклопедического словаря Брокгауза и Ефрона. Но было очень интересно и заманчиво узнать все до конца. Так, появилась идея выявить материалы о жизни и деятельности этого забытого ученого.

В 1951 г. издательство «Машгиз» выпустило в свет книгу начинающего историка А. Я. Черняка и опытного уже тогда металловеда Д. М. Нахимова «Русский ученый-металловед Н. В. Калакуцкий» [68]. Это была первая научная биография выдающегося ученого. Ей предшествовала статья А. Я. Черняка в «Литературной газете» [67]. Вслед за этими публикациями основная работа Н. В. Калакуцкого «Исследование внутренних

² Витман Ф. Ф. Остаточные напряжения. М.: Гостехтеоретиздат, 1933. С. 7—8.

напряжений в чугунах и сталях» [41] была перепечатана в сборнике трудов видных русских металлургов³. В 1953 г. вышел библиографический указатель о Н. В. Калакуцком в серии «Выдающиеся деятели науки и техники прошлого» Государственной научной библиотеки с вводной статьей и под редакцией Б. Н. Ржонсницкого [63]. В 1965 г. статья о Н. В. Калакуцком была опубликована во втором, теперь уже многотомном издании сборника «Люди русской науки» [61]. Статьи об ученом появились во втором и третьем изданиях Большой советской энциклопедии. Так наступил период признания Н. В. Калакуцкого.

Однако эти публикации и тем более появившиеся в последующие годы небольшие статьи и заметки мало что прибавили к первой и пока единственной книге. Между тем ее авторы, естественно, не могли претендовать на полноту изложения, из-за недостатка материалов в книге было много существенных пробелов. К тому же после выхода в свет книги прошло около четырех десятилетий, и она давно стала библиографической редкостью.

Все эти годы автор собирал материалы о Н. В. Калакуцком. В итоге был выявлен ряд интересных архивных документов, новых фактов жизни и деятельности ученого, в частности, расширились представления о нем не только как о деятеле техники, но и как о самобытном экономисте, отстаивавшем хозяйственные интересы страны. Таким образом, стало возможным создание книги о Н. В. Калакуцком, гораздо более полной, обогащенной новыми, интересными материалами.

³ Публикации труда Н. В. Калакуцкого предпослана вводная статья Д. М. Нахимова [53].

Введение

Жизнь и деятельность Н. В. Калакуцкого в основном относится к пореформенному периоду развития России XIX в. После проведения крестьянской реформы 1861 г. и других реформ, носивших буржуазный характер, развитие капитализма пошло быстрыми темпами, новый импульс получил промышленный переворот, завершившийся в основном в 80—90-х годах. Хотя реформа 1861 г. носила ограниченный характер, проводилась крепостниками и, в сущности, была крепостнической реформой¹, в течение нескольких десятилетий России прошла такой путь развития, который в ряде стран Европы занял целые века. По выражению В. И. Ленина, «Россия сохи и цепа, водяной мельницы и ручного ткацкого станка стала быстро превращаться в Россию плуга и молотилки, паровой мельницы и парового ткацкого станка»². В стране вырастали новые индустриальные центры, невиданные ранее по масштабам производства заводы, фабрики, шахты, нефтяные промыслы, строились многие тысячи верст железных дорог, рос паровой водный транспорт, сравнительно широко в производство внедрялись машины, появились крупные заводские лаборатории. Вторая половина XIX в. была временем бурного роста русской науки и прежде всего естествознания, естественнонаучных основ техники. Укреплялась (хотя и недостаточно) связь науки с производством. В результате возникали новые отрасли науки и техники, производства.

И все же, несмотря на быстрый рост капитализма, Россия оставалась страной отсталой — ее развитие тормозили остатки феодализма. Россия, по словам В. И. Ленина, была страной, в которой «новейше-капиталистический империализм» был «оплетен... особенно густой сетью отношений докапиталистических»³.

¹ Ленин В. И. Полн. собр. соч. Т. 20. С. 173.

² Там же. Т. 3. С. 597—598.

³ Там же. Т. 27. С. 378.

Страна находилась в зависимости от иностранных капиталистов, расхищавших природные богатства России. Таковы были сложные, противоречивые общественно-экономические условия; они не могли не влиять на темпы технического прогресса в России.

Сложным и в ряде случаев опасным было международное положение страны.

В 60—70-х годах XIX в., после ряда европейских войн (Крымской 1853—1856 гг., Австро-Прусской 1866 г., Франко-Прусской 1870—1871 гг.) международное положение чрезвычайно осложнилось. Карта Западной Европы была перекроена, в центре Европы образовалась Германская империя. «Появился, — подчеркивал В. И. Ленин, — новый хищник, создалась в 1871 г. новая капиталистическая держава...»⁴, обострились противоречия между капиталистическими странами, усилилась борьба за раздел мира. Установился «вооруженный» мир, под покровом которого шла непрерывная подготовка к империалистической войне.

В связи с военной опасностью в крупнейших государствах, в особенности в Германии, ставшей на путь империалистических захватов, начался лихорадочный рост вооружений. Россия также была втянута в этот процесс, по крайней мере, два обстоятельства стимулировали его. В результате поражения в Крымской войне 1853—1856 гг. военное и политическое могущество царской России в значительной мере ослабело. Вместе с тем появление на западной границе Российской империи вместо слабой Пруссии сильного и опасного соседа — воссоединенной Германии внушало тревогу. Это обстоятельство послужило толчком к назревшей необходимости проведения военных реформ. Военные реформы явились прямым результатом разложения феодально-крепостнического строя и составляли неразрывную часть реформ 60-х годов XIX в., означавших «шаг по пути превращения России в буржуазную монархию»⁵.

В 1862 г. правительство утвердило план военных реформ, разработанный Д. А. Милютиным, в котором большое место занимали вопросы перевооружения русской армии и флота новым, технически передовым оружием. Одной из основных задач перевооружения

⁴ Там же. Т. 32. С. 84.

⁵ Там же. Т. 20. С. 173.

являлось увеличение мощности главной огневой силы армии — артиллерии. Состоявшие на вооружении армий чугунные и бронзовые пушки вследствие своей малой прочности и живучести оказались малопригодными для выполнения возросших тактических требований. В поисках нового материала для артиллерийских орудий военно-техническая мысль все чаще оставалась на стали.

Но для того чтобы освоить производство мощных и прочных стальных орудий, нужно было прежде всего разрешить мало изученную проблему металлургии и обработки стали. Над этим работали ученые и техники ряда стран Западной Европы и Америки. На повестку дня были поставлены вопросы, связанные с созданием и развитием сталелитейной промышленности.

В России ее история довольно своеобразна и может служить примером того, как благодаря усилиям замечательных русских ученых-новаторов наступал бурный прогресс в развитии той или иной отрасли промышленности. Именно в развитии русской сталелитейной промышленности большую роль сыграли труды и деятельность целой плеяды талантливых ученых — металлургов и артиллеристов: П. П. Аносова, П. М. Обухова, А. С. Лаврова, Н. В. Калакуцкого, Д. К. Чернова, Н. В. Маиевского, А. В. Гадолина, А. А. Ржешотарского, Г. А. Забудского и др. Именно эти ученые первыми подвели научную базу под сталелитейное дело, превратили металлургию и термическую обработку стали из малоизведанного и ненадежного искусства в точную науку. Это способствовало тому, что изготовление в России стальных орудий началось раньше, чем в Америке и большинстве государств Западной Европы, и русские пушки по своим техническим и боевым качествам оказались выше прославленных тогда крупновских орудий.

В этой славной плеяде русских ученых и техников Николай Вениаминович Калакуцкий занимает почетное место. Представитель старинного российского дворянского рода, он, однако, не получил высшего образования и в научно-техническом отношении, по существу, был талантливым самоучкой. Благодаря своим недюжинным способностям, целеустремленности, работоспособности Н. В. Калакуцкий встал на уровень выдающегося ученого и руководителя сложного производства. К нему применимы слова, принадлежавшие

неизвестному нам автору книги о техническом образовании в 60-х годах XIX в.: «... большей частью изобретений... мы обязаны не ученым, не высшим сословиям, а природой одаренным светлым и пронизательным умам, глубоко всмотревшимся в приемы своего постоянного труда»⁶.

Многогранен вклад Н. В. Калакуцкого в историю русской науки, техники, производства. Главным научным достижением ученого стала его книга «Исследование внутренних напряжений в чугунах и сталях», изданная в 1887 г. и тотчас же переведенная на ряд иностранных языков. Книга Калакуцкого обессмертила его имя, ее данные не устарели до сих пор, а некоторые идеи автора, становясь предметом тщательной разработки, претворяются в жизнь, получают дальнейшее развитие. И все же исследования Н. В. Калакуцкого в области внутренних напряжений в чугунах и сталях, принесшие ему в свое время мировую известность, являются хотя важнейшей, но не единственной научной заслугой выдающегося русского ученого. Роль Н. В. Калакуцкого в истории русской науки и техники отнюдь не исчерпывается трудами в этой области. Он вошел в историю науки и техники как ученый, работы которого способствовали развитию производства стали и ее обработки. Особенно важное значение имела деятельность Н. В. Калакуцкого в области производства стальных орудий. Академик А. В. Гадолин после смерти Н. В. Калакуцкого прямо заявлял, что Россия обязана Калакуцкому тем, что она имеет стальные пушки.

Русская армия обязана Н. В. Калакуцкому также высокими техническими качествами своего стрелкового вооружения. Своими работами по ствольной стали и по определению давления пороховых газов в стальных малокалиберных стволах ученый разрешил проблему производства стальных винтовочных стволов, чем немало способствовал важнейшему делу перевооружения русской армии в 70—90-х годах XIX в. За эти работы Н. В. Калакуцкий в 1878 г. получил премию им. генерала А. В. Дядина, выдаваемую раз в 5 лет за лучший труд по артиллерии.

Следует также отметить роль Н. В. Калакуцкого как организатора производства.

⁶ Ф. Т.-В. Техническое образование в России и Западной Европе. СПб., 1864. С. 4—5.

В начале жизненного пути

На юге нынешней Калининской области, близ северной границы Смоленской области и восточнее Псковской, на р. Обше расположился небольшой городок Белый. История его довольно интересна. Он известен с 1359 г. Был под властью Литвы, но Иван III вернул его Москве. Окруженный лесами и болотами город-крепость прикрывал Псков и Тверские земли, неоднократно захватывался поляками и снова возвращался России. В 1654 г. он был удержан за ней по Андрусовскому перемирию, а с 1686 г. отошел к России навсегда. Боевая жизнь города прекратилась, но торговля и судоходство значительно выросли. В 1769 г. он стал уездным городом Киевского наместничества, а с 1776 г. отписан к Смоленску¹. В этом лесном и болотном краю издавна расселился старинный дворянский род Калакуцких.

«Фамилии Калакуцких, Гаврило и Яков Петровы Калакуцкие в 1679 году написаны в числе Бельского шляхетства. Равным образом и другие сего рода Калакуцкие Российскому Престолу служили в разных чинах и владели деревнями. Все сие доказывается справкою Смоленской губернской архивы и родословною Калакуцких», — такая запись имеется в 7 томе так называемого гербовника — книге русских дворянских родов². Род Калакуцких был записан в двух частях списка дворянских родов: второй (военное дворянство) и шестой (древние благородные дворянские роды)³. Многочисленные представители разветвленного рода Калакуцких находились на военной службе и не раз защищали русскую землю от нападения врагов. Участ-

¹ Россия: Полн. геогр. описание нашего отечества. Настол. и дорож. кн. для рус. людей. СПб., 1905. Т. 9. Верхн. Поднепровье и Белоруссия. С. 437.

² Цит. по: *Бобринский А.* Дворянские роды, внесенные в общий гербовник Всероссийской империи. СПб., 1890. Т. 7. Ч. 2 (от нач. XVII столетия до 1885 г.). С. 326.

³ Список дворянских родов, внесенных в родословные дворянские книги Смоленской губернии. Смоленск, 1897. С. 16, 65.

вовали они и в войне 1812 г.; один из Калакуцких Бельского уезда был в Смоленском ополчении пятидесятым начальником, т. е. командиром полусотенного отряда⁴.

11 февраля 1831 г. у владельца родового имения Калакуцких в селе Дятлово Бельского уезда родился первый сын — Николай⁵. До последнего времени не имелось никаких сведений о родителях будущего ученого, об их семье, не были известны даже отчество его отца и имя матери. Лишь недавно в фондах Центрального государственного военно-исторического архива СССР (ЦГВИА СССР) нам удалось обнаружить дело под наименованием «По прошению вдовы подполковника Калакуцкого и назначении пенсии»⁶. В конце 1855 г. вдова подполковника артиллерии Вениамина Семеновича Калакуцкого — Любовь Петровна Калакуцкая обратилась к императору Александру II с просьбой о пенсии по смерти мужа. Любовь Петровна писала, что у покойного мужа и у нее, дочери титулярного советника (одного из низших чинов по табели о рангах) Трегера, лютеранского вероисповедания, родовых имений нет, а «мужем приобретено в Бельском уезде Смоленской губернии 7 душ крестьян мужского пола». Зато в семье этого, с позволения сказать, помещика, «насчитывалось 9 детей: 5 мальчиков и 4 девочки, старшему из которых, Николаю, прапорщику 4-й артиллерийской бригады, шел двадцать пятый год, а младшему, Владимиру, было 15 лет»⁷. В конце концов вдове и жившим с ней детям была назначена пенсия 215 руб. серебром в год⁸. Л. П. Калакуцкая умерла в феврале 1903 г. в возрасте (по нашим подсчетам) около 90 лет, пережив своего старшего сына Николая Вениаминовича почти на полтора десятка лет. После ее смерти в г. Белом без средств к существованию осталась младшая дочь Евгения Вениаминовна. По распоряжению Николая II ей определили ежегодную пенсию в размере 71 руб. 66 коп.⁹

В архивном деле о прошении вдовы Калакуцкой

⁴ Апухтин В. Р. Народная военная сила. М., 1912. Прил. № 1. С. 17.

⁵ ЦГВИА СССР. Ф. 320. Св. 279. Д. 210-а. Л. 96.

⁶ Там же. Ф. 395. Оп. 162. Д. 736.

⁷ Там же. Л. 9.

⁸ Там же. Л. 10.

⁹ Там же. Л. 27.

имеется и формулярный список подполковника В. С. Калакуцкого, помощника командира Севастопольского артиллерийского гарнизона¹⁰. По данным этого списка, В. С. Калакуцкий родился в 1807 г., в 1824 г. окончил 1-й кадетский корпус и «выпущен прапорщиком в 6-ю артиллерийскую бригаду». Прохождение по службе молодого офицера шло равномерно, чины он получал исправно, в срок: в 1829 г. стал подпоручиком, в 1834 — поручиком, в 1838 — штабс-капитаном, в 1844 — капитаном, в 1849 — произведен в подполковники. Однако уже в самом начале своей военной карьеры Вениамин Семенович покинул строевую службу: в сентябре 1825 г. он был откомандирован на Уральские горные заводы для приема в сухопутную артиллерию металлов. Причины столь неожиданного поворота в карьере начинающего строевого офицера можно в известной мере объяснить одним обстоятельством. «Знает артиллерийскую науку, французский и немецкий языки», — указывается в формулярном списке¹¹. Видимо, помимо довольно элементарной подготовки в кадетском корпусе В. С. Калакуцкий обладал познаниями, полученными в результате самообразования. На Уральских заводах в должности военного приемщика В. С. Калакуцкий прослужил 15 лет. В январе 1838 г. он прибыл на Тульский оружейный завод, где, видимо, также выполнял обязанности военного приемщика. В 1845 г. он был назначен советником Правления Тульского оружейного завода. В начале 1852 г. Вениамин Семенович прибыл в Севастополь, где и занял должность помощника командира Севастопольского артиллерийского гарнизона. Но недолго пришлось ему быть в этой должности. Летом следующего года ввиду тяжелого заболевания он получил 11-месячный отпуск и отправился на родину — в село Дятлово (Бельского уезда Смоленской губернии). Вследствие обострения болезни В. С. Калакуцкий в мае 1854 г. был привезен в Петербург во 2-й военно-сухопутный госпиталь, где умер 3 февраля 1855 г.¹²

Из многочисленной семьи В. С. Калакуцкого некоторую известность приобрел его второй сын — Александр Вениаминович (1835—1893 гг.). Он почти всю

¹⁰ Там же. Л. 5—9.

¹¹ Там же. Л. 8 об.

¹² Там же. Л. 10.

жизнь служил в артиллерии: в строевых частях, в Кубанском арсенале, в Главном артиллерийском управлении. А. В. Калакуцкий был участником Крымской войны, военных действий на Кавказе, Русско-турецкой войны 1877—1878 гг. В последние годы жизни он командовал пехотным полком и в чине генерал-майора — бригадой¹³. Интересно отметить, что в 1879 г. А. В. Калакуцкий, тогда командир 4-й Кавказской гренадерской артиллерийской бригады, входил в комиссию, проводившую сравнительные испытания скорострельных пушек системы Барановского с состоявшими на вооружении бронзовыми горными орудиями¹⁴.

В биографии В. С. Калакуцкого для нас особо важно то обстоятельство, что он почти 30 лет прослужил на артиллерийских и оружейном заводах в качестве приемщика военного ведомства. Детские, отроческие и ранние юные годы его старшего сына Николая, безусловно, прошли в атмосфере заводских дел отца, разговоров и бесед о производстве предметов артиллерийского и оружейного снаряжения. Нет никакого сомнения в том, что это сыграло далеко не последнюю роль в жизненной судьбе Николая Вениаминовича и прежде всего в выборе им профессии военного приемщика.

Интерес представляют и любопытные сведения о родственнике Н. В. Калакуцкого — капитане Василии Федоровиче Калакуцком. Он родился в 1790 г. в Бельском уезде Смоленской губернии¹⁵. В начале 20-х годов XIX в. В. Ф. Калакуцкий служил в Кишиневе адъютантом командира 16-й пехотной дивизии, члена Союза благоденствия генерал-майора М. Ф. Орлова. Еще одним его адъютантом был активный член этого Союза капитан К. А. Охотников. Отметим, что прогрессивно настроенный В. Ф. Калакуцкий находился в дружеских отношениях со многими будущими декабристами, в частности, В. Ф. Раевским¹⁶. Как известно, дом М. Ф. Орлова был своеобразным политиче-

¹³ Там же. Ф. 400. Оп. 12. Д. 3817. Л. 165—168; Д. 18740. Л. 33—51.

¹⁴ История отечественной артиллерии. М.; Л.: Воениздат. 1966. Т. 2. Кн. 4. С. 72.

¹⁵ ЦГВИА СССР. Ф. 405. Оп. 2. Д. 1245. Л. 162.

¹⁶ Раевский В. Ф. Материалы о жизни и революционной деятельности. Иркутск: Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1981. Т. 1. Документы о рев. деятельности и судеб. процессе. С. 19—20.

ским клубом, где собирались члены тайного общества, часто сюда приезжал и ссыльный А. С. Пушкин¹⁷.

В. Ф. Калакуцкий по делу декабристов не привлекался. Однако Следственный комитет при допросе В. Ф. Раевского интересовался В. Ф. Калакуцким. Последний в 1821 г. передал В. Ф. Раевскому письмо от М. Ф. Орлова¹⁸. В. Ф. Раевский не дал следствию четкого ответа. Вопрос о причастности В. Ф. Калакуцкого к деятельности декабристов остается открытым. Известно, что В. Ф. Раевский, находясь с 1823 по 1827 г. под арестом, держался на следствии исключительно стойко и мужественно, стремясь спасти членов тайного общества от расправы. По свидетельству одного из вождей Северного общества К. Ф. Рыльева, «майор Раевский третий год сидит в крепости, а не открыл никого из своего общества»¹⁹. Поэтому вряд ли можно уверенно говорить о полной непричастности В. Ф. Калакуцкого к делу декабристов.

Но вернемся к детским и юношеским годам Н. В. Калакуцкого. Сведения об этом периоде его жизни крайне скудны. Элементарную учебную подготовку Николай получил дома, а затем поступил в Тульскую гимназию. Надо полагать, что это произошло около 1840 г., когда мальчику исполнилось 9 лет.

Несколько слов о гимназиях того времени. Первые гимназии в России возникли в XVIII в. Но на протяжении всего века в стране насчитывалось лишь три гимназии: при Академии наук в Петербурге, при Московском университете и в Казани. Только с начала XIX в. гимназии открываются в губернских городах. В 1808 г. в России на 47 губернских городов приходилось 32 гимназии²⁰. Тульская гимназия была открыта в 1804 г. наряду с гимназиями в Вологде, Твери, Смоленске, Владимире, Костроме, Калуге, Рязани²¹. В 1828 г. был утвержден новый устав русских гимназий. При этом преследовалась двойная цель гимназического образования: приготовить к слушанию универ-

¹⁷ Вигель Ф. Ф. Записки. М., 1892. Т. 6. С. 115—116.

¹⁸ Раевский В. Ф. Материалы... 1983. Т. 2. Материалы судебного процесса и документы о жизни и деятельности в Сибири. С. 213—214.

¹⁹ Восстание декабристов: Материалы по истории восстания декабристов. М.; Л., 1927. Т. 3. С. 258.

²⁰ Шмид Е. История средних учебных заведений в России. СПб., 1878. С. 69.

²¹ Там же. С. 68.

ситетских лекций и «доставить способы приличного воспитания». Гимназии были сословными, дворянскими учебными заведениями со сроком обучения в 7 лет. Учебный план первых трех классов был типовым, начиная с четвертого класса — с греческим языком и без него. Главными предметами были древние языки и математика. Учебный план предусматривал следующие предметы: закон божий, российская словесность и логика, латинский, греческий (преимущественно в гимназиях, расположенных в университетских городах), немецкий, французский языки, математика (6 час в неделю), география и статистика, история, физика (в 6—7 классах), чистописание (рисование)²². В 1845 г. было введено преподавание начертательной и аналитической геометрии.

Юноша, видимо, успел окончить пять классов Тульской гимназии. Его ожидало другое учебное заведение, другие предметы и другие порядки. Судьба его круто изменилась: вместо университета перед ним встала перспектива профессионального военного. Когда мальчику пошел пятнадцатый год, его решили отдать на воспитание и обучение в специальное военно-учебное заведение, в так называемый Дворянский полк, готовивший офицеров из дворянских детей.

Летом 1845 г. юный Калакуцкий прибыл в Петербург для сдачи приемных экзаменов в Дворянский полк.

Дворянский полк был основан по указу Александра I в 1807 г. и сначала под названием Волонтерного корпуса находился при 2-м кадетском корпусе как сборный пункт для дворянских детей, желавших стать офицерами. В 1855 г. Дворянский полк был переименован в Константиновский кадетский корпус, а в 1859 г. — в Константиновское военное училище²³.

В 40-х годах преподавание в Дворянском полку велось по программам кадетских корпусов. Срок обучения был определен в шесть лет; в течение первых четырех лет воспитанники проходили общеобразователь-

²² Там же. С. 261.

²³ Общие сведения о Дворянском полку взяты из следующих работ: *Гольмдорф М.* Материалы для истории бывшего Дворянского полка до переименования его в Константиновское военное училище. 1807—1859: (Очерк). СПб., 1882. 199 с.; *Миклашевский А.* Дворянский полк в 40-х гг. // Рус. старина. 1891. № 1. С. 111—112.

ные предметы, а за два последних года в так называемых специальных классах углубляли свои знания по предметам, особо важным для их будущей специальности (Дворянский полк готовил офицеров для всех родов войск).

Калакуцкий, который уже получил определенную подготовку, решил сдавать приемные экзамены сразу в третий класс. Здесь юноше пришлось очень много поработать. Дело в том, что дома он готовился по опубликованной программе, но в Петербурге ему неожиданно пришлось держать довольно серьезный экзамен по геометрии, которую юноша не успел изучить в гимназии. До экзамена оставалось всего пять недель. Попутчик, который привез Николая в Петербург, уже уехал, и последний оказался в критическом положении. Но он не растерялся, начал самостоятельно штудировать учебник и в результате блестяще сдал экзамен. Это первый жизненный урок вселил в него твердое убеждение, что наиболее прочные знания приобретаются самостоятельно [65].

16 сентября 1845 г. Н. В. Калакуцкий был зачислен в 3-ю дворянскую роту Дворянского полка и приступил к занятиям²⁴.

Нельзя сказать, чтобы жизнь воспитанников была легкой: в 7 час. утра — подъем, с 8 до 11 час. — занятия, затем строевая подготовка, с 15 до 18 час. — опять учеба. Занятия прерывались частыми нарядами и дежурствами; за малейшее нарушение дисциплины учащиеся сурово наказывались, порка была обычным явлением; плохие санитарные условия и невыносимая николаевская муштра приводили к частым заболеваниям воспитанников. Но эти отрицательные явления жизни в Дворянском полку скрашивались интересной и глубокой постановкой обучения. Это являлось заслугой главным образом преподавателей Дворянского полка, среди которых было немало талантливых ученых. Так, историю в полку читал профессор Касторский, инспектором преподавания математики был известный педагог и ученый академик М. В. Остроградский, тактику вел профессор Богданович, русский язык и словесность — профессор И. И. Введенский, политическую экономию и статистику — преподаватель ряда петер-

²⁴ ЦГВИА СССР. Ф. 320. Св. 277. Оп. 2. Д. 196. Л. 9; Св. 279. Д. 210а. Л. 140 об.

бургских институтов И. Л. Ястржембский. По словам одного из воспитанников Дворянского полка, «лица эти живым и просвещенным изложением предметов умели возбуждать в большинстве слушателей интерес и любознательность»²⁵.

Но этот официальный историк Дворянского полка многого не договаривал.

40-е годы были одним из самых мрачных периодов в истории России XIX в. После подавления польского восстания 1831 г., расправы с восставшими солдатами и «взбунтовавшимися» в 30-х годах крестьянами Николай I усилил свою реакционную политику. Крестьянство задыхалось в тисках крепостничества. Прогрессивная интеллигенция преследовалась всемогущим III отделением, царское правительство душило всякое проявление свободной мысли. По словам В. И. Ленина, Николай I, стараясь укрепить и усилить старые феодально-самодержавные порядки, проявил «...максимум возможного и невозможного по части такого, палаческого, способа»²⁶, чтобы удержать народ в повиновении.

Но вместе с тем 40-е годы были временем усиления общественно-политической борьбы, главным содержанием которой был вопрос о крепостном праве в России. Передовая русская литература и общественная мысль в эти годы развивались под знаком борьбы с царизмом и крепостничеством. В ночной тьме николаевской действительности именно в 40-е годы зарницей вспыхнуло дело петрашевцев, и ярким светом загорелись великие имена революционных демократов — Белинского и Герцена. Роман Герцена «Кто виноват?», страстные статьи Белинского в «Отечественных записках» и «Современнике» и в особенности знаменитое письмо Белинского к Гоголю, являвшееся «...одним из лучших произведений бесцензурной демократической печати...»²⁷, волновали и воспитывали передовых людей русского общества.

Несмотря на специфические условия закрытых военно-учебных заведений, на суровый надзор и политическую слежку, общественные проблемы занимали умы их воспитанников. Передовые идеи демократических

²⁵ Гольмдорф М. Материалы... С. 44.

²⁶ Ленин В. И. Полн. собр. соч. Т. 31. С. 158.

²⁷ Там же. Т. 25. С. 94.

писателей не знали преград. «„Записки доктора Крупова“, роман „Кто виноват?“, „Обыкновенная история“, „Полинька Сакс“, „Антон Горемыка“, „Записки охотника“ и много других произведений читалось и перечитывалось нами нарасхват“», — вспоминал сокурсник Калакуцкого — А. Миклашевский ²⁸.

Кроме чтения произведений передовых русских писателей, воспитанники Дворянского полка занимались и более серьезными и опасными с точки зрения царского правительства вещами. Так, в 1849 г. военный суд в заключении по делу петрашевцев подчеркнул, что Буташевич-Петрашевский, избрав изучение «социальных систем, в особенности системы Фурье, средством к ниспровержению существующего государственного устройства... старался посеять несогласные с духом правительства мысли в юношестве посредством знакомых ему учителей» ²⁹. По делу Петрашевского был арестован и предан суду упомянутый выше Иван Львович Ястржембский, преподаватель политической экономии и статистики в Технологическом институте, в институте Корпуса инженеров путей сообщения и в Дворянском полку. Известно, что И. Л. Ястржембский впервые встретился с Петрашевским в начале 1848 г. и с тех пор стал регулярно посещать собрания кружка. Идеи социалистов-утопистов, которые он проводил в своих лекциях в Дворянском полку, встречали сочувствие и симпатии у слушателей. «Этими краткими основаниями (политэкономии.— А. Ч.), — писал бывший воспитанник Дворянского полка, географ и писатель М. И. Венюков, — он умел великолепно пользоваться, чтобы возбудить в нас глубокое негодование на общественные порядки, при которых бедный и слабый сполна принесены в жертву сильному и богатому» ³⁰.

С петрашевцами (при посредничестве видного члена кружка А. В. Ханыкова) был связан и преподаватель Дворянского полка Иринарх Иванович Введенский (1813—1855). Талантливый лектор, блестящий переводчик Ч. Диккенса, У. Теккерея и других английских писателей И. И. Введенский пользовался большой и заслуженной популярностью среди воспитанников Дво-

²⁸ Миклашевский А. Дворянский полк... С. 116.

²⁹ Семевский В. И. Пропаганда петрашевцев в учебных заведениях. // Голос минувшего. 1917. № 2. С. 138.

³⁰ Венюков М. И. Из воспоминаний. Амстердам, 1915. Т. 1. С. 139.

рянского полка, где он вел курс русского языка и словесности. Настроенный демократически Введенский в дальнейшем организовал группу писателей-саратовцев, куда входили Г. Е. Благоветлов, А. Н. Пыпин, Д. Д. Минаев, а с 1848 г.— Н. Г. Чернышевский.

Как видим, передовые общественные идеи и революционные настроения не только проникали сквозь закрытые двери Дворянского полка, но и сочувственно воспринимались частью его воспитанников. Это свидетельствует о том, что среда, в которой воспитывался Н. В. Калакуцкий, способствовала воспитанию в нем демократических взглядов и убеждений. Позднее, в зрелом возрасте, эти демократические черты, так же как и независимый, принципиальный характер, не раз проявлялись в многогранной деятельности Н. В. Калакуцкого [65].

В 1847 г. Николай Калакуцкий был переведен в 1-й специальный класс и за хорошие успехи произведен в чин унтер-офицера. В 1848 г. он был переведен во 2-й специальный класс, а 23 июля 1849 г.— выпущен из полка прапорщиком полевой артиллерии. Из сохранившейся ведомости отметок Н. Калакуцкого видно, что наилучшие способности юноша проявил в механике, физике, минералогии, черчении³¹. Таким образом, уже в годы учебы определились его склонности к изучению точных наук. Имея высокие баллы и по другим предметам (в курс обучения в Дворянском полку входили также русский, французский и немецкий языки, статистика, законоведение, история, военная топография, химия, артиллерия, фортификация, воинские уставы, тактика и пр.), Н. В. Калакуцкий приказом главного начальника военно-учебных заведений был занесен в список «окончивших Дворянский полк в числе отличнейших». Вместе с ним в этом же списке «отличнейших» был выпущен впоследствии известный русский военный деятель М. И. Драгомиров³². Спустя несколько лет Дворянский полк окончил младший брат Николая Вениаминовича — Александр Калакуцкий (1835—1893 гг.), всю свою жизнь проведенный на военной службе, георгиевский кавалер, к концу жизни — генерал-майор, командир бригады³³.

³¹ ЦГВИА СССР. Ф. 320. Оп. 2, Д. 210а. Л. 140 об.

³² Там же. Св. 8. Оп. 1. Д. 40. Л. 143.

³³ Там же. Ф. 400. Оп. 12. Д. 3817. Л. 61, 165—168; Д. 18740. Л. 2—36.

После окончания курса Дворянского полка прапорщик артиллерии Н. В. Калакуцкий был направлен для прохождения службы во 2-ю легкую батарею 4-й артиллерийской бригады. Он довольно быстро продвигался по службе: в 1853 г. — подпоручик, в 1854 г. — поручик. В составе 2-го армейского корпуса Н. В. Калакуцкий 14 января 1855 г. вступил в Крым. Но ему не довелось участвовать в обороне Севастополя. 14 июля 1855 г. Н. В. Калакуцкий возвратился в Николаев, где поступил в распоряжение командующего Южной армии. В январе 1856 г. он прибыл со своей частью на постоянные квартиры в район Каменец-Подольска. За Крымскую кампанию Н. В. Калакуцкий получил бронзовую медаль. Как отличного офицера его в 1859 г. зачислили в образцовую пешую батарею; затем он был ремонтером — ездил в г. Елец для ремонта конского состава. В июле 1860 г. Н. В. Калакуцкий получил очередной чин штабс-капитана и в декабре того же года был переведен в штаб 2-й артиллерийской дивизии ³⁴.

12 лет, с 1849 по 1861 г., Николай Вениаминович Калакуцкий пробыл на строевой службе. Этот период жизни Калакуцкого остается менее всего изученным. Известно только несколько более важных фактов, отмеченных в его послужном списке. И это вполне естественно: свое истинное призвание Н. В. Калакуцкий нашел в науке — в металлургии и артиллерийской технике. Война сыграла свою роль в жизни будущего ученого. Зная о случаях многочисленных разрывов как русских, так и английских и французских артиллерийских орудий, молодой офицер стал задумываться над причинами этой беды артиллеристов и вскоре стремление помочь русской артиллерии, улучшить технические и боевые качества ее орудий завладело им полностью.

Сразу же после окончания войны Н. В. Калакуцкий подал рапорт с просьбой перевести его работать на завод. Но командование не желало расставаться с одним из лучших офицеров, к тому же окончившего школу усовершенствования артиллерийских командиров. «Война окончилась, — вспоминал один из близких друзей будущего ученого А. Скиндер, — настал период занятий мирного времени, вовсе не удовлетворявших врожденной в Н. В. потребности к научной работе. Ка-

³⁴ Там же. Д. 14942. Л. 14, 18.

лакуцкий стал проситься на Урал. Сослуживцам его такая просьба казалась странной...» [65. С. 7]. Однако Н. В. Калакуцкий не оставил своего стремления и вновь подал рапорт. И вот в феврале 1861 г. его просьба была удовлетворена — он был назначен младшим приемщиком стальных орудий на только что построенную первую в России Княземихайловскую сталепушечную фабрику в Златоусте³⁵. Это была большая удача. «Нельзя не благодарить судьбу,— писал А. Скиндер,— за то, что Н. В. при своем назначении не попал в какую-нибудь Серебрянку или Баранчу, где деятельность приемщика ограничивалась просмотром груды сортовых полос или десятков тысяч снарядов, где все велось завтра как вчера, вчера как десять лет тому назад» [65. С. 7].

18 июня 1861 г. Н. В. Калакуцкий отправился на Уральские заводы и 12 августа прибыл в Златоуст для исполнения своих новых обязанностей³⁶. Наконец, сбылось то, к чему он стремился. Перед ним открывалась новая жизнь, принесшая ему известность и признание — жизнь полная трудов, забот и подчас неудач...

На Урале

Итоги Крымской войны и русская артиллерия

В Крымской войне 1853—1856 гг., несмотря на массовый героизм русских солдат и офицеров и на проявления передового русского военного искусства, царская Россия потерпела поражение. Это было закономерным следствием ее разваливавшегося феодально-крепостнического строя. По словам В. И. Ленина, «Крымская война показала гнилость и бессилие крепостной России»¹.

Отсталой крепостной России с ее слабо развитой промышленностью, отсутствием удобных путей сообщения, с ее феодально-бюрократическим управлением было трудно бороться с развитыми капиталистическими странами Европы. Общая экономическая отсталость

³⁵ Там же. Л. 14 об.

³⁶ Там же. Л. 15 об.

¹ Ленин В. И. Полн. собр. соч. Т. 20. С. 173.

царской России нашла свое конкретное проявление уже в начале войны в неудачах на театре военных действий: «Ничто не зависит от экономических условий,— писал Ф. Энгельс,— как именно армия и флот. Вооружение, состав, организация, тактика и стратегия зависят прежде всего от достигнутой в данный момент ступени производства и от средств сообщения»².

Вооружение русской армии и флота в большинстве своем было устарелым и малопригодным для выполнения новых тактических задач, поставленных Крымской войной. Кроме того, количество стрелкового и артиллерийского вооружения, а также и боеприпасов было далеко недостаточным. Так, лишь $\frac{1}{23}$ часть действующей пехоты была вооружена штуцерами, остальная масса войск имела на вооружении гладкоствольные кремневые и ударные ружья.

Русская сухопутная и морская артиллерия сыграла в войне большую и важную роль; русские артиллеристы, участники героической обороны Севастополя, покрыли себя неувядаемой славой. Но состояние материальной части артиллерии оставляло желать много лучшего, хотя качество орудий было значительно выше стрелкового оружия и русские пушки часто превосходили по своей дальности английские и французские. Оба эти обстоятельства — мастерство и героизм русских артиллеристов, с одной стороны, и недостатки материальной части артиллерии — с другой, в свое время отметил Ф. Энгельс, описывая состояние русской армии. «Артиллерия снабжается материалами неодинакового качества,— говорил он,— но где имеются хорошие орудия, она выполняет свое дело хорошо»³.

Орудия полевой артиллерии в русской армии были бронзовыми, гладкостенными и заряжались с дула. Большая часть из них относилась к образцам 1838 г. и более ранним. Они стреляли картечью и ядрами на дистанции 300—400 сажень, при меткости в 50%. Осадная и крепостная артиллерия имела на вооружении 18-, 24- и 36-фунтовые чугунные пушки, стрелявшие чугунными сферическими снарядами на 350 сажень⁴.

² Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд. Т. 20. С. 171.

³ Там же. Т. 11. С. 481.

⁴ Зайончковский А. М. Восточная война 1853—1856 гг. в связи с современной ей политической обстановкой. СПб., 1908. Т. 1. С. 496.

Состояние русской артиллерийской промышленности было неудовлетворительным. Правительство Николая I не способствовало развитию этой важнейшей отрасли промышленности, что вызывало удивление даже у некоторых представителей военного командования. Так, генерал П. X. Граббе записал в дневнике: «Странно и поучительно, что в общих мерах покойного государя, обращенных наиболее на военную часть, упущены две такие важности, каковы введение усовершенствований в артиллерию и в ружье»⁵. Построенный в 40-х годах XIX в. военный завод в Керчи бездействовал. Незадолго до войны было намечено строительство военного чугунолитейного завода в Москве, но оно так и не было начато. Поэтому пушки для русской армии производились на старых, технически отсталых заводах и были малопрочны, а некоторые и вовсе плохи. Не привели к ощутимым успехам и опыты, поставленные на уральских заводах с целью улучшения литья⁶. Поэтому в войне 1853—1856 гг. во время боевых действий наблюдались частые случаи разрывов чугунных орудий, особенно большого калибра⁷.

Все это свидетельствовало о том, что материальная часть артиллерии и стрелковое вооружение русской армии требовали незамедлительного усовершенствования ее технических и боевых данных. Для артиллерии в первую очередь нужно было разрешить наиболее важную проблему — проблему повышения прочности орудий. Возникла необходимость всеобщего перевооружения армии, которое в свою очередь было возможно лишь на базе быстрого промышленного развития. «Поражения во время Крымской войны,— писал Ф. Энгельс,— ясно показали необходимость для России быстрого промышленного развития»⁸. Однако оно было просто невозможно в крепостной России.

Уже в ходе войны наиболее дальновидные представители высшего военного командования пришли к осознанию необходимости перевооружения русской армии. В первые годы после окончания войны проблема пере-

⁵ Русский архив. 1889. № 10. С. 707.

⁶ Очерк преобразований в современной артиллерии. СПб., 1889. Т. 1. С. 249.

⁷ Сигов С. П. Очерки по истории горнозаводской промышленности Урала. Свердловск: ГИЗ, 1936. С. 83.

⁸ Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд. Т. 16, ч. 2. С. 394—395.

вооружения русской артиллерии, как наиболее мощного огневого средства армии, все больше приобретала черты практической задачи. И первое, с чем столкнулись при попытке приспособить орудия к возросшим боевым требованиям, был вопрос о прочности стволов. Опыт войны показал, что бронза и чугун как материалы для изготовления орудий не удовлетворяют этим нуждам и их следует заменить более прочным металлом. Таким металлом, в конце концов, оказалась сталь. Но прежде чем окончательно утвердиться в России, стальное пушечное производство прошло тяжелый путь, полный борьбы и временных неудач.

Русское сталелитейное производство в первой половине XIX в.

Некоторые дореволюционные исследователи истории артиллерийского производства в России считают, что русское сталепушечное производство не являлось результатом развития русского сталелитейного дела, а было искусственно перенесено из Германии, с заводов Круппа, вследствие появления новых военных потребностей⁹. На самом деле этот взгляд ничего общего не имеет с исторической правдой. Русское сталепушечное производство самобытно: оно возникло на базе развития русского сталелитейного дела и было теоретически подготовлено трудами великого русского металлурга П. П. Аносова, работами горного инженера П. М. Обухова, исследованиями А. С. Лаврова, Н. В. Калакуцкого и в особенности Д. К. Чернова.

Производство стали на Руси известно еще с древних времен, далеко отстоящих от петровской эпохи. В конце XVIII в. в России уже существовало фабричное производство стали в больших количествах. В 1785 г. в 25 км к северу от Екатеринбурга на р. Пышме была построена казенная сталелитейная фабрика¹⁰. В основном фабрика производила сырую сталь (уклад). Полученный уклад иногда перерабаты-

⁹ Эти взгляды сложились под воздействием иностранной литературы, в частности, книги немецкого историка металлургии Людвиг Бека, автора «Истории железа». Кроме того, в свое время эта версия усиленно распространялась представителями так называемой «немецкой партии» при дворе.

¹⁰ *Кашинцев Д. А.* История металлургии Урала. М.; Л.: ГОНТИ, 1939. Т. 1. С. 198.

вали для изготовления сортовой стали. Годовая производительность фабрики равнялась 6000 пудов уклада. Но в 1792 г. фабрика сгорела и вновь восстановлена не была. Через несколько лет, в 1803 г., фабричное производство стали в России возобновилось, но уже на Нижне-Исетском заводе.

Крупных успехов в сталелитейном деле в первой четверти XIX в. добился талантливый самоучка, крепостной крестьянин Семен Иванович Бадаев. Работая на казенном заводе хирургических инструментов в Петербурге, он в 1808 г. открыл новый способ получения литой стали, который впоследствии усовершенствовал на основанной им сталелитейной фабрике на Камско-Воткинском заводе. Сталь Бадаева по своим качествам превосходила высшие сорта славившейся тогда английской стали¹¹. Однако несмотря на высокие качества бадаевской стали, царское правительство не смогло поставить на должный уровень сталелитейное производство, не оказало помощи для его развития и продолжало ввозить в страну покупаемую втридорога английскую сталь.

Одновременно с Бадаевым на Урале работал другой замечательный русский мастер, остававшийся до последнего времени неизвестным историкам русской промышленности,— Яков Зотин. По найденным нами архивным документам оказалось, что мастер Нижне-Исетского завода Я. Зотин приготовил в 1812 г. пушку из «железа наподобие стали», которая с успехом выдержала все обычные, а затем и усиленные испытания и была отправлена в Петербург. 12 лет мариновали царские бюрократы изобретение мастера Зотина и в 1824 г., наконец, отвергли его: всесильный тогда временщик инспектор артиллерии, ярый реакционер Аракчеев в беседе с Александром I высказался против замены медных и чугунных орудий¹². Так погибали в царской России народные таланты и их открытия.

Новую страницу в истории сталелитейного производства открывают труды и деятельность великого русского металлурга Павла Петровича Аносова (1797—1851 гг.). Он был первым человеком в мире, который проводил научное исследование металлургических процессов; и впервые, на много лет раньше английского

¹¹ Александров А. А. С. И. Бадаев. М.: Наука, 1971. С. 92—93.

¹² Артиллерийский журнал. 1950. № 7. С. 51.

ученого Сорби, применил микроскоп для исследования структуры металлов. Аносову принадлежит честь раскрытия тайны производства древнего восточного булата, — тайны, разрешить которую безуспешно пытались многие иностранные ученые. Аносов открыл и обосновал на строго научных началах новые способы получения тигельной литой стали. Он доказал, что для цементации железа вовсе нет необходимости непосредственного соприкосновения угля и железа, что цементация может происходить в газовой среде. Пользуясь своим способом, Аносов получал лучшую в мире тигельную сталь. Из стали Аносова готовились отличные хирургические инструменты, штемпели для чеканки монет, косы, превосходные клинки и сабли. В 40-х годах XIX в. Аносов отлил из своей стали первую пушку. Однако это орудие по неизвестным причинам разорвалось после первых выстрелов, и дальнейшие опыты по изготовлению стальных орудий были запрещены горным начальством¹³.

Таким образом, даже этот краткий обзор основных моментов истории сталелитейного производства в России в первой половине XIX в. убедительно свидетельствует о том, что уже к середине века в стране созрели необходимые условия для организации стальной пушечной промышленности. Для этого имелись как многолетний практический опыт сталелитейного дела на ряде заводов России, так и соответствующие кадры, знакомые с производством стали.

Первые русские стальные пушки. Возникновение Княземихайловской фабрики

Пионером сталепушечной промышленности в России был горный инженер П. М. Обухов (1820—1869 гг.). Окончив Институт корпуса горных инженеров, Обухов был назначен смотрителем глухого Серебрянского завода в Пермской губернии. В 1848 г. Обухова перевели управителем Кушвинского завода. Там у него и зародилась идея производства литой стали.

Но ничтожные средства завода не позволили Обухову развернуть опыты. Только с 1851 г. с переходом

¹³ Яковлев В. А. Деятельность Д. К. Чернова на Обуховском заводе // Вестн. об-ва технологов. 1914, № 23. С. 846.

на Юговские заводы Обухов получил возможность начать свои работы с присущей ему энергией и широтой. Многочисленные опыты убедили Обухова в том, что при плавке стали процесс обезуглероживания чугуна выгоднее, чем применявшийся до тех пор обратный процесс — науглероживания железа. Он разработал способ обезуглероживания чугуна при помощи окислов железа, сплавляемых вместе с чугуном. Кроме того, Обухов в ходе экспериментов пришел к выводу, что качество стали значительно улучшается, если в шихту прибавить магнитный железняк. В 1853 г. Обухов, наконец, изготовил стальную пластинку в $\frac{3}{4}$ линии ¹⁴ толщиной, которую не смогла пробить ружейная пуля, в то время как состоявшие на вооружении стальные кирасы в $1\frac{1}{2}$ линий толщиной пулями пробивались легко. В 1854 г. Обухов стал управляющим Златоустовской оружейной фабрикой. Здесь он наладил литье стали в сравнительно широких масштабах. Кирасы, изготовленные из обуховской стали, оказались прочнее и легче прославленных крупновских и английских.

Важно отметить, что сталь Обухова была значительно дешевле, чем немецкая и английская. Так, если пуд английской стали стоил 15 руб. 50 коп., немецкой — 5 руб. 50 коп., то пуд обуховской стали — всего лишь 1 руб. 50 коп. В середине 50-х годов Обухов стал изготавливать из своей стали ружейные стволы. В это время производство стальных ружейных стволов стало осваиваться и на заводах Крупна. В декабре 1855 г. Министерство финансов назначило специальную комиссию по сравнительному испытанию крупновских и обуховских ружейных стволов, которая признала «превосходство обуховских стволов» ¹⁵. Это был крупный и заслуженный успех русского сталелитейного производства.

Но Обухов не успокоился на достигнутых результатах. Своей очередной целью он считал налаживание производства из литой стали артиллерийских орудий. Мысль о строительстве сталелитейного завода, могущего выплавлять единовременно большие количества стали для отливки пушек, возникла у Обухова еще в начале его работы в Златоусте. Осенью 1854 г. Обухов подал в Артиллерийский департамент рапорт о созда-

¹⁴ Примерно 1,9 мм.

¹⁵ Артиллерийский журнал. 1857. № 1. С. 32.

нии сталелитейного завода на Урале, однако только 26 марта 1857 г. горный начальник златоустовских заводов в соответствии с решением Артиллерийского департамента разрешил его строительство. В дело опять вмешался бюрократизм — главный начальник уральских заводов Фелькнер отменил «постройку завода до особого распоряжения». «Я считаю необходимым, — писал этот закоренелый рутинер, — иметь предварительное полное убеждение как в необходимости предназначенных устройств, так и в том, что они вознаградят в непродолжительное время исчисленные на возведение их расходы»¹⁶. Но Обухов не сдался и летом 1858 г. лично добился в Петербурге разрешения построить сталелитейную фабрику, и даже получил субсидию.

Строительство началось в 1859 г. В течение 2—3 лет было выстроено несколько корпусов, в которых разместились цехи фабрики: литейный, ковочный, сверлильный, обточный, отделочный и др.; недалеко от фабрики был устроен небольшой испытательный полигон для пороховой пробы принимаемых орудий. Новая фабрика была оснащена передовой по тогдашнему времени техникой: новейшими импортными сверлильными, токарными и строгальными станками, тремя мощными паровыми молотами (4,9 и 13 т); 80-сильной воздушной машиной, дающей «от 1200 до 1800 куб. футов воздуха в минуту»¹⁷. Сталь выплавлялась в тиглях, сделанных из смеси огнеупорной глины с графитом. Один такой тигель вмещал 1 пуд 25 фунтов шихты в кусках и выдерживал лишь одну плавку, после чего приходил в негодность. Жидкая сталь сливалась в одну форму, и получался слиток литой стали, который после нагрева в сварочной печи проковывался под большим паровым молотом с целью придания ему формы орудия. Фабрика располагала в первоначальный период 96 горнами, из которых при плавке пускались в год только 84, позволяющие получить за одну плавку до 250 пудов стали. В дальнейшем, при расширении фабрики на ней были установлены уже 127 горнов,

¹⁶ *Мусселиус Р. В.* О сталелитейном производстве // Мор. сб. 1862. № 8. С. 192—193.

¹⁷ *Металлургические заводы на территории СССР с XVII в. до 1917 г.* Чугун. Железо. Сталь. Медь. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1937. Т. 1. С. 343.

выплавлявших одновременно до 570 пудов стали¹⁸.

В 1860 г. фабрика была в основном построена. Еще до окончания ее строительства, в сентябре 1859 г., Военное министерство заказало Обухову четыре стальных орудия (12-фунтовое, 8-фунтовое и два 4-фунтовых), которые и стали первой продукцией новой фабрики. Они были отгружены из Златоуста в марте 1860 г. и прибыли в Петербург в октябре того же года. Далее пушки Обухова поступили в Петербургский арсенал для нарезки и окончательной отделки и затем были переданы на полигон для сравнительных с крупновскими орудиями испытаний.

Следует отметить, что в период 1860—1861 гг. Военное министерство произвело обширные испытания различных систем чугунных и железных пушек, изготовленных на ряде иностранных заводов. Результаты испытаний оказались совершенно неудовлетворительными [47. С. 10]. 26 ноября 1860 г. начались испытания 12-фунтовой пушки Обухова. Стреляли 12-фунтовыми ядрами; нормальными зарядами было произведено 1060 выстрелов, усиленными — 2940. К 8 марта 1861 г. было сделано 4000 выстрелов, после чего орудие полностью сохранило боеспособность. Временный артиллерийский комитет в заседании от 19 апреля 1861 г. констатировал: «Литая сталь Обухова превосходна, его орудие отлично выдерживает стрельбу даже сильнейшими зарядами, чем обыкновенный. Вязкость и упругость этой стали такова, что орудие выдержало без разрыва 4000 выстрелов, и металл при этом несколько не подался... Доставленное Обуховым орудие ни в чем не уступает орудиям Круппа и остается только желать, чтобы точно такие же орудия приготавливались им при производстве орудий из литой стали в большем числе»¹⁹. Пушка Обухова с надписью «Отлита в 1860 г. на Княземихайловской фабрике из стали Обухова; выдержала более 4000 выстрелов» была сдана на хранение в Петербургский арсенал.

Пушка Обухова демонстрировалась на Лондонской всемирной выставке 1862 г., где получила золотую медаль. Первая русская стальная пушка по своим боевым и техническим качествам превзошла все представленные на выставку орудия западноевропейских стран и

¹⁸ *Кавадеров А.* Княземихайловская сталепушечная фабрика в Златоусте // Гор. журн. 1868. № 1. С. 6.

¹⁹ Артиллерийский журнал. 1861. № 7. С. 499—500.

Соединенных Штатов Америки. «Можно поручиться, — писал известный русский горный инженер В. Полетика, — что на всей Лондонской выставке нет ни одного металлического изделия, которое по качеству металла могло бы сравняться с Обуховской пушкой»²⁰. В сентябре 1863 г. пушка Обухова «возвратилась» в Россию и ныне хранится в Военно-историческом музее артиллерии, инженерных войск и войск связи. Изготовление первой русской стальной пушки, занявшей по качеству металла первое место на всемирной выставке, имело не только символическое значение: обуховская пушка положила начало массовому производству стальных пушек в России.

После приемных испытаний 12-фунтового обуховского орудия фабрика была открыта официально и стала называться Княземихайловской фабрикой. Вскоре был получен и первый правительственный заказ на партию 12- и 24-фунтовых стальных пушек.

Так в России было основано сталепушечное производство, причем значительно раньше, чем в таких развитых капиталистических странах, как Англия, США и Франция. К этому времени только германские сталелитейные заводы Круппа в Эссене производили стальные пушки. Крупп уже снабжал стальными орудиями целый ряд стран Европы, в том числе и Россию, правда, его орудия для русской армии и флота делались по чертежам известных русских артиллеристов — генералов Н. В. Маиевского и А. В. Гадолина. Больше того, русские артиллерийские системы, заказываемые Круппу, становились предметом подражания со стороны ряда иностранных государств — клиентов Круппа. Представитель русского артиллерийского управления на заводах Круппа, хорошо знакомый с положением дел, докладывал начальству: «Без научных познаний нашей артиллерии, без энергического преследования вопроса о тяжелых орудиях Главным артиллерийским управлением заводы не имели бы ни наших, ни прусских, бельгийских и австрийских заказов»²¹.

Начиная с января 1861 г. Княземихайловская фабрика стала получать от Военного министерства регулярные заказы на изготовление стальных орудий²².

²⁰ Северная пчела. 1862. 16 июня. С. 658.

²¹ ЦГВИА СССР. Ф. 506. Оп. 1. Д. 807. Л. 32 об.

²² Там же. Ф. 503. Оп. 3. Д. 516. Л. 4, 5, 14, 15; Д. 486. Л. 60—61.

При этом военный министр Д. А. Милютин требовал «предварительно определить, какие именно следует ввести орудия из литой стали и затем произвести ряд испытаний над различными орудиями, изготовленными из этого металла»²³. Предполагалось, что Княземихайловская фабрика особое внимание обратит именно на изготовление орудий больших калибров²⁴. Это было вызвано появлением на морях броненосных судов. В результате в декабре 1861 г. и феврале 1862 г. фабрика получила заказ на изготовление 300 стальных орудий крупного (12- и 14-фунтового) калибра²⁵. Это явилось первым признанием Княземихайловской фабрики как важного промышленного предприятия страны.

В Златоусте.

Первые работы о стали и стальных орудиях

Приняв решение о сдаче Княземихайловской фабрике правительственного заказа на изготовление первых партий стальных орудий, Главное артиллерийское управление решило заранее позаботиться об их качестве. Еще до оформления заказа на Княземихайловскую фабрику был командирован представитель Главного артиллерийского управления артиллерийский офицер, на которого была возложена «обязанность следить за изготовлением стальных орудий и совместно с управителем фабрики составлять описание каждого орудия с означением условий, бывших при отливке и ковке»²⁶. Этим офицером, как уже говорилось, был Н. В. Калакуцкий. Он и стал младшим приемщиком артиллерийского ведомства на Княземихайловской фабрике, принадлежавшей горному ведомству.

Институт артиллерийских приемщиков на Уральских горных заводах был учрежден в целях контроля качества изделий, изготавливаемых заводами горного ведомства. В 60-х годах на этих заводах было 25 приемщиков (4 — старшие и 21 — младший). Все они подчинялись главному приемщику Уральских заводов,

²³ Там же. Д. 486. Л. 41.

²⁴ Архив Военно-исторического музея артиллерии, инженерных войск и войск связи (далее — АВИМАИВиВС). Ф. Времен. арт. ком. Оп. 41. Д. 24. Л. 288.

²⁵ ЦГВИА СССР. Ф. Канцелярии Воен. м-ва. № 1. Оп. 1. Д. 25445. Л. 17.

²⁶ Там же. Ф. 503. Оп. 3. Д. 486. Л. 47.

который позднее стал именоваться Инспектором артиллерийских приемок. Старшие приемщики назначались на горные округа, младшие — на отдельные заводы. Последние должны были не только вести прием готовых изделий с заводов, но и следить за процессом производства. Это требовало от них основательных познаний в области технических средств и технологии изготовления предметов, которые сдавались заводами. Поэтому, как правило, на должности приемщиков назначались артиллерийские офицеры с технической подготовкой, т. е. прослушавшие курс в Горном институте. Н. В. Калакуцкий составлял исключение, и это обязывало его овладеть основами горнозаводского дела в порядке самообразования. Но на этом трудности не кончались. Необходимо было установить и поддерживать лояльные отношения с горнозаводским начальством, что было далеко не просто, ибо нередко интересы горного и артиллерийского ведомств не совпадали. Это особенно проявлялось на этапе приемки готовой продукции. «С того момента, — писал известный артиллерист В. Л. Чебышев (брат знаменитого ученого-математика П. Л. Чебышева), — как прием начался, роли артиллерийского и горного ведомств меняются в прямо противоположные — главным деятелем становится уже артиллерийский офицер, горное же ведомство принимает на себя роль пассивную; оно ограничивается одним лишь отстаиванием своих интересов через своего агента, которого оно должно иметь при каждом приеме. Агенты эти назначаются преимущественно из чиновников горного ведомства и именуются горными сдатчиками. Эти последние по своему положению обязаны всеми мерами отстаивать интересы заводов...»²⁷

Таким образом, артиллерийскому приемщику приходилось быть сведущим не только в горнозаводском деле, но в известной мере и в дипломатическом искусстве. Но при этом нужно было уметь сохранить принципиальные, государственные позиции. Впрочем, очень многое зависело от людей, и в деятельности Н. В. Калакуцкого на Княземихайловской фабрике это обстоятельство проявилось в полной мере. Вот о чем вспоми-

²⁷ Чебышев В. Л. О снабжении артиллерии металлами и металлическими изделиями с казенных горных заводов: Публ. лекции // Арт. журн. 1866. № 1, Отд. неофиц. С. 15.

нал спустя 40 лет друг и коллега Калакуцкого по Княземихайловской фабрике А. С. Лавров: «Деловые отношения нас, артиллерийских приемщиков, к местному горному начальству обострились настолько, что производство всякого исследования или опыта, не входившего в наши официальные обязанности, было крайне затруднительно, а потом стало и вовсе невозможным. Как на пример могу указать на то, что для разрезки на станке 3-х стальных болванок весом около 70 фунтов каждая... мне пришлось везти их с собой в Екатеринбург и там отдать разрезать на частный механический завод» [50. С. 1—2]. И подобного рода случаи были не единичными.

Итак, в августе 1861 г. Николай Вениаминович Калакуцкий прибыл в Златоуст, центр одного из шести расположенных на Урале горнозаводских округов. Этот город был овеян славой П. П. Аносова, знаменитых русских мастеров белого оружия (т. е. стальных клинков), П. М. Обухова, первой русской сталепушечной фабрики, первых русских стальных орудий и стальных ружей. Не удивительно, что Златоуст притягивал большое число инженеров, стремившихся изучить опыт изготовления стального оружия.

Н. В. Калакуцкий, не имевший серьезных научно-технических познаний и производственного опыта, оказался в нелегком положении. С присущей ему энергией и целеустремленностью он принялся за ликвидацию своих пробелов. Трудности в большей мере усугублялись тем, что сталь как материал для артиллерийских орудий не была еще изучена. А между тем необходимо было составить подробную инструкцию для приема стальных орудий с Княземихайловской фабрики. Присланные Н. В. Калакуцкому из Главного артиллерийского управления правила для артиллерийских приемщиков изделий с заводов горного ведомства определяли лишь в общих чертах круг его прав и обязанностей, но ни слова не говорили о технических нормах²⁸.

В 1862 г. в жизни Калакуцкого произошло событие, которое имело для него важные последствия. На Княземихайловскую фабрику приехал назначенный Главным артиллерийским управлением старший приемщик стальных орудий поручик А. С. Лавров.

²⁸ ЦГВИА СССР. Ф. 504. Оп. 9. Д. 649. Л. 24—24 об.

Александр Степанович Лавров родился в 1838 г. в семье обедневшего дворянина Тверской губернии²⁹. В 1853 г. он поступил в Михайловское артиллерийское училище, а затем в Михайловскую артиллерийскую академию, которую окончил в 1858 г. С 1859 г. Лавров был слушателем Горного института. В Златоусте Лавров проработал с 1862 по 1867 г. Затем он был вызван в Петербург и назначен начальником Петербургского патронного завода, работал над сплавами меди. В 1877—1880 гг. был управляющим делами комиссии по перевооружению полевой артиллерии; способствовал введению в России выплавки стали в отражательных печах. Впоследствии являлся директором Гатчинского литейного завода. Был автором ряда научных работ по сталелитейному и меднолитейному делу, в том числе фундаментального труда «Работы и заметки по литейному делу». Ч. 1. (1904). Умер в 1904 г. в г. Луге.

Начав работать старшим приемщиком на Княземихайловской фабрике, Лавров помогал Калакуцкому своими теоретическими познаниями. Со своей стороны Калакуцкий, получивший уже некоторые практические навыки, охотно делился ими с Лавровым. Это трудовое содружество пошло им на взаимную пользу. Тем более что вскоре выяснилось полное сходство взглядов и позиций Н. В. Калакуцкого и А. С. Лаврова по научно-техническим и производственным вопросам в области изготовления стальных орудий и методики контроля их технических и тактических качеств.

Тем временем дела на Княземихайловской фабрике шли в гору. Из года в год росла ее продукция. По подсчетам Калакуцкого фабрика дала орудий (в пудах) в 1861 г.— 171, в 1862 — 1582, в 1863 — 3115, в 1864 г.— 16068 [7. № 9. С. 276—279]. Ширился и ассортимент фабричной продукции. Если раньше фабрика изготовляла только тяжелые 12- и 24-фунтовые орудия, то с 1863 г., по предложению А. С. Лаврова, артиллерийское ведомство предоставило фабрике заказ на 4-фунтовые стальные полевые пушки³⁰.

Первый период своей деятельности в Златоусте Н. В. Калакуцкий посвятил, помимо служебных обязанностей, изучению металлургии, математики и само-

²⁹ Там же. Ф. 310. Д. 264. Л. 1 об.

³⁰ Там же. Ф. 503. Оп. 2. Д. 1066. Л. 2, 2 об., 3.

образованию в широком смысле этого слова. С целью ознакомления с зарубежной литературой он занялся совершенствованием своих познаний в иностранных языках — немецкого и французского и особенно английского, изучение которого не входило в учебный план Дворянского полка. Вскоре Н. В. Калакуцкому удалось обнаружить несколько серьезных трудов, представляющих, по его мнению, большой интерес для русских специалистов, связанных с производством стали и предметов из нее.

В середине 60-х годов русская литература по металлургии, и особенно по производству стали и стальных изделий, была чрезвычайно бедна. Правда, особым богатством в этой тематике не отличалась и иностранная литература, представленная в основном устаревшими учебниками. В 1863 г. вышла из печати работа французского ученого Сизанкура «Этюды о стали». Ознакомившись с ее содержанием, Н. В. Калакуцкий решил перевести ее на русский язык. Перевод, опубликованный в 1865 г. в двух номерах «Артиллерийского журнала», Н. В. Калакуцкий снабдил замечаниями и дополнениями [1]. В тексте оригинала он обнаружил неточности и исправил их. В одном из замечаний Н. В. Калакуцкий, в частности, отмечал, что опыты растворения газов в расплавленной меди и серебре, а также исследование влияния некоторых газов на пористость общих металлов можно найти в работах Дика. Н. В. Калакуцкий, в частности, подчеркивал, что эти опыты повторили Руссел и Матимон. Как видим, уже в этом переводе Н. В. Калакуцкий проявил хорошее знание специальной литературы.

Перевод труда Сизанкура стал первой литературной работой Н. В. Калакуцкого. И это не случайно. Книга Сизанкура достаточно отражала состояние теории и практики сталелитейного дела и отчасти металлургии в 60-х годах XIX в. Необходимость написания своей работы Сизанкур обосновал следующими положениями: «Сталь еще и в настоящее время более известна по своим полезным свойствам, чем по своему внутреннему сложению и химическому составу; потому-то для каждого, задавшегося целью изучить ее природу и определить ее ценность, предстоит принять за основание спорные толкования металлургических фактов или же рассмотреть экономические данные промышленной стороны вопроса.

В вопросах относительно стали самые противоположные идеи выдвинуты вперед. Факт этот так важен, что нельзя не рассмотреть тех причин, которые почти периодически его порождают. Объяснить же их, по-видимому, можно только тем глубоким различием, которое неизбежно является при изучении самых вопросов о стали, смотря по тому, что принимают за исходную точку суждений — металлургические ли знания или теорию чистой химии» [1. № 9. С. 637]. Сизанкур не дал исчерпывающего ответа, окончательно утверждающего ту или иную позицию. Ценность его работы в наличии большого фактического материала по бессемеровскому процессу, процессуковки, закалики стали и пр. Кроме того, в отличие от авторов эмпирических работ Сизанкур пытался подвести теоретическую базу под описываемые им металлургические процессы. «Английские технологические сочинения, — писал он, — почти всегда содержат рядом с изложением практических фактов несколько общих рассуждений, в которых замечается видимое стремление указать на то, что научные идеи даже в своих самых сложных применениях всегда согласны с господствующими данными здравого смысла. Я считаю своим долгом последовать этой методе...» [1. № 10. С. 766]. Именно эти обстоятельства, видимо, и побудили Н. В. Калакуцкого осуществить перевод и ознакомить с трудом французского металлурга русских читателей, в той или иной мере связанных со сталелитейным делом.

В последующие годы пребывания в Златоусте Н. В. Калакуцкий продолжил свою переводческую деятельность в области специальной литературы. Большое практическое значение имел его перевод с английского языка книги мастера Вулвичского арсенала в Англии Оскара Эде «Руководство для обработки стальных изделий»³¹. Этот перевод был опубликован в трех номерах «Артиллерийского журнала» в 1868 г. [5] и тогда же вышел отдельной книгой в издании журнала [4]. В предисловии от переводчика Н. В. Калакуцкий охарактеризовал значение книги О. Эде и обосновал необходимость перевода ее на русский язык.

³¹ The management of steel. By George Ede, employed at the royal factories departament, Woolwich arsenal. Foruth edition, revised and enlarged. London, 1866.

«Предлагаемое сочинение,— писал он,— есть практическое и полезное руководство не только для технических заведений, но и для каждого из мастеров, занимающихся изготовлением стальных изделий. У нас нет ничего подобного этому сочинению, да и в самой Англии оно было вызвано настоятельной в нем потребностью и обратило на себя большое внимание, что подтверждается отзывом Перси³² об этой книге, принятием ее как руководства в Вулвичском арсенале, а также и тем, что она вышла уже пятым изданием в течение двух лет» [4. С. 3]. Н. В. Калакуцкий подчеркивал еще одну особенность книги, связывал ее с личностью автора, которого считал опытным мастером. Дело в том, что О. Эде рассматривал явления так тщательно и подробно, как это может делать только большой мастер. Значение этого обстоятельства становится особенно важным, если иметь в виду, что, по словам Калакуцкого, «мастера помимо своей малограмотности имеют привычку держать свое искусство в строгой тайне». Однако Эде щедро делился секретами своего мастерства, и это делает ему честь. Книга Эде, подчеркивал переводчик, интересна и для артиллеристов, ибо в ней говорится об улучшениях в ковке и отливке стальных пушечных болванок, закалке этих болванок в масле (как это делается в Вулвичском арсенале), об изготовлении железных орудий, снарядов, применяемых против броненосных кораблей, и т. п. По мнению Калакуцкого, слабой частью книги являются две первые главы, посвященные соответственно фабрикации железа и стали, хотя необходимость овладения элементарными сведениями в этой области для мастеров очевидна.

Говоря о цели своего перевода, Н. В. Калакуцкий подчеркнул: «Я хотел сделать свой перевод наиболее полным указателем для наших мастеров, а потому при-

³² В отзыве Д. Перси, выдающегося английского металлурга, в частности, отмечалось: «Недавно был опубликован небольшой трактат по этому вопросу (многочисленные и детальные подробности, касающиеся изготовления предметов из легированной стали различных форм и размеров и различного качества), написанный очень опытным мастером стального дела О. Эде из Вулвичского арсенала. На наш взгляд, в нем содержится много ценных сведений для всякого, кто хотел бы ознакомиться с секретами производства легированной стали» (*Traité complet de métallurgie par le Dr. I. Percy, traduit sous les auspices quartieme. Paris et Siége. 1867. P. 297*).

бавил к нему примечания, собранные мною из моих записок, наблюдений и небольшой собственной опытности» [4. С. 4]. Таким образом, он представил русскому читателю не дословный перевод, а текст, подвергнутый известной обработке, снабженный пояснениями, дополнениями, критическими замечаниями, учитывающими новейший, в том числе отечественный опыт сталелитейного дела. Это свидетельствовало о том, что Н. В. Калакуцкий уже к тому времени хорошо знал металлургическое производство и термическую обработку черных металлов и сплавов.

Особый интерес представляет заключение переводчика. Это своеобразное обращение к молодому человеку, который стремится к практической деятельности в области сталелитейного производства и обработке стальных изделий. Н. В. Калакуцкий призывал его не падать духом от неудач первых попыток, вникать в причины неудачи и как можно скорее с большей тщательностью и предосторожностями повторить свой опыт. «Вознаграждение,— писал Н. В. Калакуцкий,— всегда бывает пропорционально количеству затраченного терпения и находчивости, и нет ни одного человека, который, начиная дело, не встречал бы затруднений. Но во всякой отрасли искусства, если опытность не приобретена при одном занятии, для нее всегда открыто множество других источников. Практические указания для будущего можно всюду черпать; но необходимое знание множества мелких подробностей, связанных с большей частью процессов, будет ускользать при малой наблюдательности, малой опытности и настойчивости. Те же люди, которые относятся к своим занятиям небрежно, удовлетворяясь надеждой на то, что сама практика познакомит их с делом, будут в конце сожалеть о своем обольщении, и если попытаются вознаградить свою потерю, то попытка их будет уже недействительна тогда, когда обычная вялость и другие вредные привычки сделают ум склонным к наблюдательности, а руку — неспособную к выполнению» [4. С. 213].

Это не только интересный документ, имеющий воспитательное значение. В условиях сомнений и недоверия, проявляемых в то время по отношению к стали и стальным изделиям, мысли и думы Н. В. Калакуцкого отражали оптимизм и веру в дальнейшее развитие сталелитейного производства. Интересно, что этот

перевод Калакуцкого пользовался большим успехом у тульских мастеров, работавших со сталью и стальными изделиями [65].

Публикация Н. В. Калакуцким перевода труда О. Эде «Сталь» по существу стала прелюдией к его научно-литературной деятельности, получившей широкий размах в последующие годы и продолжавшейся всю его жизнь. Уже в 1866 г. он напечатал свою первую оригинальную работу «Проба стальных орудий» [2]. Цель этой статьи была весьма определенной: на основе уже накопленного опыта Княземихайловской фабрики попытаться выработать рациональные правила, которые бы обеспечивали надежный контроль качества стальных орудий.

Статья была написана в крайне неблагоприятных условиях, сложившихся на Княземихайловской фабрике вскоре после отъезда П. М. Обухова в Петербург. Место управителя фабрики занял некий Х. Деви. Ярый бюрократ и невежда, он не мог четко разобраться в сложностях производственного процесса. В итоге увеличилось количество разрывов стальных орудий, подрывавших доверие к сталепушечному производству со стороны широких кругов специалистов и заводчиков. Чтобы поправить положение, необходимо было прежде всего выяснить причины разрыва стальных орудий. Это можно было сделать лишь при «пороховой пробе», т. е. испытаниях стрельбой.

Вскоре возник конфликт между заводоуправлением и артиллерийскими приемщиками. Деви и другие чиновники заводоуправления, пытаясь скрыть допущенные ими ошибки, настойчиво утверждали, что причиной разрывов являются заклинения или недосылки снаряда до заряда (речь шла об орудиях, заряжающихся с дула). Н. В. Калакуцкий и А. С. Лавров доказывали, что разрывы — следствие пороков металла. Чтобы разрешить спор, приемщики предложили заводоуправлению произвести опытную стрельбу из орудий в усложненных условиях³³.

Для опыта была взята 4-фунтовая пушка, в прочности которой Лавров и Калакуцкий не сомневались (она не подлежала приему из-за нарушения в разме-

³³ Центральный государственный архив военно-морского флота СССР (далее — ЦГАВМФ СССР). Ф. мор. техн. ком. № 421, 1871 г. Д. 23. Л. 19—20.

рах). Сначала произвели 10 выстрелов снарядами, обсыпанными крупным песком и помещенными в канал орудия дульной частью вперед, причем перед каждым выстрелом в дуло насыпался песок. Затем были сделаны 10 выстрелов снарядами, размещенными на разных расстояниях от заряда. В заключение были даны 5 выстрелов заклиненными снарядами (для этого у снаряда спиливали верхний ряд передних и задний ряд нижних выступов, снаряд ставили в канале наклонно и под него заколачивали куски камней); снаряды также находились в стволе на разных расстояниях от заряда. При осмотре орудия после стрельбы выяснилось, что в канале его кроме значительных царапин не оказалось других сколько-нибудь существенных повреждений. Таким образом, Калакуцкий и Лавров, показав, что доброкачественное по металлу орудие не разрывается даже при особо неблагоприятных условиях стрельбы, подтвердили свои позиции. К сожалению, даже это обстоятельство не изменило взглядов заводоуправления.

Большое принципиальное значение имел вопрос о праве приемщиков вмешиваться в производственный процесс. Деви стремился сохранить от них в тайне состав орудийной шихты и пытался не допустить вмешательства артиллерийского ведомства в составление программ испытания стальных орудий³⁴. Главное артиллерийское управление, наоборот, считало, что «опыты, произведенные над стальными орудиями при таких обстоятельствах, не могут иметь для артиллерии никакого значения и потребовало от администрации, чтобы шихта и весь процесс изготовления орудий были вполне известны артиллерийскому приемщику и чтобы программа испытаний стрельбой определялась артиллерийским ведомством»³⁵.

Горное ведомство вынуждено было согласиться с этими доводами. Но Деви продолжал сопротивляться и даже пытался ратовать за право не браковать орудия, в канале которых при сверлении обнаруживались трещины или раковины. Калакуцкий и Лавров были решительно против такого права. Они были убеждены, что даже если при сверлении «трещины выйдут», то их невидимые продолжения могут остаться и привести к разрыву орудий. «Конечно,— подчеркивали они,—

³⁴ ЦГВИА СССР. Ф. 506. Оп. 2. Д. 9. Л. 9, об., 10.

³⁵ Там же. Л. 10 об.

от недопущения раковин и трещин в болванках орудий выйдут более дорогими, но можно иметь большее ручательство в стойкости их. Притом подобная мера, без сомнения, заставит заводчиков постоянно заботиться об усовершенствовании способов литья иковки, с тем, чтобы избежать образования раковин и трещин»³⁶.

Твердая позиция приемщиков привела к тому, что Главное артиллерийское управление 23 февраля 1865 г. утвердило согласованные с Горным ведомством «Условия по выполнению нарядов сталепушечными фабриками», включавшие систему правил приемки орудий. Анализу этой системы, результатам ее проверки на практике Н. В. Калакуцкий посвятил статью «Проба стальных орудий». В начале ее описывалась вся система проверки [2. С. 28—32].

После внешнего осмотра и проверки размеров все орудия подвергались так называемой общей пробе — пяти выстрелам усиленным (двойным) боевым зарядом. Орудия, выдержавшие эту пробу, собирались в партии (по 20 орудий). Из каждой партии приемщик выбирал одно орудие для особой пороховой пробы, которая называлась удостоверительной или контрольной. Она состояла из 1000 выстрелов зарядом, несколько превышающим обычный боевой. При неудовлетворительном результате браковалась вся партия. На основании длительных наблюдений за производственным процессом и по результатам контрольных испытаний Н. В. Калакуцкий и А. С. Лавров пришли к выводу, что действующие правила приема не только не обеспечивали качества принятых орудий, но могли привести к забракованию годных пушек. Существовавший порядок испытаний достигал бы цели, если бы орудия, попадавшие в одну партию, действительно имели одинаковые свойства. На самом же деле орудия одного и того же калибра изготовлялись различными способами. Так, 14 четырехфунтовых пушек, заряжавшихся с дула, и 23 четырехфунтовые пушки, заряжавшиеся с казенной части, были отлиты из пяти различных шихт, «выкованы из болванок различной величины, а некоторые даже приготовлены из забракованных фабрикой 12-фунтовых пушек „дальнего бросания“ и болванок, отлитых в первое время существования фаб-

³⁶ Там же. Л. 78.

рики. Этот пример не является единственным, так как право составлять партии орудий осталось за фабрикой»³⁷. Согласно «Условиям по выполнению нарядов сталепушечными фабриками», партия должна формироваться из орудий, сделанных одинаковым способом, причем способ их изготовления определялся только составом шихты. Впоследствии были допущены известные колебания и в составе шихт, чтобы «дать фабрикам возможность сообразоваться с качествами находящихся в их распоряжении материалов»³⁸.

Опыты Н. В. Калакуцкого показали, что свойства стали зависят от многих факторов. По его мнению, «не только незначительные вариации в составе шихт,ковка под молотом того или другого веса, но даже и такие обстоятельства, как например: быстрая или несколько замедленная отливка, температура выливаемого металла, перерывы в литье, свойства материалов, из которых приготавливаются тигли, ничтожные колебания в нагревах и в самом способековки — все это заметным образом отражается на физических свойствах литой стали, а нередко и на ее химическом составе. От самых ничтожных, по-видимому, обстоятельств, от случайностей, которые трудно даже подметить человеку, хорошо знакомому со стальным делом, происходит значительная разница в орудиях, приготовленных совершенно тождественным образом» [2. С. 31]. Болванку может испортить и несколько неспелых или остывших тиглей, вылитых в изложницу, и какое-нибудь ничтожное изменение в составе тигельной массы и т. п. Пока не будет определена относительная важность каждого из указанных факторов, нельзя пренебрегать ни одним из них. Поэтому, подчеркивал Н. В. Калакуцкий, на каждое стальное орудие необходимо смотреть как на отдельную разновидность. Отсюда следовал очень важный практический вывод: «При настоящем состоянии наших знаний относительно пушечной стали, при полном отсутствии строго научных исследований о зависимости стойкости стального орудия от условий его приготовления, изолированных специальными опытами, — заводы положительно не имеют средств составлять партии из орудий, одинаковых по качествам металла» [2. С. 32]. Так вопрос не ставил еще никто.

³⁷ Там же. Л. 79—82.

³⁸ Там же. Л. 34; Оп. 1. Д. 802. Л. 5 об.

Вывод, сделанный Н. В. Калакуцким, разрушал самые принципы испытаний орудий, которые были приняты в то время.

Не оправдывала себя и общая проба (пять выстрелов усиленным зарядом) — она редко обнаруживала пороки самого металла. Например, одно орудие прошло общую пробу благополучно, хотя на поверхности его ствола были трещины, которые при окончательной механической обработке остались лишь в виде волосовин. Несмотря на то что пороки в стволе были очевидны, он выдержал общую пробу и разорвался лишь при контрольном испытании на 813 выстреле. «Несправедливо и нерасчетливо принимать и браковать десятки орудий на основании пробы одного. Нужно изыскать способ для скорой и приблизительно верной оценки каждого орудия», — писал Калакуцкий несколько позднее [З. № 5. С. 784]. Он видел выход в одном — в необходимости заняться «изучением качеств пушечной стали, находящихся в прямой зависимости от способов приготовления, а результаты этих исследований связать с пороховой пробой».

Это была новая постановка вопроса, требующая специальных и длительных исследований. По существу, Калакуцкий ставил задачи своей дальнейшей исследовательской работы. Для их решения он уже тогда предлагал связать два процесса — способ изготовления орудия и пороховую пробу, — иначе говоря, установить зависимость между процессами производства и поведением орудия на боевой службе. Этим и занялись Н. В. Калакуцкий и А. С. Лавров, всегда стоявшие на страже интересов русской артиллерии; они стремились всеми силами не допустить на службу недоброкачественные орудия. Спустя почти 40 лет А. С. Лавров писал: «В эти последние годы, когда при пороховой пробе разрывы пушек шли за разрывами, мы, приемщики орудий, т. е. я вместе с сотрудником моим, покойным Н. В. Калакуцким, прилагали все усилия, чтобы оградить артиллерию от поступления на службу пушек сомнительной прочности, а потому следили самым подробным образом за приготовлением каждого орудия, а затем, будучи обязаны выбирать для контрольной пороховой пробы 1000 боевыми выстрелами орудия наиболее сомнительные, руководствовались при этом выборе нашими заметками и наблюдениями» [50. С. 1].

Вскоре А. С. Лавров был переведен в Петербург, и Н. В. Калакуцкий продолжал работу один. Тем временем в производстве стальных орудий возникла сложная противоречивая ситуация. С одной стороны, русская артиллерия нуждалась в стальных орудиях, спешила ими вооружиться, и деятельность сталепушечных заводов расширялась, однако приемка стальных орудий с заводов не была научно обоснована и находилась в полной зависимости от случайных факторов. С другой стороны, научные исследования, путь к которым наметили Н. В. Калакуцкий и А. С. Лавров, требовали длительного времени и возможностей, которыми артиллерийские приемщики не располагали. Надо было искать какой-то выход.

Оценивая сложившуюся ситуацию, Н. В. Калакуцкий писал: «Создание этой необходимости располагать скорым и верным средством для оценки орудий навело нас на мысль воспользоваться общей пробой, или по крайней мере, предпослать ей испытание, которому подвергалась бы одновременно и часть металла...» [2. С. 37]. Суть способа, предложенного им, состояла в следующем. При ковке ствола орудия оттягивали так называемый «хвост», закреплявший ствол в сверлильном станке. Канал высверливали длиннее нормы на несколько дюймов, а затем «хвост» отрезали. Он приобретал вид цилиндра с несквозным каналом одного диаметра с каналом орудия. «Нам пришлось в голову,— отмечал Н. В. Калакуцкий,— не отрезывать от орудия этот цилиндр, а заменить им запирающий механизм; другими словами: орудие для пробы превратить из заряжающегося сзади в заряжающееся с дула и притом с каналом, заканчивающимся в цилиндре за „клиновым утолщением“» [2. С. 38]. Затем «хвост» обтачивали до заданной толщины стенки цилиндра. Такой цилиндр из стали среднего качества разрывался на 4, 5 или 6 выстреле при усиленном заряде, который применялся при общей пробе. Проба продолжалась до разрыва цилиндра. При этом фиксировалось количество выстрелов, выдержанных цилиндром, определялась величина его расширения при пробе, выяснялись явления, предшествующие разрыву,— т. е. изучались свойства существенно важной части металла в орудии. Таким образом, цилиндр представлял собой по отношению к орудию некий аналог, подвергавшийся испытаниям. Опытным путем были установлены такие форма

и размеры цилиндра, которые предотвращали опасность повреждения самого орудия.

Параллельно с этой пробой велся химический анализ, исследовалась поверхность излома металла, определялся его удельный вес. В статье Н. В. Калакуцкого приведен ряд таблиц, в сущности, представляющих собой акты многочисленных испытаний по его способу. В заключение Калакуцкий сформулировал выводы: «разрывом пробного цилиндра нельзя испортить орудие»; «приготовление цилиндров не может затруднить заводы»; «проба цилиндром может заменить всякое другое механическое испытание». Затем он высказал ряд предложений: «1. Если опыт подтвердит существование зависимости между устойчивостью орудия и сопротивлением цилиндра, то с принятием последнего для предварительной оценки орудий получилась бы возможность верно группировать партии орудий. 2. Число контрольных пушек уменьшилось бы. 3. Проба упростилась бы, потому что небольшое число выстрелов, необходимых для разрыва цилиндра, будет уже достаточным указанием на достоинство испытываемого орудия» [2. С. 59—60].

Разница в свойствах стволов обуславливалась в меньшей степени химическим составом металла и в большей — его структурой и плотностью. Структура определялась видом излома; мелкозернистый излом соответствовал меньшей плотности металла, но более высокой прочности и стойкости орудия.

К сожалению, в Златоусте не было машин для механических испытаний металлов, хотя Н. В. Калакуцкий и А. С. Лавров требовали их приобретения. Только спустя некоторое время специальное постановление Артиллерийского комитета и обращение в Министерство финансов помогли решить эту проблему — в Златоуст были направлены машины для механических испытаний металлов³⁹.

Интересно отметить, что уже в первой своей печатной работе Н. В. Калакуцкий упомянул о внутренних напряжениях в чугунных и стальных орудиях. По его мнению, в стальных орудиях эти напряжения могут быть изменены и даже сняты ковкой, поэтому в устойчивости этих орудий большую роль играет наружная

³⁹ Перечень занятий Артиллерийского комитета // Арт. журн. 1866. № 10, Отд. офиц. С. 137.

оболочка, отличающаяся более уплотненным металлом и нередко имеющая совершенно иную структуру, чем металл центральных частей орудия. К этим вопросам Н. В. Калакуцкий вернулся значительно позднее.

Статью Н. В. Калакуцкого «Проба стальных орудий» можно рассматривать как научный подвиг молодого артиллерийского приемщика, сумевшего быстро проникнуть во многие секреты сталепушечного производства. Эта статья, вскрывшая недостатки производства и приема стальных орудий на Княземихайловской фабрике, произвела большое впечатление на специалистов и представителей официальных кругов. Нужно было принимать решительные меры для обеспечения армии и флота доброкачественными стальными орудиями. Задача эта была не из легких: многочисленные случаи разрывов русских и иностранных стальных орудий возбуждали у ряда деятелей артиллерийского и горного ведомств серьезные сомнения в целесообразности использования литой стали как материала для артиллерийских орудий. Все это как-будто подтверждало мнение высокопоставленного чиновника горного ведомства Фелькнера, высказанное им в 1864 г. после посещения ряда иностранных заводов. «Идея приготовления крупных орудий, — писал он, — из одной стальной болванки представляет сперва на взгляд менее затруднений, но зато эти затруднения нераздельны с природой вещей и вне власти человеческих рук, следовательно, они недостижимы именно потому, что сталь есть сталь»⁴⁰.

Подобные взгляды не были исключением. Академик А. А. Благодравов, указывая на 60-е годы XIX в. как на один из труднейших периодов в истории русского артиллерийского производства, писал: «Значительный процент брака орудийных поковок, случаи разрыва орудий в начальной стадии испытаний ставили вновь организованные сталепушечные заводы в безвыходное положение, что требовало глубокого научного подхода к исследованию условий производства»⁴¹.

10 марта 1866 г. состоялось заседание Комитета по изготовлению артиллерийских орудий для крепостей и флота при участии А. В. Гадолина, Н. В. Маиевского

⁴⁰ Горный журнал. 1864. № 6. С. 420—421.

⁴¹ Благодравов А. А. Артиллерийская наука и техника и Академия наук // 220 лет Академии наук СССР. Т. 2. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1948. С. 538.

и П. М. Обухова. Рассмотрев вопросы о стальных орудиях, изготовляемых на Пермском заводе и Княземихайловской фабрике, Комитет вскрыл безответственное отношение Горного ведомства к делу снабжения артиллерии доброкачественными орудиями. В частности, во многих орудиях Княземихайловской фабрики, привезенных в Петербург для отделки, металл оказался чрезвычайно неоднородным, в дульной части орудий при высверливании имелись трещины вдоль оси орудий, а металл местами крошился и вываливался кусками⁴². Комитет обсудил результаты пороховых проб стальных пушек, доставленных в Петербург с Княземихайловской фабрики. Опыты оказались весьма неутешительными: первое орудие дало трещину после 300 выстрелов, а после 533-го разорвалось; второе орудие разорвалось на втором выстреле; третье орудие — на четвертом выстреле; четвертое орудие — после 813 выстрелов. Больше 50% доставленных орудий было забраковано еще до пороховой пробы из-за наличия в них трещин и раковин⁴³.

В итоге Комитет констатировал, что «до настоящего времени не имеется еще данных, чтобы по каким-нибудь признакам судить о близости орудия к разрыву»⁴⁴. Было принято решение: «1. Все Златоустовские орудия признать неблагонадежными. 2. Неопробованные орудия считать решительно негодными и не подвергать пробе»⁴⁵. Указав, что производство стальных орудий в Златоусте не имело до сих пор прочной, научной базы, Комитет признал «пороховую пробу недостаточной» и решил ввести испытания орудийного металла, «чтобы посредством опытов найти зависимость между физическими свойствами металла и прочностью орудия, из него приготовленного»⁴⁶.

В последнем решении заметно влияние статьи Н. В. Калакуцкого «Проба стальных орудий» и его донесений в Артиллерийский комитет. Позднее Н. В. Калакуцкий так оценил это решение: «В последнее время артиллерийское ведомство поставило непременно условием при выполнении нашими фабриками заказа орудий производить физические и химические исследо-

⁴² ЦГВИА СССР. Ф. 506. Оп. 1. Д. 802. Л. 8.

⁴³ Там же. Л. 10—11.

⁴⁴ Там же. Л. 12.

⁴⁵ Там же. Л. 7, 7 об.

⁴⁶ Там же. Л. 11 об.

вания металла, и между прочим, как заводам, так и приемщикам будут даны средства для определения удельного веса целых литых и кованных болванок, а также и вполне оконченных орудий. Не будучи подвергнута всем этим исследованиям, ни одна пушка не может поступить на службу. Эти меры должны гарантировать артиллерию от поступления на службу слабых орудий, а заводам они дадут возможность контролировать себя и изучать достоинства и недостатки принятых ныне способов приготовления. С введением подобных мер, по-видимому, не будет уже надобности прибегать к таким утомительным и кропотливым работам, какие нам приходилось брать на себя, и труд наших будущих преемников значительно облегчится, тем более, что им будут даны и средства, которых мы были лишены» [З. № 7. С. 1221]. Однако это пожелание одного из пионеров сталепушечного производства в России, перенесшего все тягости его болезненного становления и проявившего заботу о своих преемниках, сбылось не скоро.

После решения Комитета заказы на орудия Княземихайловской фабрики и Пермскому сталепушечному заводу были закрыты. Заводам поручалось произвести исследование причин неудовлетворительного качества орудийной стали и начать опыты, которые должны были, по мнению Комитета, привести «к некоторым указаниям, как вести дело изготовления, пробы и приема выделываемых у нас орудий»⁴⁷. Заказы должны были возобновиться лишь тогда, когда на заводах будут выработаны вполне надежные способы производства. В этом случае заводы получали 20 орудий, которые затем подверглись бы тщательным, всесторонним испытаниям. И только при условии их успешного окончания заводы получали массовые заказы⁴⁸.

Конечно, такое решение Комитета преследовало цели повышения качества и надежности отечественных стальных орудий. Однако безусловная выбраковка нескольких сотен стальных орудий, не подвергавшихся пробе, являлась актом чересчур строгим и недостаточно обоснованным. Предъявляя столь жесткие требования к стальным пушкам русских заводов, Комитет по изготовлению артиллерийских орудий для крепостей и

⁴⁷ Там же. Л. 34.

⁴⁸ Там же. Л. 20—21.

флота не считал возможным распространить их на орудия Круппа, поступавшие на вооружение русской армии и флота. А между тем, разрывы крупновских стальных орудий на русской службе были нередки, так как ни завод Круппа, ни русское артиллерийское ведомство не подвергали их строгому контролю.

Это была явная несправедливость по отношению к молодой отечественной сталепушечной промышленности. «В 1866 г.,— с горечью констатировал Н. В. Калакуцкий,— мы безапелляционно забраковали 1000 русских стальных орудий потому только, что последовало несколько преждевременных разрывов; мы остановили все производство наших заводов и заставили их вести опыты и в то же время не высказались в пользу принятия каких-либо мер относительно орудий, заказанных Круппу, хотя и до того времени бывали случаи разрыва его орудий у нас»⁴⁹. В своем справедливом возмущении Н. В. Калакуцкий был не одинок. Его, в частности, поддержал горный инженер А. Д. Озерский, возглавлявший в 1867 г. комиссию по обследованию горных заводов. «Известны примеры разрыва пушек Круппа,— писал он,— притом не в одной России, но и в Англии, во Франции и в самой Пруссии; предпринятые ныне в России ученые и тщательные исследования над определением зависимости между физическими свойствами и стойкостью орудий производятся у нас над каждым орудием, в частности, столь рачительно, разнообразно и в таком размере, который Круппу вовсе не известен и для него, как частного лица, был бы мало прибылен»⁵⁰.

В 1866 г. сталепушечное производство на Княземихайловской фабрике приостановилось. Начался период опытов и исследований. Спустя некоторое время выяснилось, что пороховая проба княземихайловских пушек, проведенная в Златоусте, ничего не дала. Правда, она подтвердила результаты опытов в Петербурге: «Из 72 орудий, испытанных общей пробой, разорвалось и было забраковано 9 орудий (12%), а из 34 орудий, испытанных продолжительной стрельбой, разорвалось и было признано ненадежными 19 орудий (56%)» [З. № 9. С. 279]. Поэтому было решено обратиться к

⁴⁹ ЦГАВМФ СССР. Ф. 421, 1871 г. Д. 23. Л. 41.

⁵⁰ ЦГИА СССР. Ф. 37. Оп. 11. Д. 1072. Л. 60—61.

начатым еще ранее Н. В. Калакуцким исследованиям технологического процесса производства и качества орудийного металла. Однако опыты велись совершенно неудовлетворительно: администрация Княземихайловской фабрики была не способна, да и не желала заниматься серьезным изучением причин брака орудийного металла. Вместо того, чтобы помочь А. С. Лаврову и Н. В. Калакуцкому, она чинила им всякие препятствия. И самое главное — опыты, проводившиеся по указанию администрации завода, носили бессистемный характер и никакой пользы принести не могли.

А. С. Лавров и Н. В. Калакуцкий продолжали свои работы, публиковали их результаты. Так, в «Артиллерийском журнале» (№ 10 и 11) за 1866 г. появилась статья А. С. Лаврова «О приготовлении стальных орудий» [49]. Автор глубоко исследовал основные процессы отливки стальных орудий и ряд других вопросов, связанных с этим производством. Однако он не затронул при этом процессовковки орудий. «Имеющиеся в настоящее время у меня под рукой материалы, — подчеркивал А. С. Лавров, — не дают мне возможности сказать хотя что-нибудь о другом процессе первой важности — ковке стальных орудий, которой в настоящей статье я коснулся только вскользь, скажу более: я даже не могу обещать читателю „Артиллерийского журнала“, что ковка литой стали в больших массах будет исследована даже с такой недостаточной полнотой, как это сделано мной относительно литья, потому что для того потребовались бы специальные опыты, производство которых для артиллериста на горных заводах представляет всегда непреодолимые затруднения» [49. № 11. С. 577]. Вскоре, как уже говорилось, А. С. Лавров был отозван в Петербург. Его исследования, в частности, связанные с проблемойковки, продолжил в Златоусте Н. В. Калакуцкий.

Со статьей А. С. Лаврова перекликается работа Н. В. Калакуцкого «Материалы для изучения стальных орудий», опубликованная в четырех номерах «Артиллерийского журнала» за 1867 г. [3]. По существу, это была не статья, а научная монография объемом в 135 страниц, охватывавшая широкий круг вопросов сталепушечного производства. Автор подробно рассматривал распределение плотностей в орудиях, исследовал стальные слитки и разрезанные болванки, изменения, производимые нагревами и ковкой в структуре литой

массы, распределение плотностей в прибылях орудий, кованные болванки.

Во ввводной части статьи Н. В. Калакуцкий подчеркивал, что она задумана как развитие и продолжение статьи А. С. Лаврова «О приготовлении стальных орудий». Это лишний раз свидетельствовало о том, что, работая долгое время вместе, Лавров и Калакуцкий прониклись одними и теми же идеями, пришли к одинаковым выводам и заключениям. «Мы очень хорошо понимаем,— писал Н. В. Калакуцкий,— что беремся за труд крайне неблагодарный; статья наша не может иметь ни характера современности, ни того живого интереса, который привлек бы внимание большинства наших артиллеристов. Все, о чем будет говорено здесь, относится к эпохе минувшей,— к эпохе неудач наших сталепушечных фабрик, потому что все исследования наши касаются орудий, признанных негодными для службы» [З, № 5. С. 785]. Однако он не считал, что его статья, сделанные выводы и обобщения принадлежат лишь прошлому. Н. В. Калакуцкий полагал, что цель можно считать достигнутой, если работа объяснит истинные причины неудач отечественных фабрик и укажет на те затруднения, которые им предстоит еще преодолеть, а также на то, «отчего именно в большей части случаев зависела малая стойкость всех, до сих пор приготовленных орудий». Таким образом, можно сказать, что эта фундаментальная работа Н. В. Калакуцкого представляла интерес не только для современного, но и для будущего сталепушечного производства в России.

Статья представляла собой итог трехлетнего труда автора, причем в крайне неблагоприятных условиях. «Мы были лишены средств для обширных исследований,— писал Калакуцкий.— Нам не было возможности производить какие бы то ни было опыты и в то же время, по роду своих служебных занятий, мы постоянно должны были уклоняться от цели прямых исследований и работать урывками» [З. № 5. С. 785].

Но это заявление Калакуцкого слишком скромно и в недостаточной мере характеризует условия его работы. Обратимся к свидетельству А. И. Скиндера, с которым Н. В. Калакуцкий был в близких дружеских отношениях и которому рассказывал о своем детстве и последующей жизни. Будучи чрезвычайно высокого мнения о всей деятельности Калакуцкого, его научных

трудах и, в частности, о статье «Материалы для изучения стальных орудий», через 20 с лишним лет после выхода в свет этой статьи Скиндер писал: «Современные техники сталелитейного дела не без удивления читают выводы и формулировки статьи „Материалы для изучения стальных орудий“ Калакуцкого; даже не верится, чтобы при совершенном отсутствии средств, только на основании определения излома, плотности и явлений обработки возможно было сделать такие обобщения и выводы. Единственно, чем можно объяснить такую правильность взгляда, это массой затраченного времени, когда Н. В. К. ежедневно, а иногда и по ночам занимался в литейной, лаборатории и молотовой, подмечая с напряженным вниманием все мельчайшие оттенки работы» [65. С. 8].

Значение этой статьи Н. В. Калакуцкого трудно переоценить. Посвященная одному из самых актуальных вопросов современной техники, она (так же, как и статья А. С. Лаврова) призывала отказаться от старых приемов работы и поставить сталепушечное производство на строго научную базу. «Нам хотелось провести здесь ту идею,— заявлял Калакуцкий,— что как отливка, так и ковка стальных болванок должна быть основана на строго научных основах, а не на одних только соображениях и сноровке мастеров [3. № 5. С. 785].

Особенностью этой статьи Н. В. Калакуцкого было наличие обширного фактического материала, чертежей и множество таблиц. Все это свидетельствовало об огромной научно-исследовательской работе автора и в то же время позволяло отчетливо проследить ее этапы и детали⁵¹.

Исследование строения слитков Н. В. Калакуцкий проводил путем разрезов и изучения макроструктуры, наблюдением над характером излома стали, определением плотности и химического состава стружки, взятой из различных мест слитков и поковок. Кроме того, им были выполнены специальные опыты для изучения кристаллизации стали. Например, были сделаны наблюдения за временем затвердевания стали различного состава в тиглях. Н. В. Калакуцкий установил, не имея никаких приборов, что мягкая сталь «стынет»

⁵¹ Последующий текст (до с. 60) принадлежит видному советскому металлору Д. М. Нахиму [68. С. 32—33].

3 мин, сталь среднего состава — 7—8 и самая жесткая сталь остывает 10 мин. Таким образом, он правильно отметил увеличение интервала температур затвердевания с повышением содержания углерода в стали.

Большой интерес представляют наблюдения Н. В. Калакуцкого над образованием кристаллов в стали. Он нашел на стыках усадочных раковин в слитках прекрасно развитые кристаллы и затем выполнил искусственное воспроизведение этого явления. «Для получения кристаллов стали,— писал Н. В. Калакуцкий,— мы сделали следующий опыт. Вынутый из горна тигель был оставлен охлаждаться на воздухе. По прошествии нескольких минут, когда поверхность стали покрылась остывшей коркой, эта корка была пробита, и жидкий металл из середины тигля был вылит. По всей внутренней поверхности корки виднелись пирамидальные ростки, вершины которых имели направление по радиусам горизонтальных сечений тигля... На дне, где затвердевание было замедленно, там развились почти совершенно законченные кристаллы» [3. № 7. С. 1208].

Особенно трудоемкую работу Н. В. Калакуцкий провел при определении удельного веса стружки, взятой из различных мест слитков и поковок. Эта работа выполнялась гидростатическим методом. Она требовала большой точности и тщательной подготовки. До настоящего времени работы Н. В. Калакуцкого и А. С. Лаврова являются единственными по обширности материала, касающегося плотности стали в литом состоянии, а также послековки. Калакуцкий показал, что плотность стали является функцией структуры стали. Она наименьшая в закаленной стали, а наибольшая — в литой, если в последней нет пустот. Ковка уменьшает и иногда уничтожает пустоты, стенки которых сближаются и могут свариться. В этом отношении ковка повышает плотность стали. Но одновременно ковка уменьшает плотность стали тем сильнее, чем ниже температура концаковки и чем больше скорость охлаждения стали послековки. Например, в одном из своих опытов Н. В. Калакуцкий получил следующие данные: плотность литой стали из разных мест слитка — от 7,815 до 7,852 г/см³; плотность ковальной стали из того же слитка после разных вариантовковки — до 7,831 до 7,846 г/см³, закаленной стали — 7,797 г/см³.

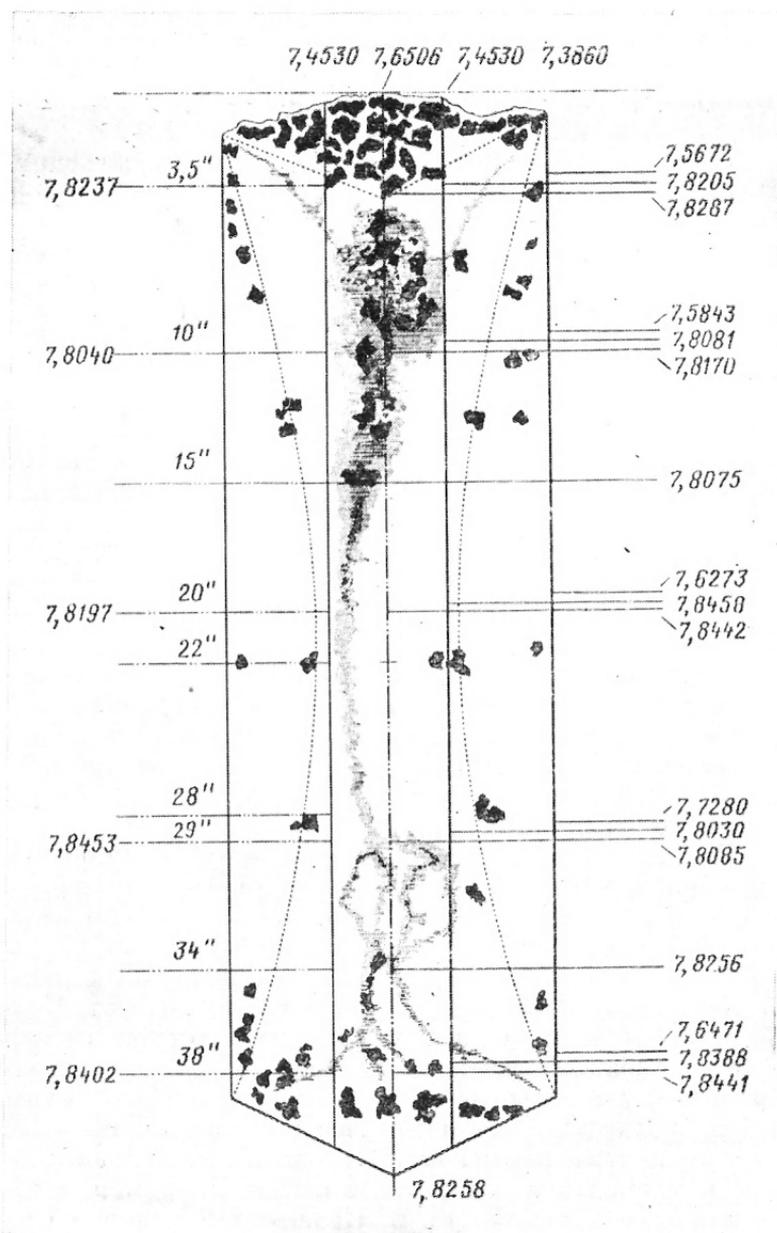


Рис. 1. Разрез эллиптического слитка

Большое научное значение имело изучение строения литой стали.

Обратимся к рисунку Н. В. Калакуцкого, изображающему разрезанный слиток (рис. 1). Слиток, вес которого 40 пудов, имеет в сечении правильную эллиптическую форму и коническое дно. Разрез сделан по малой оси эллипса. На рисунке видно, что слиток переполнен пустотами. Изучая разрезы слитков, Калакуцкий и Лавров пришли к выводу, что «всякая болванка, получаемая при отливке жидкой стали в форму или изложницу, никогда не выходит совершенно плотной, но бывает более или менее прорезана пустотами, которые остаются от двух причин: 1) от усадки и 2) от выделения газов, поглощенных металлом во время его плавки». Пустоты образуются в тех местах, которые остывали последними. Поэтому в цилиндре усадочная раковина возникает в центральной части. Высота расположения усадочных раковин зависит от условий охлаждения слитка. С замедлением охлаждения верхней части усадочная раковина концентрируется вверху слитка. Если же, как это делали на фабрике в Златоусте, положить сверху на слиток холодную пробку, то раковины понижаются и портят слиток. Рассматривая строение слитка, Н. В. Калакуцкий констатировал «постепенное увеличение крупности зерен к центру слитка... В расположении кристаллов замечается строгая правильность и постепенность... Некоторые из пустот, лежащих в центральных частях слитка, имеют характер чисто усадочный: стенки их покрыты скученными тонкими и остроконечными ростками стали, или мелкими кристаллами, расположенными древовидными группами».

Наличие усадочных пустот в нижней части слитка Н. В. Калакуцкий объяснял неправильной технологией отливки. В Златоусте содержимое тигля после вынимания из горна и подноски к изложнице сливалось в нее не сразу. Там ждали, когда наберется несколько тиглей, и только тогда начинали отливку. Поэтому температура металла в тиглях, вынутых из горнов первыми, понижалась почти до температуры затвердевания. «На расположение усадочных раковин,— писал Н. В. Калакуцкий,— сильно влияет форма изложниц» [З. № 5. С. 791]. В Златоусте существовали изложницы с резкими изменениями сечения по высоте слитка, что значительно ухудшало плотность металла. Разрез

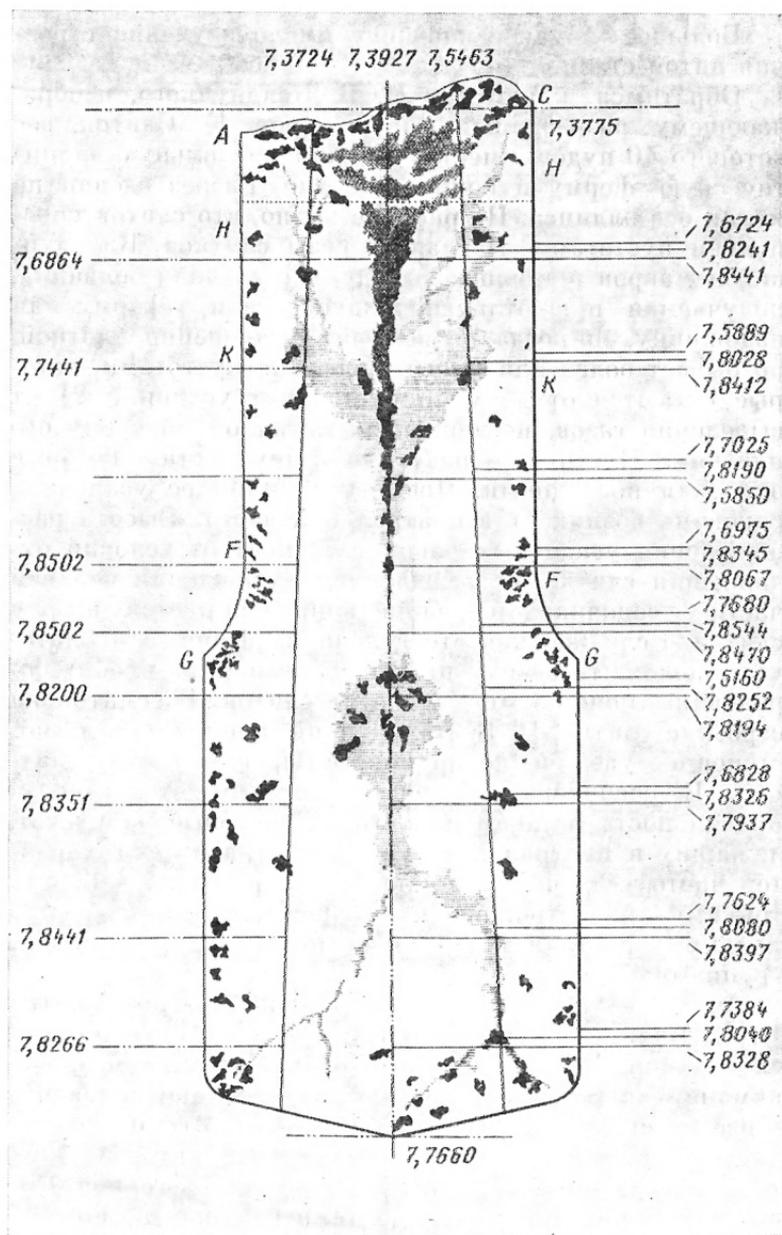


Рис. 2. Разрез слитка переменного сечения

такого слитка и изобразил Н. В. Калакуцкий (рис. 2).

Рассматривая вредное влияние холодной пробки, накладываемой на верхнюю часть слитка сразу же после заливки изложницы, Н. В. Калакуцкий констатировал образование по ее «вине» свода из остывшего по всей поверхности металла. Этот свод затрудняет выделение газов из стали и увеличивает скопление пузырей в верхней части слитка. Давление газов повышается настолько, что затвердевший верхний слой приподнимается и выпучивается (см. рис. 1).

Н. В. Калакуцкий установил, что «размер кристаллов или крупность зерен в стали при равенстве всех других обстоятельств, т. е. при одинаковом сорте и при одном и том же отливаемом предмете, зависит: 1) от избытка температуры жидкого металла над тою, которая действительно необходима для его расплавления и, следовательно, 2) от времени, которое отлитая масса употребляет для своего охлаждения и отвердевания» [3, № 5. С. 805].

А. С. Лавров и Н. В. Калакуцкий первые в мире изучили явление ликвации в стали. Они показали, что всякий слиток имеет неоднородность химического состава как по сечению, так и по высоте. Н. В. Калакуцкий чрезвычайно наглядно продемонстрировал явление ликвации, сделав химический анализ стали, затвердевшей в виде корки в тигле, и стали, вылитой из середины тигля (как описано выше). В итоге содержание углерода повысилось от 0,67% в стенке до 0,8% в середине, несмотря на то, что опыт проводился с малым слитком.

Н. В. Калакуцкий провел большую работу по изучению влияния нагрева,ковки и скорости охлаждения на структуру и свойства стали. Анализируя полученные многочисленные данные, он сделал следующие основные выводы [3. № 7. С. 1211—1213]: ковка меняет структуру стали, что выражается изменением плотности прокованных кусков; удельный вес литого металла, если в нем нет пустот, «есть в то же время предел его наибольшего уплотнения»; нагревание и затем медленное охлаждение производят действие, обратное ковке; ковка должна быть ведена «почти до охлаждения стали или до бура, ибо фаза перегруппирования лежит близко к этой температуре»; прокованные части «следует совершенно предохранять от действия нагревов в том случае, когда ковка частей с ними смежных

еще не кончена»; понижение плотности стали зависит от температуры, при которой была прекращена ковка, и от скоростей последующего охлаждения.

Все эти выводы сохранили свое значение до настоящего времени. Для получения высоких механических свойств режим нагрева стали должен быть рассчитан так, чтобы ковка заканчивалась при достаточно низкой температуре, так как температура концаковки определяет структуру и свойства стали [68. С. 32—38].

В последней части статьи Н. В. Калакуцкий изложил общие выводы и сделал объективное заключение относительно выпуска стальных орудий. «Главнейшим недостатком сталепушечного производства,— резюмировал он,— в том виде, как оно велось до сих пор, было получение разнокачественных орудий, в числе которых, как исключения, встречались пушки громадной стойкости рядом с орудиями крайне слабыми». Этот недостаток был не случайным, и его также нельзя было объяснить «какими-либо привходящими причинами», как это пытались делать руководители заводоуправления. «Вообще как разнообразие,— писал Н. В. Калакуцкий,— так и малая стойкость приготовленных орудий были неминуемым следствием того, что заводы не только не владели способом приготовления, но и не vyrabatyвали его, идя в своих изысканиях путем строго последовательным. При неудачах менялось все вдруг — состав шихт, форма изложения, способы ковки; случалось даже так, что после длинного ряда изменений и нововведений фабрики возвращались к тому же самому способу, который служил началом неудач. Наивыгоднейшие условия литья и остывания стальных болванок были не исследованы; роль газов и явления ими производимые — не объяснены; зависимость сложения и вязкости металла в орудийных болванках от степени числа и продолжительности нагревов при ковке, а также и от температуры, при которой следует прекращать отделку под молотом,— не выведены; каких-либо положительных данных для суждения о металле в каждом из приготовленных орудий и для сравнения между собой — не существовало... Словом, отливка велась при полнейшем незнании того, что получается, а ковка была предоставлена вполне вдохновению и сообразительности мастеров, не обладающих для этого достаточным знанием дела» [3. № 10. С. 1740]. Указав на истинные причины неудач,

Н. В. Калакуцкий констатировал: «При настоящем состоянии дела ни заводы, ни приемщики не имеют возможности ручаться ни за одно из представленных орудий» [З. № 10. С. 1741].

Такова была мрачная картина действительного положения дел в сталепушечном производстве, столь ярко обрисованная Н. В. Калакуцким. И все же он не сомневался в пригодности стали для артиллерийских орудий, считая, что будущее в этой области за этим металлом. «Но это не дает однако же,— подчеркивал он,— ни малейшего повода говорить, что литая сталь вообще не годна для пушек... Мы твердо убеждены, что лучшего металла для пушек никогда не было, да по всей вероятности и не будет, бывшие же до сих пор неудачи указывают на неумение фабрик обращаться с таким превосходным материалом... Остается изыскать средства для верной оценки орудий и довести их до самого высокого предела стойкости — вот две настоятельные потребности сталелитейного дела» [З. № 10. С. 1741—1742]. Н. В. Калакуцкий был твердо убежден, что эта задача будет решена и высококачественные стальные орудия будут «...поступать в войска на бессрочную службу, подобно ружейным стволам, потому что только такими орудиями можно вознаградить правительство за его миллионные затраты на устройство сталепушечных фабрик, а артиллерию за долгое ожидание хороших русских пушек» [З. № 10. С. 1742].

Весьма вероятно, что это смелое высказывание Н. В. Калакуцкого показалось многим его современникам несбыточным, фантастическим. Но не прошло и года, как в Петербурге был прочитан публичный доклад, заставивший скептиков призадуматься.

20 апреля 1868 года зал заседаний Русского технического общества в Петербурге был переполнен. Весть о том, что молодой инженер Дмитрий Константинович Чернов, всего лишь два года назад приступивший к службе на Обуховском заводе начинающим технологом, выступит с необычным сообщением по фундаментальным вопросам сталелитейного дела, всколыхнула специалистов. Трижды — 20 апреля, 4 и 11 мая — приходили они в этот зал, чтобы полностью выслушать доклад с длинным названием — «Критический обзор статей гг. Лаврова и Калакуцкого о стали и стальных орудиях и собственные Д. К. Чернова исследования по этому же предмету» [66]. Это было историческое

событие в русской и мировой науке — Д. К. Чернов сообщил о сделанном им открытии критических точек в стали, фазовых превращений в стали при ее нагревании. Это открытие и последующие работы Д. К. Чернова заложили основы металловедения и термической обработки стали.

Знаменитый доклад Д. К. Чернова имел своих прямых, даже непосредственных предшественников. Это труды А. С. Лаврова и Н. В. Калакуцкого. И неудивительно, что Д. К. Чернов прежде всего отдает им должное и подчеркивает огромные трудности, которые стояли перед пионерами сталепушечного производства в России. «Понятно, — говорил он, — что нам тяжело было при таких условиях сразу поставить у себя это дело на прочную ногу, нам нужно было до всего добиться самим, а потому всякое слово, проливающее хоть частицу света на занимающий нас вопрос, каждая капля, вносимая в общий улей, должны быть для нас дороги» [66. С. 9]. Таким словом, такой каплей были работы А. С. Лаврова и Н. В. Калакуцкого, послужившие фундаментом, на котором был построен доклад Д. К. Чернова. Ученый подтвердил это и названием своего доклада и его содержанием. «Труды гг. Лаврова и Калакуцкого, — подчеркивал Д. К. Чернов, — не имея ничего себе подобного не только в русской, но и в иностранной литературе, заслуживают с нашей стороны полной признательности к их авторам...» [66. С. 9].

Изложив свои взгляды, Д. К. Чернов снова возвращается к работам А. С. Лаврова и Н. В. Калакуцкого. «Наша литература, — подчеркивал он, — должна гордиться трудами гг. Лаврова и Калакуцкого; они первые указали на распределение пустот в литых стальных болванках и зависимость их от обстоятельств плавки и литья — распределение плотностей самой стали в различных местах болванок и неодинаковость ее химического состава; первые подробно познакомили со всеми манипуляциями сталепушечного дела, и не их вина, конечно, что им пришлось знакомить читателей только с ошибками этого дела. Нельзя не поблагодарить авторов за приложение к статьям большого количества численных данных, служивших им самим для вывода своих заключений, а также и за приложение хороших рисунков разрезов литых болванок» [66. С. 29].

В своем докладе Д. К. Чернов дает краткий разбор

известной статьи Н. В. Калакуцкого. Так, говоря о влиянии, производимом нагревами и ковкой на структуру литой стали, Чернов указывал, что «место это одно из самых интересных в статье и нельзя не посоветовать прочесть его с особым вниманием тем, кто хочет поближе ознакомиться с ковкой стали». Чернов признал чрезвычайно важными замечания Калакуцкого о ковке орудий по способу, принятому Княземихайловской фабрикой. По мнению Чернова, они «в особенности имеют значение с исторической точки зрения. Впоследствии, когда мы будем хорошо работать стальные орудия, любопытно будет взглянуть, как мы метались из стороны в сторону, чтобы как-нибудь попасть на прямой путь» [66. С. 28—29]. Отметим, что спустя 35 лет после выступления Д. К. Чернова и, в частности, его оценки главы о ковке из статьи Н. В. Калакуцкого этот материал вновь получил высокую оценку в печати. «Вопрос о влиянии нагревов иковки на структуру стали,— писал главный инженер Обуховского завода В. И. Колчак,— заслуживает в изложении Калакуцкого особенного внимания по верности и оригинальности проводимых здесь взглядов... В конце главы о ковке Калакуцкий дает превосходное объяснение центровых трещин в орудиях» [47. С. 183—184].

Таким образом, труды Н. В. Калакуцкого и А. С. Лаврова, пионерские по своему характеру, вошли в историю металловедения. «В разработку научных основ металлургии железа и стали,— отмечалось в одном из современных исследований,— большой вклад внесли русские ученые. Особого внимания заслуживают работы А. С. Лаврова и Н. В. Калакуцкого, открывших в 1866 г. явление ликвации в стали и установивших зависимость ликвации от размеров слитка. В результате были объяснены процессы кристаллизации и внутренних напряжений в слитках и намечены пути к повышению качества отливок»⁵².

Однако ни статьи А. С. Лаврова и Н. В. Калакуцкого, ни доклад Д. К. Чернова никак не повлияли на обстановку на Княземихайловской фабрике. Там все оставалось по-прежнему, и фабрика неумолимо катилась к полному упадку.

⁵² Техника в ее историческом развитии: От появления ручных орудий труда до становления техники машинно-фабричного производства. М.: Наука, 1979. С. 239.

Упадок Княземихайловской фабрики

Еще в статье «Материалы для изучения стальных орудий» Н. В. Калакуцкий недоумевал, как можно было вести производство орудий из негодных болванок. Его особенно удивляло то, как при этом даже случайно могли выходить орудия, выдерживавшие до 6 тысяч выстрелов. «Менялись способыковки,— писал он,— формулы шихт, чертежи изложниц, но не затрагивались лишь коренные недостатки способов, и фабрики не нашли средств получать при отливке совершенно плотные болванки, из которых удобно было выковывать вполне однородные и надежные пушки» [З. № 5. С. 817]. Конечно Калакуцкий не мог пройти мимо того обстоятельства, что на отечественных сталепушечных заводах невозможно было вести долговременные серьезные исследования (ибо по мнению военного ведомства они могли бы замедлить выполнение заказов артиллерии). «Но мы хотим быть уверены,— продолжал он,— что теперь, когда вся деятельность фабрик посвящена исключительно опытам, они поставят свое производство на строго научных началах,— и тогда дурные пушки будут такими же случайными, какими до сих пор были хорошие орудия» [З. № 5. С. 817]. В этих словах заключена надежда на улучшение положения в производстве стальных пушек. Но в какой мере она оправдалась в условиях Княземихайловской фабрики, можно судить по обширной статье Н. В. Калакуцкого «Материалы для изучения сталелитейного дела в России». По своему содержанию эта статья отличалась от предыдущих. Она освещала не только технические, но и экономические вопросы, и ее скорее можно было считать одновременно историко-техническим и экономическим исследованием, причем объем (171 с.) статьи позволял говорить о ней, как о монографии.

Поводом к ее написанию послужила опубликованная в 1868 г. в «Артиллерийском журнале» работа горного инженера А. Кавадерева — «Княземихайловская сталелитейная фабрика в Златоусте»⁵³. Ее автор, служащий этой фабрики, по мнению Н. В. Калакуцкого,

⁵³ *Кавадеров А.* Княземихайловская сталелитейная фабрика в Златоусте // Горн. журн. 1868. № 1. С. 1—53; № 2. С. 151—192; № 3. С. 311—360.

обошел молчанием многие весьма важные вопросы производства и только вскользь упомянул о проводимых на фабрике опытах и их результатах. Более того, статья А. Кавадерова не показывала значения Княземихайловской фабрики как сталелитейного предприятия (ни в техническом, ни в хозяйственном отношении) и, таким образом, не давала «сколько-нибудь точного представления о состоянии ее производства». Н. В. Калакуцкий решил противопоставить, как он выразился, «недомолвкам» подлинную и полную картину развития и состояния Княземихайловской фабрики. Поэтому и целью своей статьи Н. В. Калакуцкий считал «разъяснение дела» [7. № 1. С. 50]. Он откровенно и честно высказал в ней свое отношение к опытам, проведенным администрацией фабрики, проанализировал различные мнения о причинах разрыва орудий, широко и полно осветил с экономических позиций деятельность фабрики за весь период ее существования. Таким образом, Н. В. Калакуцкий воссоздал истинное положение дел на старейшей сталелитейной фабрике, и потому его статья имеет большое значение для истории отечественного сталелитейного производства.

Шаг за шагом прослеживал Н. В. Калакуцкий действия администрации фабрики по организации исследований, подвергая их жестокой, но справедливой критике. Он вскрывал истинные причины неудач сталепушечного производства и с негодованием говорил об отношении заводоуправления к наследию П. М. Обухова. Как известно, последний в результате многолетних опытов пришел к убеждению, что магнитный железняк существенно улучшает качества получаемой стали,— эта руда сделалась необходимым элементом составляемых им шихт. «С отъездом Обухова в С. Петербург,— писал Н. В. Калакуцкий,— новый управитель Княземихайловской фабрики вывел из шихты магнитный железняк, и литую сталь начали готовить из одного только чугуна и железа, то есть явилась шихта под названием новой, а имя г-на Обухова было стерто со Златоустовских клинков... Новая шихта не дала, однако, ни хороших клинков, ни хороших пушек... После всего сказанного для нас крайне удивительно, почему при изготовлении орудий заводоуправление упорно держалось этой шихты и почему, наконец, оно решилось, не произведя надлежащих исследований, бросить старую обуховскую шихту?.. Конечно, в этом

случае самое дело было забыто; нужна была новая шихта, новая сталь — и ее ввели... правительство израсходовало сотни тысяч, а артиллерия не получила от фабрики ни одного порядочного орудия» [7. № 1. С. 69, 77]. Н. В. Калакуцкий считал, что в ходе опытов не был определен состав тигельной массы, не выявлено ее влияние на качество получаемых изделий, а за температурой горнов не велось никаких наблюдений и т. д. При этих условиях, по мнению Калакуцкого, получение однокачественных слитков было «немыслимым делом». Он обратил внимание и на недостаточность средств механической обработки. Так, фундамент старого 250-пудового парового молота оказался распатаным и его пришлось разобрать. Вместо него по указанию администрации был поставлен новый 150-пудовый молот системы Смита, но возлагаемые на него надежды не оправдались: этот молот оказался недостаточно мощным дляковки болванок. В то же время не был собран и установлен 1000-пудовый молот, хотя для него было сооружено колоссальное здание. Однако здание сломали, а затем опять построили и два года качали в нем воду из того места, где предполагалось заложить фундамент молота. В конце концов, фундамент вывели, затратив на его сооружение десятки тысяч рублей. «Теперь этот массивный фундамент, — иронически подчеркивал Н. В. Калакуцкий, — выдается как остров из массы воды внутри пустого гигантского здания с деревянными стропилами и железной крышей... А части молота валяются на заводских площадях... Чего все это стоило и для чего все это делалось — конечно, мы не умеем объяснить!» [7. № 1. С. 95]. В тяжелом положении находилось печное хозяйство фабрики: «печи не давали должной степени нагрева, и фактически слитки не проковывались в достаточной степени». Все это было следствием рутины, бюрократизма и казнокрадства.

Рассмотрев состояние производства на Княземихайловской фабрике и детально проанализировав результаты проведенных опытов, Н. В. Калакуцкий пришел к неутешительному выводу: после 14-летнего существования, после длинного ряда опытов фабрике все надо начинать сначала.

Главными виновниками этого Н. В. Калакуцкий считал Горное ведомство и администрацию фабрики, развалившие ее производство.

По мнению Н. В. Калакуцкого, «упадок технической стороны дела сопровождается еще и другими грустными явлениями. Несмотря на то, что фабрика пользуется прекрасными местными условиями — лесом в изобилии, отличными и недорогими сырыми материалами, дешевыми рабочими руками, — ее изделия постоянно дорожали и достигли, например, в орудиях чудовищных цен... Лучшие ее мастера уходят, их общая энергия убита вследствие всеми сознанным убеждением в неспособности настоящего управления вести дело... Громадные суммы, отпускаемые правительством, не в состоянии были поддержать падающее производство. Оно пало, но оттого, что техники, которым было поручено вести дело, не знали его, не любили его и не работали сами... Оно пало оттого, что своевременно не были приняты меры к разъяснению причин неудач, к их устранению... В ошибках никто не сознался, ошибок никто не искал... Дело превратилось в бюрократическую переписку, которая блестяще доказала, что все обстоит благополучно... Шли донесения, расходовались суммы, производилась проба — все обстояло благополучно. Итогов никто не подвел, отчета никто не дал... И, наконец, фабрика стала» [7. № 4. С. 813—814]. Остановка фабрики повлекла за собой волнения среди тысяч златоустовских рабочих. Администрация не выполнила своих обещаний по налаживанию производства, и большая часть рабочих была вынуждена покинуть Златоуст и отправиться на заработки в Петербург или Пермь⁵⁴.

Н. В. Калакуцкий, видимо, понимал, что в неудачах отечественного сталепушечного дела виноваты не только заводчики и фабриканты, но и весь самодержавный строй, неспособный быстро наладить новое важное для обороны страны производство. «Глядя на все это, — с горечью писал Н. В. Калакуцкий, — нам остается только ожидать заказов за границей да удивляться, почему в Англии вопрос о неудачах Вульвичского арсенала, рассматриваясь в печати и обсуждаясь в парламенте, делался, так сказать, вопросом всей нации ... тогда как положение наших казенных заводов остается предметом закрытых обсуждений одной только заинтересованной ими корпорации... Этими словами мы ни-

⁵⁴ Центральный архив Главполиграфиздата. Оп. 177. Д. 21. Л. 183.

кого не хотим оскорбить; мы говорим и пишем во имя пользы дела, как нашего общего русского дела» [7. № 4. С. 814]. Так заканчивалась вторая часть этой интересной статьи.

Третью часть статьи Н. В. Калакуцкий в основном посвятил скрупулезному исследованию хозяйственной деятельности Княземихайловской фабрики за 14 лет ее существования. Проведенный им весьма квалифицированно экономический анализ свидетельствовал еще об одной грани выдающихся способностей автора. Обвиняя заводоуправление в финансовых злоупотреблениях, Н. В. Калакуцкий разоблачил принятую на фабрике систему отчетности, позволявшую бесконтрольно расходовать огромные средства (к концу 1867 г. стоимость имущества фабрики в изделиях, припасах, материалах и инструментах составляла колоссальную по тем временам цифру — свыше 1,5 млн рублей). «От каждого года, — констатировал Н. В. Калакуцкий, — оставались литые и кованные болванки, отделанные и полуотделанные орудия, и каждый год требовались новые суммы на отливку, ковку и отделку новых орудий, часть которых к концу года опять оказывалась в имуществе фабрики и снова требовались суммы и т. д. и т. д. ...Только при таком порядке вещей непроизводительность работ в последнем периоде деятельности фабрики и ценность изделий, возрастающая по мере упадка производства, могли оставаться незамеченными... В принятой отчетности была своя казовая сторона, на которую преимущественно и обращали внимание, не подозревая ни значения, ни существования мнимого капитала в имуществе фабрики» [7. № 9. С. 288—289].

В конце статьи Н. В. Калакуцкий затронул вопрос о судьбе Княземихайловской фабрики как артиллерийского предприятия. Он в основном поддержал проект видного инженера А. А. Износкова об организации на фабрике производства стального оборудования (шин, осей, рессор и пр.) для железных дорог.

Ценность рассматриваемой статьи Н. В. Калакуцкого заключается еще и в том, что он рассматривает в ней судьбы сталелитейного производства в широком плане. Известно, что это производство возникло на базе тигельного способа выплавки металла. Н. В. Калакуцкий прозорливо считал, что недалеко то время, когда этот способ будет вытеснен другими — более дешевы-

ми и более пригодными для крупных масс металла. При этом он указывал на мартеновский процесс, на замену литейных горнов генераторными печами. Что же касается тигельного способа, то он, по мысли Н. В. Калакуцкого, со временем изживет себя. «У нас этот способ существует 14 лет — и дал очень незавидные результаты. Пройдет, вероятно, еще 14 лет, пока мы подвинемся на шаг вперед, — что, конечно, обойдется правительству в несколько миллионов... И когда мы заговорим, наконец, что у нас есть литая сталь, за границей тигельный способ станет уже делом прошлого...» [7, № 1. С. 88]. В этих словах — не только горечь за «технологическое отставание» Княземихайловской фабрики, за устаревшие позиции Горного ведомства, но и призыв к развитию прогрессивных методов выплавки стали в России. И надо отметить, что бессемеровский и мартеновский процессы стали внедряться в отечественной сталелитейной промышленности в 70-х годах XIX в.

Одновременно с этой статьей Н. В. Калакуцкий выступил и в газете «Голос». В небольшой статье «По поводу заметки с Княземихайловской фабрики» [8] он разоблачил управляющего фабрикой Деви и его ближайших помощников, попытавшихся обмануть широкую общественность. (Деви заверил читателей «Голоса», что производство стальных орудий на Княземихайловской фабрике пришлось свернуть после удачных опытов, а единственной причиной неудач явились изменения в конструкции орудий и повышенные требования артиллерийского ведомства.) Н. В. Калакуцкий поддержал отвергнутые заводоуправлением предложения инженера А. А. Износкова относительно освоения Княземихайловской фабрикой производства стальных железнодорожных изделий. По мнению Н. В. Калакуцкого, заводоуправление, «по-видимому, боится отнестись к вопросу прямо и враждебно встречает всякую мысль об изменении существующего порядка, потому что как бы неудовлетворительно ни шло дело по выполнению военных заказов, они всегда будут, их можно выхлопотать, их, наконец, прикажут дать, тогда как частные потребители не станут обращать никакого внимания на более или менее ловкие объяснения заводоуправления, а потребуют только хороших и дешевых изделий и, не получив их, тотчас же прекратят заказ». Разоблачая истинные намерения рутинеров и проходимцев, грев-

йших руки на казенных заказах и снабжавших русскую армию негодными пушками, Н. В. Калакуцкий вновь напомнил о злоупотреблениях администрации Княземихайловской фабрики при проведении отчетности и о расходах огромных денежных средств. При этом он предложил ввести «гласность в эти действия». Предложение Калакуцкого о введении открытой отчетности в расходовании денежных сумм и в полученных результатах нашло поддержку в периодической печати. В газете «Голос» вскоре появилась статья Д. Прохорова «Необходимость гласной отчетности для военно-технических заведений», где он ссылаясь на статью Н. В. Калакуцкого, приводил из нее цитаты⁵⁵.

Не приходится сомневаться в том, что Х. Деви и его сторонники имели сильных покровителей в министерстве финансов, которому подчинялись заводы Горного ведомства и которое больше заботилось о дешевизне артиллерийских орудий, а не об их качестве. Вот яркий пример. 16 августа 1862 г. военный министр Д. А. Милютин в отношении к министру финансов М. Х. Рейтерну предлагал предоставить артиллерийским офицерам, прослушавшим курс Горного института и бывшим в заграничной командировке для пополнения своих специальных знаний, «право голоса при изготовлении артиллерийских предметов на горных заводах наравне с горными инженерами». М. Х. Рейтерн, опасаясь, что при этом пострадают финансовые интересы Горного ведомства, отказал, считая, что, получив это право, артиллерийские офицеры «будут следить только за качеством и игнорировать дешевизну»⁵⁶.

К сожалению, подобные взгляды проникали и в среду специалистов. Они, в частности, стали предметом обсуждения среди членов РТО. Особенно сильно это проявилось после серьезных неудач в сталепушечном производстве на Княземихайловской фабрике и Пермском заводе. Так, в ноябре 1867 г. на заседании РТО с сообщением «О материалах для артиллерийских орудий с финансовой точки зрения» выступил артиллерийский офицер, инженер И. И. Филиппенко⁵⁷. Он

⁵⁵ Прохоров Д. Необходимость гласной отчетности для военно-технических заведений // Голос. 1869. 30 июня. — С. 1—2.

⁵⁶ ЦГВИА СССР. Ф. 503. Оп. 2. Д. 1071. Л. 27—28.

⁵⁷ Записки Русского технического общества. 1867. № 2. С. 92—93.

старался доказать, что литая сталь представляет собой самый дорогой материал для изготовления артиллерийских орудий, так как «в ломе теряет почти всякую ценность». И. И. Филиппенко указывал и на другие недостатки стальных орудий: трудность литья и отделки, опасность разрыва, который «не предупреждается никакими признаками» и т. п. И. И. Филиппенко выступил против производства стальных орудий, предложив вернуться к старым материалам — чугуну и железу. Наиболее надежным материалом для казнозарядных орудий он считал бронзу.

В обсуждении записки И. И. Филиппенко приняли участие многие члены РГО. Ряд выступавших поддержал позицию докладчика, но окончательное решение так и не было принято. Оппоненты Филиппенко, ссылались на уже имевшийся в России положительный опыт изготовления стальных орудий и на то, что вопрос о сталепушечном производстве рассматривается во многих странах. В результате И. И. Филиппенко пожелал отложить на некоторое время публикацию своей записки и материалов ее обсуждения.

Однако вопрос о стали и стальных орудиях не был снят с повестки дня РГО. Уже на следующем заседании в декабре того же года было заслушано сообщение «О новых видах бронзы и стали», с которым выступил известный деятель в области техники, профессор Земледельческой академии, бывший председателем РГО Е. Н. Андреев. В своем сообщении он также выразил недоверие к стали и к стальным орудиям: «Приготовление стальных орудий сопряжено с такими затруднениями и с такими предосторожностями, что нельзя не желать замены ее другими материалами, не столь чувствительными к разным влияниям и случайностям, изменяющим радикально ее свойства»⁵⁸. Озабоченный судьбами артиллерийского производства, Е. Н. Андреев предложил организовать исследования по созданию различных сплавов, наиболее пригодных в качестве материала для орудий. Он считал полезным обратить внимание на алюминиевую бронзу, сплавы меди и бронзы с железом и, наконец, на сплав стали с вольфрамом. Последнее предложение, как известно, впоследствии оказалось весьма плодотворным, но в то время оно было лишь догадкой, и острый вопрос о стали

⁵⁸ Там же. С. 100.

и стальных орудиях оставался предметом полемики в РТО.

Заседания шли одно за другим. 23 декабря 1867 г. состоялся доклад специалиста в области металлургии И. П. Котляревского «О причинах разрыва русских стальных орудий»⁵⁹. Выводы, сделанные автором, основывались на опыте Пермского завода и лишь частично Княземихайловской фабрики. Главными причинами разрыва орудий И. П. Котляревский считал: употребление в шихту уклада, перемену шихты на более твердую сталь, ковку орудий при высокой температуре, применение (на Пермском заводе) «при плавке стали елового угля вместо соснового». Докладчик отметил характерную для орудий Княземихайловской фабрики особенность — повышенное содержание кремния в металле, что делало его непрочным.

По мнению И. П. Котляревского, в сталепушечном производстве еще не установились приемы рациональной, экономной и надежной пробы стальных пушек, а этого необходимо добиться, прежде чем приступить к валовому выпуску таких орудий. При этом он ссылался на такой пример: два орудия были изготовлены в одинаковых условиях, но одно из них при испытаниях выдержало 6000 выстрелов, другое разорвалось на пятом. «Таких случаев, — отмечал И. П. Котляревский, — конечно, найдется не один, и все они доказывают только необыкновенную прихотливость стали, трудно уловимую в валовом производстве»⁶⁰. Конечно, в те годы правильно объяснить подобные случаи было еще невозможно, и поэтому сомнения И. П. Котляревского вполне понятны. Однако он шел в них еще дальше, считая не случайным, что «все другие европейские государства не вводили стальных орудий в своей артиллерии»⁶¹. И. П. Котляревский подчеркивал, что «век бронзовых орудий еще не миновал и надо вести работы по их усовершенствованию».

Вместе с тем И. П. Котляревский не отвергал идеи применения стали как материала для орудий. «Последние неудачи в приготовлении орудий, — говорил он, — не дают еще повода сомневаться в будущих отнесенных успехах наших на этом поприще. Вре-

⁵⁹ Там же. № 16. С. 197—230.

⁶⁰ Там же. С. 224.

⁶¹ Там же. С. 227.

мённые неудачи нам дали урок, хотя и дорого стоющий, но тем не менее урок полезный, обещающий за собой некоторую победу над неудачами. Если то, чему научил нас опыт, постоянно будет у нас в виду; если заводоуправления, не увлекаясь никакими собственными умозаключениями, будут только помнить важность настоящего дела и то, что со стальным производством надобно обращаться с педантической точностью, если все это будет строго соблюдаться, то можно смело сказать, что сталепушечное производство водворится у нас с таким же успехом, как и у Круппа»⁶².

В защиту производства стальных орудий неожиданно выступил редактор газеты «Биржевые ведомости» инженер В. А. Полетика. «Дело сталелитейного производства,— заявил он,— а в особенности стальных орудий, находится еще во младенчестве, но тем не менее, вопрос о замене стальных орудий опять медными, по моему мнению, рановременен: мы не знаем положительно состава стали и всех ее свойств, но мы положительно знаем, чего мы можем ожидать от медных орудий, а также, что сталь представляет необыкновенную силу сопротивления, которая и указывает на употребление ее для орудий»⁶³.

Вполне понятно, что в условиях напряженной полемики о судьбах сталепушечного производства, где чаша весов склонялась больше, пожалуй, в сторону его противников, все попытки Н. В. Калакуцкого, А. А. Износкова и некоторых их сторонников восстановить на Княземихайловской фабрике сталелитейное производство в широких размерах не могли привести к успеху. С болью в сердце смотрел Н. В. Калакуцкий на опустевшие цеха, где еще совсем недавно царило рабочее оживление, лились потоки стали и откуда выходили первые русские стальные орудия. Но не в его характере было предаваться грустным размышлениям и сидеть без дела. Деятельная натура Н. В. Калакуцкого требовала активной работы. К этому времени его авторитет в широких кругах артиллеристов и металлургов значительно вырос. С ним стали советоваться по важнейшим вопросам развития науки о стали и сталелитейного производства, приглашали в Петербург

⁶² Там же. С. 218—219.

⁶³ Там же. № 4. С. 229.

для участия в заседаниях Русского технического общества.

В конце 60-х годов XIX в. в отечественной науке о стали не было вопроса важнее предложенного Д. К. Черновым нового способа ее обработки. Идеи русского ученого обсуждались в металлургической комиссии РТО А. В. Гадолиным, И. А. Вышнеградским, Н. В. Воронцовым. В обсуждении также участвовали председатель РТО П. А. Кочубей, будущий начальник Обуховского завода контр-адмирал А. А. Колокольцов и Н. В. Калакуцкий. С учетом программы, составленной А. В. Гадолиным, по инициативе Комиссии было решено начать на Обуховском заводе эксперимента по апробации способа, предложенного Д. К. Черновым⁶⁴. 15 февраля 1869 г. Н. В. Калакуцкий и Н. В. Воронцов вместе с Д. К. Черновым были вновь приглашены на заседание Металлургической комиссии для обсуждения программы А. В. Гадолина. В прениях выступил и Н. В. Калакуцкий⁶⁵. 26 февраля 1869 г. комиссия отобрала на Обуховском заводе образцы стали для испытаний в Техническом артиллерийском училище и в Технологическом институте.

Вскоре после этого Н. В. Калакуцкий возвратился в Златоуст и в течение довольно длительного времени в дальнейших работах комиссии не участвовал. Однако он не перестал интересоваться результатами опытов. Об этом в частности, свидетельствует его письмо Д. К. Чернову от 9 октября 1869 г. из Златоуста:

«Милостивый государь Дмитрий Константинович!

Я часто и с удовольствием вспоминаю о том коротком времени, которое мне удалось провести с Вами, пользуясь Вашим радушным гостеприимством и любезностью. Как только я прихожу на здешнюю фабрику, мне тотчас же вспоминается Обуховский завод, и я невольно ставлю рядом с здешними праздными инженерами Вас, вечно работающего и стремящегося к делу. Сегодня здесь кончали разрывание 9-д снаряда Крупна. Снаряд этот сломан, и теперь я приступил к его исследованию. Рассматривая его, я пришел к тому заключению, что он был отлит пустым, головная его часть сильно прокована и затем закалена, с боков он сжат в штампе, а дно совершенно

⁶⁴ Там же. 1870. Вып. 1. Действия об-ва. С. 9.

⁶⁵ Там же. Вып. 2. С. 44.

не тронута, но структура литой стали в дне и боках изменена в мелкозернистое сообразно закалке и отжигом. На этом снаряде я почти наглядно убедился в осуществимости Вашей идеи. Применение этой мысли к снарядам должно их чрезвычайно удешевить, упростить и т. д. Приступая к исследованию, я вспомнил о Ваших опытах, производимых в присутствии технического общества. Не получая ни от кого об них известий, я наконец, решаюсь обратиться со своей просьбой к Вам, рассчитывая, что Вы найдете полчаса времени, чтобы познакомить меня с более важными и интересными результатами. Прошу Вас засвидетельствовать мое почтение Александру Александровичу, Муселиусу, Густелеву и Кирееву.

Примите уверения моего к Вам глубокого уважения
Н. В. Калакуцкий»⁶⁶.

Это письмо представляет собой важный документ. Оно говорит о поддержке Н. В. Калакуцким Д. К. Чернова и их личных отношениях, показывает его постоянный интерес к результатам работы комиссии. Вместе с тем это письмо свидетельствует и о том, что Н. В. Калакуцкий к этому времени был уже хорошо знаком с ведущими деятелями Обуховского завода.

16 марта 1870 г. Н. В. Калакуцкий вновь присутствовал на заседании Metallургической комиссии. На этот раз в ее работе участвовали П. А. Кочубей (председатель комиссии), профессора И. А. Вышнеградский, А. В. Гадолин, Н. А. Кулибин, В. Л. Кирпичев, секретарь РТО Ф. Н. Львов, а также А. С. Лавров. Комиссия подвела итог своей деятельности и на основании проведенных исследований сделала соответствующие выводы относительно способа обработки стали, предложенного Д. К. Черновым. Комиссия пришла к заключению, «что способ этот состоит в особом рода слабой закалке и отпуске. От такой обработки литая сталь вообще улучшается и приобретает качества более полезные, чем отковки ее при высокой температуре, но сталь, обработанная по способу Чернова, по свойствам своим уступает той, которая была подвержена ковке при низкой температуре, что, впрочем, совершенно подтверждает первое заявление, сделанное г. Черновым по этому предмету в Русском техническом

⁶⁶ Этот документ хранится в ЦГИА СССР (Ф. 1078. Оп. 1. Д. 6, л. 7, 7 об., 8, 8 об.) [см.: 51. С. 46].

обществе»⁶⁷. Было решено повторить опыты над образцами стали Пермского завода, а Обуховскому заводу испытать способ Чернова в производстве снарядов из литой стали.

По мнению современного исследователя Д. М. Моделевича, комиссия, верно оценив практическое значение процесса термической обработки орудийных стволов, «не осознала огромной научной ценности учения Д. К. Чернова о превращениях в стали» [51. С. 47]. С этой позицией нельзя полностью согласиться. Невозможно в столь короткий срок глубоко и окончательно оценить научное достижение, неожиданное по своей новизне. Кроме того, члены комиссии, несомненно, видели и теоретическое значение способа, предложенного Д. К. Черновым. Закрывая заседание, П. А. Кочубей «выразил то убеждение, что Труды комиссии представят драгоценный материал для теории (курсив наш.— А. Ч.) обработки стали и будут признаны классическими»⁶⁸.

Можно считать, что Н. В. Калакуцкий принимал участие в работе авторитетной комиссии по оценке способа обработки стали Д. К. Чернова и тем способствовал признанию и утверждению одного из самых крупных научно-технических открытий в истории металлургии.

Наряду с работой по проверке способа Д. К. Чернова Н. В. Калакуцкий, находясь то в Златоусте, то в Петербурге, сотрудничал в ряде газет, в частности, публикуя в них материалы по истории артиллерии. В 1869 г. он напечатал статью «Громадные орудия прежнего времени», содержащую сведения о крупнейших орудиях, когда-либо отлитых в различных странах [6]. Исторический экскурс Н. В. Калакуцкого оказался не бесспорным и вызвал существенные возражения со стороны известного историка артиллерии профессора Н. Е. Бранденбурга⁶⁹. Любопытно, что эта работа Н. В. Калакуцкого привлекла внимание

⁶⁷ Записки Русского технического общества. 1870. Вып. 2, Действия об-ва. С. 73.

⁶⁸ Там же. С. 75.

⁶⁹ Бранденбург Н. Е. По поводу статьи «Громадные орудия прежнего времени» // Арт. журн. 1869. № 10, Отд. неофиц. С. 509—522; Он же. Еще по поводу статьи «Громадные орудия прежнего времени» // Там же. 1870. № 10, Отд. неофиц. С. 517—585.

зарубежных специалистов. Мы установили, она была переведена на немецкий язык и выпущена отдельным изданием в г. Касселе в 1870 г. [11]. Факт этот сам по себе редкий и примечательный.

Продолжая заниматься вопросами истории артиллерии, в частности в России, Н. В. Калакуцкий вскоре опубликовал новую статью «О старинных русских орудиях» [10]. Она представляла собой исторический очерк развития артиллерийского дела в нашей стране. Н. В. Калакуцкий приводил интересные факты о возникновении и становлении производства артиллерийских орудий различных типов на Руси, раскрывал происхождение названий русского огнестрельного оружия. Правда, он признавал, что круг источников, на основании которых писалась статья, был слишком узким и ему пришлось использовать лишь собственные заметки и факты, сохранившиеся в памяти.

Статьи Н. В. Калакуцкого по истории артиллерии носили эпизодический характер и лежали в стороне от основной его деятельности. Но они свидетельствовали об определенной эрудиции автора в области артиллерии как отечественной, так и зарубежной, подчеркивали широту его интересов. В этой связи хотелось бы обратиться к еще одной, более поздней исторической работе Н. В. Калакуцкого — большой статье (54 с.) «Александровский чугунно-пушечный завод (Исторический очерк)» [14]. Она была написана в 1874 г. к столетнему юбилею завода, на котором Н. В. Калакуцкий присутствовал в качестве одного из официальных представителей военного министра и произнес приветственную речь. Она и легла в основу статьи.

Отметив значение завода для истории русского артиллерийского производства, Н. В. Калакуцкий назвал его школой молодых артиллерийских офицеров, проходящих на заводе стажировку, и одним из консультационных центров отечественной артиллерийской техники. Он выразил надежду на успешный переход завода к изготовлению нарезных береговых орудий, скрепленных кольцами, и пожелал, «чтобы этот переход к новым орудиям, в которых артиллерия так еще нуждается, совершился возможно скорее, чтобы окончательная отделка орудий достигла той точности, какая требуется ныне существующими условиями стрельбы, и чтобы *между заводским делом и артилле-*

рийской техникой образовалась самая тесная научная связь (курсив наш. А. Ч.) [14. № 12. С. 1612].

Главную ценность статьи представляет ее историческая часть, преобладающая по объему. Даже беглое ознакомление с ее содержанием говорит о том, что это серьезное историко-техническое исследование. Его источниковой базой послужили не только печатные труды различных авторов, но и архивные документы, предоставленные Н. В. Калакуцкому руководством Олонецкого горнозаводского округа. Благодаря этому труд Калакуцкого имеет и источниковедческое значение.

Статья открывается обоснованием размещения металлургических и артиллерийских заводов в Олонецком крае начиная с XVII в. При этом Н. В. Калакуцкий останавливается на деятельности выдающегося организатора производства В. И. Геннина. Затем он рассказывает о деятельности строителя Александровского завода А. С. Ярцова и управляющего заводом с 1786 по 1806 г. К. Гаскойна. Используя неопубликованную переписку Гаскойна, он показывает его не только как талантливого организатора и администратора, но и как специалиста широкого профиля в области производства артиллерийских орудий. Впервые введенные Н. В. Калакуцким в научный оборот материалы дают представление о конструкторской и экспериментальной деятельности Гаскойна, об организации им водяной и пороховой пробы орудий и т. п. «Мы считаем уместным сказать,— писал Калакуцкий,— что он был безгранично предан своему делу и постоянно до самой смерти неустанно работал» [14. № 12. С. 1595]. Раздел, посвященный К. Гаскойну, несомненно, наиболее интересный и ценный в статье Н. В. Калакуцкого. К сожалению, он, видимо, остался неизвестным биографам Гаскойна. По крайней мере, статья о К. К. Гаскойне в Русском биографическом словаре (Т. Гааг-Гербель. М., 1914. С. 258—259) содержит ссылки на более поздние источники⁷⁰.

Продолжая историческое повествование, Н. В. Калакуцкий особое внимание уделяет анализу способов производства орудия. При этом он говорит и о мето-

⁷⁰ Выдающиеся качества К. К. Гаскойна подчеркивает К. Г. Паустовский в повести «Судьба Шарля Лонжевиля» (Собр. соч. М., 1982. Т. 3. С. 390).

дах контроля их качества (водяной и пороховой пробе, позднее также механическим испытаниям образцов чугуна, взятых от орудий и пр.).

В заключение статьи Н. В. Калакуцкий отмечает утрату Александровским чугунно-пушечным заводом своего значения как важного поставщика артиллерийской продукции, особенно в связи с переходом к сталепушечному производству. Однако, считал Н. В. Калакуцкий, правительство должно поддерживать Александровский завод, так как он соединен со столицей и прибалтийскими крепостями удобным и дешевым водным путем, обладает большими запасами топлива, недоступен неприятелю в случае войны. Более того, считал Н. В. Калакуцкий, «если этот завод и необходим государству, то как вспомогательный пушечный завод, средствами которого можно воспользоваться в критические моменты международных столкновений, но зато в деле приготовления снарядов этот завод должен занимать первостепенное место» [14. № 12. С. 1608].

Эту статью Н. В. Калакуцкий писал уже в Петербурге, куда получил возможность переехать в начале 70-х годов.

Экономические взгляды Н. В. Калакуцкого. Борьба за развитие отечественной сталелитейной промышленности

В. И. Ленин в своем труде «Развитие капитализма в России» указывал: «До тех пор, пока капитализм не организовал в России крупной машинной индустрии, и в тех отраслях промышленности, в которых он еще не организовал ее, мы наблюдаем почти полный застой техники, мы видим употребление того же ручного станка, той же водяной или ветряной мельницы...»¹ Это ленинское высказывание в значительной мере относится к металлургической промышленности России, которая в течение почти целого десятилетия после отмены крепостного права не могла обеспечить своего роста. Если в 1860 г. выплавка чугуна в стране составила 20,5 млн пудов, то в 1862 она упала до 15,3, правда,

¹ Ленин В. И. Полн. собр. соч. Т. 3. С. 544.

в 1867 держалась на уровне 17,6 млн пудов и только в 1870, наконец, несколько превысила показатели 1860 г.² Такое положение было, главным образом, связано с основной металлургической базой страны — горнозаводским Уралом, предприятия которого основывались почти исключительно на принудительном труде. Освобожденные от крепостного гнета рабочие Урала бросали производство и часто возвращались к сельскохозяйственной деятельности. Уровень же механизации уральских заводов был крайне низок.

Между тем Россия все более нуждалась в металле. Во все возрастающих количествах он был нужен для обороны страны, производства машин, для железнодорожного строительства. Последнее росло чрезвычайно быстро. В первое десятилетие после реформы две трети капиталов, вложенных в промышленность, были затрачены на железнодорожное строительство. Если в 1857 г. в России была всего лишь 1000 верст железных дорог, то за 1861—1865 было выстроено вновь 2055, за 1866—1870 — 6659, за 1871—1875 гг. — 7424 верст железных дорог³. Рост железнодорожного строительства приводил к большим запросам на металл и топливо. Между тем русская металлургическая промышленность не могла обеспечить этот спрос, и царскому правительству приходилось увеличивать ввоз металлов из-за границы. Производство стали, в которой теперь, после перехода к стальным пушкам, так остро стало нуждаться военное ведомство, было также недостаточным. Несмотря на постройку ряда сталелитейных заводов, ввоз стали из-за границы намного превышал внутреннее производство. Так, в 1875 г. импорт стали достиг 8 млн пудов, в то время как производство ее в России составляло лишь 800 тыс. пудов⁴.

Не лучше обстояло дело и с машинным парком страны. Правда, число машиностроительных заводов росло. К 1860 г. насчитывалось 99 механических заводов, а в 1871 г. — уже 165⁵. Однако большинство ма-

² Хромов П. А. Экономическое развитие России в XIX—XX веках. 1800—1917. М.: Госполитиздат, 1950. С. 452.

³ Лященко П. И. История народного хозяйства СССР. М.: Госполитиздат, 1952. Т. 2. С. 123.

⁴ Покровский В. И. Сборник сведений по истории и статистике внешней торговли. СПб., 1902. С. 273.

⁵ Костомаров В. М. Из деятельности Русского технического общества в области машиностроения. М.: Машгиз, 1957. С. 4—5.

шин, работавших на отечественных предприятиях, были привезены из-за рубежа. (Причем, масштабы ввоза иностранных машин нарастали и после отмены крепостного права⁶.) Часто ввозились предметы, которые уже давно выпускались в России. Например, при строительстве железной дороги на Урале из-за границы были привезены не только паровозы и рельсы, но и всякого рода мелкие железные изделия, винты и пр.⁷ Подобное положение вызывало возмущение передовой русской технической общественности. Так, в 1866 г. известный горный инженер А. Иосса писал в ответ на запрос Податной комиссии, обследовавшей состояние русской металлургической промышленности: «Не говоря уже о потребностях железных дорог для постройки и ремонта их, в рельсах, железе для мостов и других сооружений, колесах, рессорах, осях и других предметах, на все телеграфные линии, даже проводимые в Сибири, проволока привозится из Вестфалии и Бельгии; миллионы кос ввозятся из Каринтии и Штирии, тогда как для проволоки и для кос мы имеем превосходный материал»⁸.

Таким образом, хотя развитие капитализма в России после отмены крепостного права шло довольно быстро, она отставала в экономическом отношении от других капиталистических стран, была зависима от них в части вывоза металла, машин и некоторых других важных для народного хозяйства и обороны предметов. Несмотря на крупнейшие достижения русских ученых и техников, а также на постройку отдельных передовых заводов, русская промышленность в целом была отсталой в организационно-техническом отношении. Общей причиной отсталости русской промышленности являлись остатки крепостничества и самодержавно-дворянский строй.

В особенности болезненно отражалось отставание промышленности на техническом снабжении русской армии и флота. Необеспеченность военного ведомства металлом и металлическими изделиями вызвала обсуждение этого вопроса в печати. На эту тему ставились доклады и читались публичные лекции, в которых высказывались различные мнения о причинах

⁶ Лященко П. И. История... С. 409.

⁷ Брандт Ф. Иностранные капиталы. СПб., 1899. Т. 2. С. 26.

⁸ ЦГВИА СССР. Ф. 506. Оп. 1. Д. 802. Л. 467.

упадка уральской горнозаводской промышленности и о принятии необходимых мер для ее подъема.

Профессор Петербургского горного института, выдающийся русский ученый И. А. Тиме, указывал, что упадок уральской металлургии — не случайное явление, что он подготовлялся постепенно, в течение десятков лет в результате хищнического консервативного отношения к делу заводовладельцев⁹. Такое же мнение высказал В. Л. Чебышев, который в прочтенной им публичной лекции сказал: «Владельцы частных заводов, люди преимущественно высшего сословия... требуют от своих управляющих одного только: присылать как можно больше денег на прожиток, будет ли это в ущерб делу или нет... Ничего нестоящий труд крепостных людей был причиной того, что на заводах считалось невыгодным заводить какие бы то ни было механизмы»¹⁰.

В своем анализе состояния горнозаводской промышленности Урала в XIX в. В. И. Ленин писал: «Во времена оны крепостное право служило основой высшего процветания Урала и господства его не только в России, но отчасти и в Европе... Но то же самое крепостное право, которое помогло Уралу подняться так высоко в эпоху зачаточного развития европейского капитализма, послужило причиной упадка Урала в эпоху расцвета капитализма»¹¹.

Тяжелое состояние русской промышленности усугублялось еще усилением иностранцев в управлении предприятиями. Очень часто иностранцы, занимая административные должности на заводах, мало заботились об улучшении работы и развитии возглавляемых ими заводов. «Нередко можно видеть, — писала газета «Голос», — что стоящий во главе предприятия иностранец обнаруживает если не пренебрежение, то, по крайней мере, холодное равнодушие ко всему, что касается не только участия русского техника, но и интересов русской промышленности»¹².

Еще более положение ухудшилось в связи с про-

⁹ Тиме И. А. О причинах технической отсталости уральских горных заводов // Горн. журн. 1878. № 2. С. 4—5.

¹⁰ Чебышев В. Л. О снабжении артиллерии металлами и металлическими изделиями с казенных горных заводов: Публ. лекции // Арт. журн. 1867. № 4, Отд. неофиц. С. 627—628.

¹¹ Ленин В. И. Полн. собр. соч. Т. 3. С. 485.

¹² Голос. 1872. 6 июня. С. 1.

мышленным кризисом первой половины 70-х годов. В мае 1873 г. кризис разразился в Германии и Австрии, затем перекинулся в США и вскоре охватил всю Европу. В России резко сократилось открытие новых предприятий, строительство железных дорог; многие промышленные и торговые компании обанкротились; к тому же в первой половине 70-х годов был ряд неурожайных лет. Кризис в русской промышленности затянулся до 1878 г.

В условиях промышленного кризиса 70-х годов в кругах научной и технической общественности развернулась большая дискуссия по вопросам: о передаче казенных заводов частным лицам и о таможенной политике на сталь и чугун. Группа крупных иностранных капиталистов (Л. Э. Нобель, Э. К. Теннер и др.), имевших предприятия и заводы в России, требовала не только передачи казенных заводов частным владельцам, но и резкого уменьшения пошлины на сталь. Введение этих мероприятий означало задержку развития молодой русской сталелитейной промышленности и переход всего технического снабжения армии к группе капиталистов, желавших захватить в свои руки монополию по военному производству.

Против этой группы выступил Н. В. Калакуцкий. Его публичное выступление на заседаниях РТО в октябре и ноябре 1873 г. было направлено против предложений продать казенные заводы частным лицам. Он указал, что существование казенных заводов не вызывается только традицией и слабым развитием техники, как это пытались доказывать сторонники их продажи. «Устройство казенных заводов,— отмечал Н. В. Калакуцкий,— для удовлетворения нужд армии необходимо и не зависит от степени развития частной промышленности... казенные заводы должны существовать для изготовления всех боевых материалов без исключения»¹³.

К этому необходимо добавить следующее. Конечно, далеко не все казенные заводы, особенно на Урале, находились в отличном состоянии. Однако в 1867 г. правительственная комиссия по пересмотру податей и сборов пришла к убеждению о необходимости оставить в ведении государства заводы, работающие на оборону. Что же касается частных заводов Урала, то они

¹³ Русский инвалид. 1873. 8 дек. С. 2.

были охарактеризованы следующим образом: «Частные заводы представляют еще более мрачную картину; с 1858 г. ..., все они, даже самые благоустроенные, потерпели огромные убытки от безвыгодности заводского действия, для поддержания производства входили в долги..., так что многие из заводов или прекратили свои действия и были взяты под опеку, а потом проданы в другие руки. Те немногие заводы, которые кое-как действовали, поддерживались или уцелевшим капиталом владельца, или нахождением рассыпного золота в горнозаводских дачах, или исключительно местными условиями. Но и из этих заводов только часть дает скромную чистую прибыль, а большинство не приносит владельцам и самого умеренного процента на операционный капитал, к запасному же капиталу не присоединялось ничего»¹⁴.

Эта характеристика состояния частных заводов послужила ярким комментарием к выступлению Н. В. Калакуцкого, которое произвело большое впечатление на присутствовавших и вызвало резкую реакцию представителей промышленных кругов. Против предложения Калакуцкого выступили Л. Э. Нобель, Р. В. Шпицберг, Э. К. Теннер и др. В результате проект Калакуцкого, поддержанный лишь В. Л. Чебышевым, был провален в угоду частным заводладельцам, вставшим на защиту своих интересов.

Однако неудача не обескуражила Н. В. Калакуцкого. Он вновь бросается в неравную борьбу за развитие отечественной промышленности с всемогущей группой промышленников и их высоких покровителей. Это произошло в апреле 1875 г. на Съезде главных машиностроительной промышленности деятелей, организованном РГО. Съезд был связан с промышленным кризисом 1873 г. Представители промышленных кругов полагали, что все несчастья русской тяжелой промышленности проистекают из-за недостаточно жесткой протекционистской политики России, получившей отражение в действующем таможенном тарифе. Они решили перейти в наступление, чтобы добиться покровительственных тарифов, премий и казенных заказов.

¹⁴ Материалы, собранные в Русском техническом обществе комиссией для исследования положения в России машиностроения и отраслей промышленности, имеющих непосредственное к нему отношение. СПб., 1875. С. 47.

С этой целью крупный капитал воспользовался авторитетом и возможностями РТО.

В качестве ударной силы выступил крупнейший заводчик, впоследствии финансовый магнат Л. Э. Нобель. 26 января 1874 г. он прочел в РТО доклад «О влиянии казенных заказов на развитие частной механической промышленности». В результате Совет РТО тут же создал комиссию для исследования в стране машиностроения и связанных с ним отраслей промышленности. Комиссию возглавил Е. Н. Андреев, в ее состав вошли профессор А. В. Гадолин, И. А. Вышнеградский, Н. А. Кулибин, Н. Ф. Лабзин, Д. А. Тимирязев — начальник отделения Департамента торговли и мануфактур (брат К. А. Тимирязева) и др.¹⁵ Комиссия провела большую работу по сбору сведений, ряд бесед в печати по вопросам развития машиностроения, напечатала свои «Труды». Все это послужило подготовке Съезда главных по машиностроительной промышленности деятелей, проводимого под эгидой РТО.

Съезд работал в Петербурге с 22 апреля по 11 мая 1875 г. В нем приняли участие машиностроители и горнозаводчики, члены РТО и железнодорожных, паровозных, газо- и водопроводных обществ, представители предприятий, в которых употреблялись произведения металлической промышленности, торговцы строительными металлами и машинами, техники, занимающиеся соответствующими отраслями промышленности, экономисты и пр. Всего в работе съезда участвовало свыше 100 человек. Преобладали владельцы заводов и их служащие. Ученых и инженеров было мало. Среди них профессор Е. Н. Андреев, И. А. Вышнеградский, А. В. Гадолин, Н. Ф. Егерштром, Н. А. Кулибин, К. И. Лисенко, А. М. Лоранский, В. И. Меллер, специалист по паровозному делу инженер А. П. Бородин, изобретатель газовой турбины П. Д. Кузьминский, крупный специалист по теории машин и механизмов, железнодорожной технике, создатель гидродинамической теории смазки Н. П. Петров, Н. В. Калауцкий. Преобладание капиталистов и их представителей обеспечило им фактическое управление съездом; представители РТО, по существу, играли

¹⁵ Труды Съезда главных по машиностроительной промышленности деятелей. СПб., 1875. Вып. 1, Докл. С. III.

формальную роль, сохраняя лишь видимость руководства. Естественно, это обстоятельство во многом определило результаты работы съезда, целью которого была выработка программы мероприятий, способствующих подъему отечественной металлургической и машиностроительной промышленности. Съезд имел общие заседания, на которых ставились доклады, и заседания по четырем отраслевым отделениям. На заседаниях отделений обсуждались прослушанные доклады. На общих собраниях принимались также резолюции.

Первое заседание съезда началось выбором членов исполнительной комиссии из 8 человек (по 2 человека от каждого отделения). Она определяла порядок занятий съезда и принимала распоряжения по исполнению постановлений съезда и изданию его трудов.

Н. В. Калакуцкий был на съезде весьма заметной фигурой. К этому времени он помимо своей основной работы исполнял обязанность директора правления Общества путиловских заводов и одновременно являлся консультантом сталелитейных заводов Петербурга. На съезде он был избран членом исполнительной комиссии и по существу стал одним из его руководителей; кроме того, он входил в число членов экспертного совета на выставке новых изобретений и различных комиссий съезда. Но, самое главное, Н. В. Калакуцкий стал одним из основных докладчиков съезда, неоднократно выступал в прениях на общем собрании, заседаниях отделений.

Доклад Н. В. Калакуцкого на общем собрании съезда носил весьма скромное название: «Какое значение на нашем железном рынке будет иметь ежегодный выпуск на него железными дорогами изношенных и негодных рельсов и какое наилучшее употребление можно из них сделать» [19]. Своим названием доклад точно отвечал одному из пунктов съездовской программы, однако как по содержанию, так и по своему значению далеко вышел за его пределы. На ряде ярких примеров докладчик убедительно показал, что поставленная им проблема имеет важное народнохозяйственное значение и что от ее правильного решения в той или иной мере зависят судьбы многих металлургических заводов страны, да и всей отрасли в целом.

По мнению Н. В. Калакуцкого, старые рельсы мож-

но использовать в неизменном виде (для частей различных сооружений и некоторых заводских механизмов); в переломанном виде (для дешевого сортового железа, употребляемого на выделку рельсовых скреплений и других предметов, применяемых в железнодорожном деле, а также «дешевых изделий, составляющих предметы необходимости, в которых так нуждается наиболее бедный класс народа»); в переплавленном состоянии (дешевая литая сталь для рельсов и других материалов, требующихся для железных дорог). Отметив, что наибольшее значение имеют две последние формы, Н. В. Калакуцкий остановился на технической и экономической сторонах анализируемого вопроса.

Наиболее перспективным и выгодным он считал мартеновский способ производства стали. Эта сталь по своей дешевизне найдет обширное применение в будущем. Мартеновское производство, указывал Н. В. Калакуцкий, наиболее совершенное и представляет наилучший способ утилизации старых рельсов. Оно словно специально создано для районов, бедных рудой, но богатых старыми металлами и имеющих возможность получать дешевый и в достаточном количестве чугун. Н. В. Калакуцкий сожалел, что это обстоятельство остается для многих непонятым и призывал правительство содействовать строительству заводов, основанных на способе Сименса—Мартена. «Правительство,— говорил он,— должно всеми возможными мерами содействовать развитию у нас таких сталеплавильных заводов. Подобное содействие было бы в настоящий момент как нельзя более кстати, так как мы накануне перехода к замене всех железных рельсов стальными, для которых нам необходима своя дешевая сталь. Железно-рельсовое производство оканчивает свой век» [19. С. 288].

Н. В. Калакуцкий предлагал строить сталелитейные заводы в различных регионах России (на северо-западе, в центре, на юге, а также на Урале) с таким расчетом, чтобы они могли обеспечить дешевой сталью все потребности народного хозяйства, в том числе железных дорог. Заводы эти должны быть крупными, что, по мнению Н. В. Калакуцкого, удешевит производство стали и позволит выдержать конкуренцию иностранных предприятий. Мартеновские заводы также сэкономят топливо, что имеет немаловажное значение

при «расстроенном лесном хозяйстве страны и еще не развившемся каменноугольном деле». Кроме того, способ Сименса—Мартена, рассчитанный на применение в качестве топлива торфа, вызовет его широкое употребление и уменьшит ввоз минерального топлива из-за границы.

Вторая часть доклада Н. В. Калакуцкого была посвящена таможенной политике правительства. Он требовал разрешить беспошлинный ввоз в Россию чугуна и старых рельсов, ссылаясь на то, что «пока плавка чугуна будет вестись на древесном топливе, он будет дорог и не сможет удовлетворить всех потребностей страны». Н. В. Калакуцкий выступил и за беспошлинный ввоз морем старых рельсов. «Беспошлинный ввоз старых рельсов, устранив монополию обществ железных дорог,—подчеркивал он,—позволит более правильно регулироваться ценам на этот материал. Все эти общества получили беспошлинно свои рельсы за границей и было бы несправедливо дать им возможность получать еще выгоды от охранительной пошлины на ввозимые в Россию старые рельсы. Наложение такой пошлины равносильно искусственному повышению всех цен на старые рельсы внутри империи к крайней невыгоде всего населения страны. Мы очень хорошо понимаем, что это предложение не может быть встречено сочувственно со стороны железнодорожных обществ, материальные интересы которых будут прямо затронуты; но правительство, давшее жизнь этим обществам, вероятно, иначе отнесется к нуждам народа и металлургической промышленности» [19. С. 289]. Но, считая необходимым в качестве временной меры беспошлинный ввоз чугуна и старых железных рельсов как сырья, Н. В. Калакуцкий, однако, призывал удерживать по крайней мере на 10 лет существующую «охранительную высокую пошлину на сталь (80 коп. с 1 пуда)» и обложить такой же пошлиной новые стальные рельсы.

Подводя итог сказанному, Н. В. Калакуцкий утверждал, что принятие его предложений «дает возможность развиваться сталелитейным заводам и приспособиться к выделке дешевой стали для железных дорог, а прокатным заводам — для выделки дешевого сортового железа, в котором так нуждается народ. Только при этих условиях можно вызвать быстрое и повсеместное распространение и применение к делу

металла старых рельсов и тем самым содействовать уменьшению ввоза дешевого иностранного железа и стали, что, как я смею думать, и составляет одно из наших общих желаний» [19. С. 289—290].

Доклад Н. В. Калакуцкого, где во имя единой цели тесно сплелись технические и экономические, в частности, финансовые вопросы, стал одним из центральных событий съезда и вызвал широкую дискуссию среди его участников. Она была перенесена на заседания I отделения съезда, где доклад, собственно говоря, обсуждался. Основным противником позиции Н. В. Калакуцкого стал Л. Э. Нобель, автор доклада о новых таможенных тарифах, рассматриваемого в нескольких отделениях съезда. При обсуждении доклада Н. В. Калакуцкого на заседании I отделения четко выявились сторонники и противники его предложений. К первому лагерю примкнули прогрессивные деятели отечественной науки и техники, в том числе Д. К. Чернов. В частности, он отметил, что если в Россию из-за границы будут беспошлинно ввозиться машины, «то естественно родится вопрос о том, кто же будет потреблять и на что именно пойдет громадное количество выделяемого нами металла?»¹⁶ Другими словами, Д. К. Чернов выразил опасение, что в таком случае наступит упадок русского металлургического производства, ибо оно не найдет сбыта металла, большая часть которого должна идти на изготовление именно машин. Он поддерживал позицию Н. В. Калакуцкого о беспошлинном ввозе чугуна, потребовав «сколь возможно покровительствовать нашим машиностроительным заводам, чтобы вызвать выделку машин и всех частей. Когда мы хорошо выучимся делать эти машины, выучимся обрабатывать металлы, привозимые беспошлинно из-за границы, тогда только можно будет приняться за выделку своих металлов. Поэтому, М. М. Г. Г. (милостивые государи.— А. Ч.), я стою за беспошлинный ввоз чугуна и железа»¹⁷.

Л. Э. Нобель выступил против беспошлинного ввоза иностранного чугуна и рельсов. Отвечая ему и его сторонникам, Н. В. Калакуцкий отметил, что в экономическом отношении нельзя ставить знак равенства между ввозом чугуна и железа. «Спрашивается толь-

¹⁶ Труды Съезда... Вып. 2, паг. 2. С. 49—50.

¹⁷ Там же. С. 50.

ко,— говорил он,— что выгоднее, ввозить чугуны и самим его переделывать на железо, или же ввозить готовое железо? Понятно, что мы заплатим за чугуны менее, чем за железо, и если переделка нам самим обойдется несколько дороже заграничной переделки, то ведь разница эта, тем не менее, останется дома»¹⁸. Это было немаловажное финансовое соображение, носившее патриотический характер. Мысль Н. В. Калакуцкого была поддержана, в частности, Ю. Ф. Корфом, который резко полемизировал с Л. Э. Нобелем.

В заключение обсуждения доклада Н. В. Калакуцкого председательствующий А. А. Иосса предложил следующую резолюцию: «Ходатайствовать перед правительством, чтобы для наших переделочных заводов был допущен привоз из-за границы старых рельсов беспошлинно для перекатки или переделки их на стальные, а также нужный для этой операции зеркальный чугун и марганцовистое железо (*ferre manganee*)». Собравшиеся на заседании приняли эту резолюцию большинством 21 голоса; против голосовали шесть человек¹⁹. Таким образом, I отделение в основном поддержало позицию Н. В. Калакуцкого.

Однако ожесточенная борьба на съезде продолжалась. Главным в спорах был вопрос «Какие желательны вводить изменения в тарифных постановлениях по привозу чугуна, железа, стали (со включением рельсов) и меди»? Именно он стал стержнем доклада Л. Э. Нобеля «О необходимости принятия правильно организованных мер для поднятия горного и механического дела»²⁰.

Н. В. Калакуцкий неоднократно выступал по этому вопросу на заседаниях IV отделения съезда. Так, 2 мая, отвергая проект тарифа, повышающего пошлины на чугуны и снижающего пошлины на сталь, он заявил, что такой проект выражает желание только известной группы заводов; против него выступают такие крупнейшие заводы, как Обуховский, Путиловский, Сормовский, Брянский рельсовый, завод Главного общества железных дорог и др. По мнению Н. В. Калакуцкого, для удовлетворения насущных нужд народа необходимо ежегодно до 40 млн пудов железа, которые

¹⁸ Там же. С. 71.

¹⁹ Там же. С. 78.

²⁰ Там же. Вып. 1. С. 53—106.

русские заводы из-за нехватки отечественного чугуна обеспечить не могут. «Спрашивается,— подчеркивал он,— что нам выгоднее: вести ли заграничный чугун и переделывать его у себя в железо, обложив последнее значительно высокой охранительной пошлиной, или же поступить наоборот, т. е. повысить пошлину на иностранный чугун и уменьшить пошлину на железо, другими словами — сделать чугун менее, а железо более доступным ввозу из-за границы. Из представленного нам тарифа видно, что последнее решение более понравилось составителям проекта»²¹. Иронизируя по поводу предложений своих противников, Н. В. Калакуцкий привел расчеты, опровергающие это «последнее решение», показывающие финансовые потери страны в случае его принятия. Вместе с тем он предупредил, что не следует думать, «что из иностранного чугуна мы сделаем железо дешевле заграничного; но важно то, что половина наших денег останется дома в виде рабочей платы и проч., тогда как в последнем случае вся сумма стоимости железа уйдет за границу»²².

Заметим, что так же горячо Н. В. Калакуцкий отстаивал интересы отечественного сталелитейного производства и в борьбе со сторонниками снижения пошлины на сталь и уравнивания ее с пошлиной на железо (под предлогом того, что якобы на таможенных трудно различить сталь от железа)²³. Как известно, Л. Э. Нобель настаивал на этом еще в 1867 и 1868 гг. и теперь на съезде вновь поднял на щит свою идею. Он и в дальнейшем упорно боролся за ее осуществление. Так, в январе 1876 г. Л. Нобель выступил в РТО с сообщением «О том, возможно ли точно различить между собой сталь и бессемеровское железо и о важности этого вопроса для промышленности» и пытался доказать невозможность решения такой задачи. Его «вечный оппонент» Н. В. Калакуцкий в своем выступлении доказал, что содержание углерода в стали всегда можно определить «в зависимости от механических свойств металла»²⁴. В итоге была создана «Комиссия о способах, как различать между собой железо и сталь», которая признала, что в ряде случаев отличить

²¹ Там же. Вып. 2, pag. 5. С. 87.

²² Там же.

²³ ЦГВИА СССР. Ф. 506. Оп. 1. Д. 802. Л. 780—784.

²⁴ Записки Русского технического общества. 1876. Вып. 4. С. 283—284.

малоуглеродистую сталь от железа не представляется возможным. Но Н. В. Калакуцкий остался при особом мнении. Основываясь на своем богатом опыте, он считал, что «сталь и железо всегда можно отличить путем исследования шлифа и механических испытаний, в частности, испытаний на разрыв» [24. С. 178—179]. Будущее показало его правоту.

Но вернемся к выступлению Н. В. Калакуцкого в IV отделении, в котором он подверг резкой критике проект тарифа. Он обратил внимание собравшихся на то, что «предложенный нам тариф составлен в смысле исключительного покровительства заграничным железным и стальным заводам и одним только (имеется в виду отдельным, определенным.— А. Ч.) русским машиностроителям, не только не в пользу русского горного дела, но и в *ущерб всему народу* (курсив наш.— А. Ч.), который не имеет дешевого железа, и во вред всем переделочным заводам северо-западной полосы России, работающим на иностранном железе»²⁵. Свое выступление Н. В. Калакуцкий резюмировал следующим заключением:

«1. Для России, не имеющей в достаточном количестве своего железа, выгоднее в экономическом отношении ввозить заграничный чугуны и переделывать его у себя в железо, сталь и машины, нежели ввозить эти последние даже при пониженной на них пошлине.

2. Если это положение правильно, то выгоднее всего для страны разрешить беспошлинный ввоз чугуна и повысить пошлину на железо и сталь в таком размере, чтобы эти продукты охранялись от заграничной конкуренции.

3. Нет никаких строго точных оснований облагать машины и их части пошлиной, высшей, чем на железо и сталь; такой несоразмерности обложения никогда и нигде не было принято в тарифах других государств»²⁶.

Несмотря на столь убедительные доводы Н. В. Калакуцкого и их поддержку рядом участников съезда, сторонники Л. Э. Нобеля одержали на этом заседании частичную победу. При голосовании вопроса о пошлинах на ввоз чугуна большинством голосов (37 против 32) принято было решение «повысить пошлину на

²⁵ Труды Съезда... Вып. 2, pag. 5. С. 89.

²⁶ Там же.

чугун с 5 коп за пуд до 10». Но это решение подлежало еще утверждению на общем собрании.

На следующем заседании IV отделения борьба вокруг тарифов вспыхнула с новой силой. Дуэль между главными оппонентами Л. Э. Нобелем и Н. В. Калакуцким велась в основном по вопросу о тарифах на железо и сталь. В своем выступлении Н. В. Калакуцкий прежде всего напомнил, что Россия нуждается в защите от иностранной конкуренции, но «не в отношении чугуна, а относительно продуктов, получаемых из него, и что наше железное производство подавляется силой этой конкуренции». Он обвинил составителей проекта тарифа в том, что они содействуют интересам зарубежных предприятий, а не отечественных горных переделочных заводов. Предлагаемые низкие пошлины на сталь, по мнению Н. В. Калакуцкого, особенно ощутят действующие тогда в России семь сталелитейных заводов, три из которых располагались в Петербурге. Именно по этим петербургским сталелитейным заводам, которые Н. В. Калакуцкий считал наиболее перспективными (что впоследствии подтвердилось), и нанесли в первую очередь ощутимый удар новые тарифы.

Н. В. Калакуцкий обвинил Л. Нобеля, вдохновителя нового тарифа, в корыстных целях. «Я могу, — подчеркнул Н. В. Калакуцкий, — указать на цель нового тарифа. Господин Нобель, главный защитник этого тарифа, везет из-за границы на арендуемый им казенный завод на Урале и кирпич—динас, и цейлонский графит, и стволы Бергера, и бессемеровский металл»²⁷. Указывая на губительные последствия для развития русской сталелитейной промышленности тарифов Нобеля, он говорил: «Для нас ясны только два факта: видимое противодействие петербургским стальным заводам со стороны машиностроительных и механических и уравнение пошлины на железо и сталь. Какое же значение будут иметь подобные меры? Мы находимся накануне громадной потребности стали, на всех дорогах вместо железных рельсов должны будут употребляться стальные. Стальные заводы — это единственные активные заводы в настоящую минуту, а, между тем, меры, предлагаемые здесь, убьют их совершенно. Существующие ныне стальные заводы имели единственный оплот в покровительственной пошлине; но так как механиче-

²⁷ Там же. С. 120.

ским заводчикам нужно сломать ее, то они и соединяют железо и сталь вместе! Тут есть или связь, или случайное совпадение. Я говорю здесь... не как заводчик, а как человек, который занимался 16 лет этим делом и видел как была приготовлена первая русская сталь»²⁸.

Как видим, Н. В. Калакуцкий, в отличие от Л. Э. Нобеля и его группы, выступал с самых широких позиций в защиту подлинных потребностей отечественного производства. Он боролся за свои взгляды страстно, шел до конца. И тем не менее, несмотря на все попытки Калакуцкого и некоторых его сторонников отстоять предложения, отвечающие национальным интересам России, съезд принял основные пункты тарифного проекта Нобеля. Однако Н. В. Калакуцкий и его единомышленники не смирились. Об этом, в частности, свидетельствует документ-заявление Н. В. Калакуцкого и представителя Сормовского завода К. Окунева на имя Председателя съезда, поданное Общему собранию 10 мая 1875 г. По мнению авторов документа, в виду снижения пошлины на сталь, принятого съездом, «существующие заводы (имеются в виду сталелитейные.— А. Ч.) должны прекратить свою деятельность за невозможностью конкурировать со ввозом болванок и изделиями из-за границы, следовательно, развитие новых заводов, столь насущно потребных, станвится немислимо»²⁹. Эти слова звучали как обвинение в адрес многочисленных сторонников Нобеля из среды российской буржуазии, тормозящих развитие страны в целях своего обогащения.

Поражение на съезде не сломило Н. В. Калакуцкого — человека неумеренной энергии и редкой целеустремленности. Он и после съезда продолжал борьбу, используя для этой цели газету «Голос», вокруг которой в то время группировались прогрессивные общественные и литературные силы.

Перу Н. В. Калакуцкого принадлежит ряд статей, поднимающих различные вопросы сталелитейного производства. Например, известный интерес представляет его статья «Значение фосфористой стали для промышленных целей» [18]. Она открывается оценкой истории развития техники и промышленности как борьбы ново-

²⁸ Там же.

²⁹ Там же. Пар. 1. С. 99.

го со старым. «Каждый раз,— писал Н. В. Калакуцкий,— как только появлялось какое-нибудь техническое усовершенствование, подрывающее основы устаревшей теории, и давало промышленности новый полезный продукт, против такого усовершенствования немедленно восставали рутинеры и всеми мерами старались вредить людям, бравшимся за новое дело. Так было всегда во всех отраслях промышленности, так было и в истории сталелитейного производства». Такой защитницей отсталых взглядов явилась, по мнению Н. В. Калакуцкого, газета «Биржевые ведомости», поддерживавшая Л. Э. Нобеля и выступившая с необоснованной критикой фосфористой стали, производство которой начало осваиваться в России. Сторонники Нобеля предлагали снизить пошлину на ввоз в Россию фосфористой стали, которая доставлялась главным образом из Германии, где имелись богатые фосфором железные руды. Фосфор, как и сера, действительно является вредной примесью в стали, но, как указывал Н. В. Калакуцкий, фосфористую сталь можно применять для изготовления некоторых предметов. Снижение же пошлины на фосфористую сталь лишила бы русские заводы возможности выпуска этой продукции. Н. В. Калакуцкий вскрыл в статье истинные причины газетной кампании против фосфористой стали. «Ожесточенное нападение на фосфористую сталь,— подчеркнул он,— имеет главной целью убедить публику, что необходимо всеми мерами тормозить развитие заводов, выделяющих эту сталь в России; но та же сталь, если только она придет к нам из-за границы, будет продуктом для многих желанным и любезным. Дурные же ее свойства, которые так пугали автора, вероятно, исчезнут сами собой при перевозке ее морем» [18].

19 июня 1875 г. в газете была опубликована еще одна статья Н. В. Калакуцкого «Разъяснение по поводу фосфористой стали» [21]. Он вновь поддержал идею о возможности и необходимости производства фосфористой стали на отечественных заводах и ее хозяйственном использовании. Он еще и еще раз отмечал несостоятельность обвинений своих оппонентов по поводу низкого качества русской фосфористой стали, подчеркивая факт незнания ими технической терминологии и низкий уровень технической грамотности.

На этом полемика о фосфористой стали закончилась. Но уже очень скоро проблема фосфористой ста-

ли вновь привлекла внимание научно-технической общественности. В 1878 г. английский металлург С. Д. Томас изобрел способ выплавки стали из чугунов, богатых фосфором. В результате томасовского процесса количество фосфора снижалось с 1—2% в чугуне до сотых долей процента в стали. Открытие Томаса имело огромное значение. Оно позволило полностью разрешить проблему передела в сталь чугуна, выплавленного из фосфористых железных руд, которыми были богаты Франция и особенно Германия. Это обстоятельство отметил В. И. Ленин в своих «Тетрадах по империализму». Он писал: «Замечательно изобретение Томасом (1878) вместо бессемеровского способа добычи железа — базического или томасовского способа. Этот способ дал перевес Германии, ибо он состоит в *освобождении* руды от *фосфора*, а в Германии как раз железная руда богата фосфором (NB)»³⁰. Уже в 1883 г. в Германии работало более 40 томасовских конвертеров³¹. В России томасовское производство было введено в 80-х годах на Таганрогском, Керченском и Мариупольском заводах.

Так сама жизнь, развитие науки и техники доказали правоту Н. В. Калакуцкого. Германия и Франция прекратили ввоз в Россию фосфористого металла, а в стране возникли заводы по переделу фосфористых руд и чугуна в сталь. В этом факте проявилась научно-техническая дальновидность Н. В. Калакуцкого.

Н. В. Калакуцкий всегда остро сознавал вред, который наносили нашей стране многочисленные факты присвоения иностранцами русских открытий и изобретений. Так, например, он принял участие в полемике, развернувшейся вокруг работ А. С. Лаврова. Как известно, А. С. Лавров был послан русским правительством за границу для изучения сплавов меди и в 1867—1868 гг. работал на артиллерийском заводе в Люттихе (Льеже), в Бельгии. На этом заводе он вместе с бельгийским инженером Кюнтцелем поставил ряд опытов над бронзой. После отъезда Лаврова в Россию Кюнтцель совместно с неким Монтефиоре издал брошюру, в которой приписывал себе одному заслугу в создании

³⁰ Ленин В. И. Полн. собр. соч. Т. 28. С. 260.

³¹ Покровский Ю. М. С. Д. Томас и значение томасовского процесса для металлургии // Вопр. истории естествознания и техники. 1960. Вып. 10. С. 143.

для артиллерийских орудий нового, обладающего рядом прекрасных качеств сплава — фосфористой бронзы.

В защиту А. С. Лаврова выступил Н. В. Калакуцкий, опубликовав статью «О некоторых сплавах меди» [9]. Формально статья Н. В. Калакуцкого, имеющая и экономическое значение, представляла собой рецензию на книгу А. С. Лаврова «О некоторых сплавах меди», изданную в 1869 г., и брошюру Монтефиоре и Кюнтцеля, напечатанную в Брюсселе в 1870 г. Но это не обычная рецензия, а вполне самостоятельный и глубокий труд, анализирующий вопросы, затронутые в указанных работах.

Будучи страстным защитником и проводником идеи изготовления стальных орудий, Н. В. Калакуцкий отнюдь не отвергал трудностей, связанных с внедрением сталепушечного производства. В частности, он отмечал дороговизну и сложность этого производства. «То государство,— писал Н. В. Калакуцкий,— которое вводит у себя стальные пушки, заменяя ими орудия бронзовые, должно делать громадные затраты, лишаясь при этом возможности быстро перевооружаться при изменении конструкции орудий. Поэтому с экономической и военной точек зрения нельзя не признать более выгодным иметь бронзовые пушки там, где можно обойтись без орудий с искусственным строением металла, каковы орудия скрепленные» [9. № 12. С. 864]. В этой связи он указывал на необходимость ознакомления русских специалистов с новейшими достижениями в области совершенствования артиллерийского металла из сплавов меди.

Не отрицая заслуг Кюнтцеля, он, подчеркивал, что именно «одному только г. Лаврову принадлежит мысль заняться систематическим рядом опытов по исследованию бронзы. Но указав на это обстоятельство, Кюнтцель не считает более нужным оговаривать в самом тексте своей брошюры о других работах, мысль о которых также бесспорно принадлежит г. Лаврову. Между прочим, он умалчивает о том, что первые работы по исследованию фосфористой бронзы были произведены г. Лавровым в Париже, на заводе Морена, и были сообщены ему (Кюнтцелю) самим г. Лавровым, с правом их продолжать и распространять» [9. № 12. С. 866]. Хотя американские ученые и добились известных успехов в этой области, «вопрос о существовании зависимости между физическими свойствами бронзы и

условиями ее изготовления для больших масс металла остался почти не затронутым». Важнейшая заслуга А. С. Лаврова и состоит в том, что он установил эту зависимость. В дальнейшем А. С. Лавров добился новых успехов, и его бронзовые пушки, принятые на вооружение в России, получили награду на Всемирной выставке 1876 г. Н. В. Калакуцкий дал сравнительный анализ свойств различных сплавов: железистой бронзы, бронзы с примесью цинка, алюминиевой бронзы, фосфористой меди и фосфористой бронзы и др. В конце статьи он выразил пожелание, чтобы «труды Лаврова, а также Кюнтцеля встретили сочувствие в среде людей, заинтересованных бронзой и ее сплавами как в применении к артиллерийским орудиям, так и вообще для промышленных целей» [9. № 1. С. 65]. В этих последних словах отчетливо проявился экономический аспект работы Н. В. Калакуцкого.

В советской историко-технической литературе решения Съезда главных по машиностроительной промышленности деятелей проанализированы В. М. Костомаровым. Он, в частности, считал, что съезд преследовал лишь одну реальную цель — добиться от правительства протекционизма, премий и привилегий для русской тяжелой промышленности и этим самым сделать ее способной к конкуренции с иностранным капиталом. «Здесь,— писал В. М. Костомаров,— классовые интересы молодого русского капитала совпадали с задачами развития народного хозяйства России, и поэтому поддержка, оказанная Русским техническим обществом крупному капиталу в его конкуренции с иностранной промышленностью была исторически вполне оправданной»³². Нам представляется, что это утверждение носит слишком общий характер и не учитывает борьбы мнений и интересов, развернувшейся на съезде. Во всяком случае Н. В. Калакуцкий и поддерживавшие его деятели защищали интересы развивающейся русской сталелитейной промышленности, в то время нуждавшейся в такой тарифной политике, которая обеспечивала бы ее дешевым сырьем и полуфабрикатами.

³² Костомаров В. М. Из деятельности Русского технического общества... С. 26.

На Обуховском заводе

В указе Александра II от 8 декабря 1869 г. капитану Калакуцкому предложено было занять еще один административный пост — правителя дел II специального отдела Артиллерийского комитета¹.

Артиллерийский комитет — совещательное учреждение при Главном артиллерийском управлении по техническим вопросам артиллерийского дела — был основан в 1808 г. (Тогда был учрежден временный Артиллерийский комитет, с 1869 г. за ним окончательно утвердилось название Артиллерийского комитета.) Этот комитет обсуждал все вопросы теории, техники и практики артиллерийского дела, производил опыты, испытывал все предметы и механизмы, предлагаемые для нужд артиллерии, рассматривал изобретения и усовершенствования, утверждал заводскую документацию, распространял в печати научные и технические сведения, следил за постановкой артиллерийского образования. Возглавлял Артиллерийский комитет генерал-фельдцейхмейстер или его товарищ (заместитель). Артиллерийский комитет имел восемь отделов, которые рассматривали и подготавливали вопросы, подлежащие обсуждению комитета².

Новая должность отнимала у Н. В. Калакуцкого много времени и требовала большой напряженной работы. II отдел Артиллерийского комитета ведал производством артиллерийских орудий и снарядов, и в связи с переходом на производство пушек из стали основная тяжесть забот легла на Н. В. Калакуцкого как на признанного специалиста сталепушечного дела. На этом важном и ответственном посту он проработал 14 лет, вплоть до своей отставки в октябре 1884 г.

Однако работа в Артиллерийском комитете не могла полностью удовлетворить исследовательских интересов и устремлений Н. В. Калакуцкого. В то время, когда целый ряд нерешенных проблем артиллерийской технологии тормозил развитие сталепушечного производства, совесть специалиста-экспериментатора не могла оставаться спокойной: Н. В. Калакуцкий

¹ ЦГВИА СССР. Ф. 504. Оп. 3. Д. 617. Л. 2, 2 об.

² Энциклопедия военных и морских наук/Под ред. Г. А. Леера. СПб., 1883. Т. 1. С. 214—215.

буквально рвался на завод, чтобы продолжать начатые в Златоусте работы. Вскоре Военное министерство удовлетворило его желание.

Интересны обстоятельства нового назначения Н. В. Калакуцкого. Как известно, до 1871 г. Главное артиллерийское управление заказывало стальные орудия за границей. Успехи Обуховского и Пермского заводов в области производства прочных стальных орудий, дороговизна и другие отрицательные последствия иностранных заказов, непреклонная позиция сторонников развития отечественного сталепушечного дела, поддержанная передовым общественным мнением, — все это привело в начале 70-х годов к сокращению заказов стальных орудий за границей и передаче их на русские заводы. Подготовку к размещению заказов на Обуховском заводе Военное министерство начало еще в 1869 г., направив туда для осмотра Н. В. Калакуцкого. В докладной записке «Об осмотре Обуховского завода» он положительно оценил состояние дел на заводе³. Но только 16 января 1871 г. товарищ генерал-фельдцейхмейстера (начальника артиллерии русской армии) генерал А. А. Баранцов в докладе военному министру сообщил о предложении дать Обуховскому заводу заказ на партию стальных казнозарядных орудий и просил назначить приемщиком стальных орудий подполковника Н. В. Калакуцкого. 19 января 1871 г. представление Д. А. Милютина по этому вопросу было утверждено Александром II⁴. Это свидетельствовало о признании Н. В. Калакуцкого как крупнейшего специалиста в области сталепушечного производства. Практически к исполнению своих новых обязанностей он приступил летом 1871 г. В дальнейшем вся жизнь Николая Вениаминовича была самым тесным образом связана с Обуховским заводом, на котором он проработал до самой смерти.

Основание сталепушечного Обуховского завода в Петербурге было связано с рядом военно-стратегических и внешнеполитических соображений. После того как первые стальные орудия Обухова, изготовленные на Княземихайловской фабрике, показали вполне удовлетворительные качества, в официальных сферах

³ АВИМАИВиВС. Ф. Техн. ком. Гл. арт. упр. Оп. 44/1. Д. 17. Л. 320—321.

⁴ ЦГВИА СССР. Ф. 504. Оп. 9. Д. 76. Л. 33—34.

был поставлен вопрос о строительстве большого сталепушечного завода, способного обеспечить своей продукцией запросы русской армии и флота. В докладе царю Д. А. Милютин считал необходимым «сколько возможно в больших размерах развить сталелитейное дело внутри империи, дабы поставить нас вне зависимости от заграничных заказов... Дело это до такой степени важно и настоятельно, что, несмотря на стесненное финансовое положение наше, считаю крайне необходимым не скупиться в этом случае на денежные затраты. Затрата на этот предмет неизбежна для того, чтобы новая война не застала нас неподготовленными к борьбе с неприятелем, владеющим всеми современными усовершенствованными способами»⁵.

Расширению сталепушечного производства в России мешали не только финансовые затруднения. Ему препятствовали и действия дворцовой камарильи, поддерживающей заказы у Круппа, и возражения многих представителей высших военных кругов, пессимистически относящихся к стальным орудиям, и отсутствие координации в деятельности между военным, морским и горным ведомствами. В 1862 г. был создан Особый объединенный комитет этих ведомств по вопросам артиллерийского производства под председательством адмирала Путятина. В комитет вошел и П. М. Обухов. В мае 1862 г. комитет принял решение о постройке большого сталепушечного завода близ Петербурга, чтобы в первую очередь снабжать крупнокалиберными орудиями балтийский флот. При этом царское правительство, не уверенное в успехе нового предприятия, отказалось финансировать строительство. Тогда комитет обратился к частным лицам — к товариществу Путилова, которому Обухов передал право на свой способ производства стальных орудий, потребовав взамен для себя должность технического руководителя будущего завода. 4 мая 1863 г. товарищество Путилова заключило контракт с Морским министерством о строительстве в Петербурге сталепушечного завода. Министерство представило в распоряжение товарищества «участок земли на 12-й версте от города у р. Невы со всеми находящимися там зданиями и сооружениями бывшей Александровской ма-

⁵ Гос. б-ка СССР им. В. И. Ленина (далее ГБЛ). Отд. рукописей. Ф. Д. А. Милютина. № М-10507/1. Л. 71 об., 74, 74 об.

нуфактуры, а также старые медные и чугунные орудия и металлы»⁶. Таким образом, завод стал строиться на частные капиталы, однако все же при значительной материальной поддержке государства. Эта поддержка обуславливалась правом Морского министерства вмешиваться в производственную деятельность завода.

К концу 1863 г. строительство завода в основном было закончено. С Урала были вызваны обученные Обуховым специалисты сталелитейного дела — мастера и рабочие, — установлены машины, и в январе следующего года отлиты первые две 12-фунтовые стальные пушки, заряжающиеся с дула. Новый завод был оборудован по последнему слову техники того времени. Он состоял из литейного, молотового, сверлильного, тигельного, кузнечного, газового цехов и слесарной мастерской; располагал 160 горнами, обеспечивавшими единовременную плавку 1300 пудов стали, двигателем 650 л. с., пятью паровыми молотами мощностью 2, 3, 5, 15 и 35 т. К концу 1864 г. завод уже выковывал орудия «в 1000 пудов весом»⁷. В январе 1865 г. Обуховский завод фактически перешел в ведение Морского министерства, и его начальником стал капитан-лейтенант А. А. Колокольников.

Уже в первые годы работы заводу пришлось преодолевать целый ряд трудностей и неудач. Так, первые пушки, заряжающиеся с дула, выдерживали пробу нормальным зарядом, но сравнительно быстро разрывались при усиленных. Вскоре завод перешел к производству пушек, заряжающихся с казенной части. Затем вместо сплошных крупнокалиберных орудий он начал изготавливать орудия, скрепленные кольцами по методу профессора А. В. Гадолина⁸. На стальной ствол орудия сверху надевали в нагретом состоянии стальные кольца, которые, сжимаясь при охлаждении, сдавливали ствол, тем самым увеличивая его прочность.

Особенно большой шаг вперед в отношении улуч-

⁶ ГБЛ. Отд. рукописей. Всеподданнейший отчет по Морскому ведомству. 1855—1880 гг. С. 120; См. также: Обзор деятельности морского управления в России (1855—1880 гг.). СПб., 1880. Ч. 2. С. 2—3.

⁷ Горн. журн. 1864. № 12. С. 477—478.

⁸ Гадолин А. В. Об орудиях, скрепленных кольцами // Арт. журн. 1861. № 12, Отд. неофиц. С. 1033—1071.

шения качества продукции завод сделал в 1866 г., и он связан с приходом молодого инженера Д. К. Чернова. Именно на Обуховском заводе Д. К. Чернов в 1868 г. открыл существование фазовых превращений в твердой стали при ее нагреве выше определенных температур. На Обуховском заводе под руководством Д. К. Чернова был разработан также русский бессемеровский способ производства стали⁹.

В 1870 г. на Всероссийской мануфактурной выставке всеобщим вниманием пользовались обуховские орудия: 9-дюймовая пушка, выдержавшая без каких-либо повреждений 700 усиленных выстрелов и 8-дюймовая скрепленная пушка — более 1000 боевых выстрелов¹⁰. Это орудие и 6-дюймовая пушка, выдержавшая также 1000 выстрелов, были отправлены на Парижскую всемирную выставку 1867 г. В Париже экспонировалась и 8-фунтовая стальная пушка, выдержавшая 2747 боевых и 253 усиленных выстрела [47. С. 26]. Как видим, уже тогда на Обуховском заводе была создана новая система артиллерийских орудий, отличавшихся высокими боевыми и техническими качествами, и известная под названием «образец 1867 г.» Отечественная военная наука могла по праву гордиться этими орудиями. По словам П. Костылева, автора специального исследования о прочности и живучести артиллерийских орудий XIX в., «в свое время они были самыми могущественными и прочными в мире орудиями большого калибра»¹¹.

Достижения Обуховского завода имели громадное значение для русского артиллерийского производства: они создали прочную базу его развития. Однако масштабы заводской продукции были весьма невелики и не привели к полному освобождению от иностранной зависимости.

До 1871 г. Обуховский завод выпустил 170 орудий, из них 130 заряжающихся с казенной части¹². Столь несомненные успехи Обуховского завода заставили

⁹ Гродницкий А. Н. Фабрикация бессемеровской стали для приготовления военного оружия // Зап. Рус. техн. о-ва. 1875. Т. 2, Действия о-ва. С. 40—41.

¹⁰ ЦГАВМФ СССР. Ф. 421. Оп. арт., 1869 г. Д. 3. Л. 208.

¹¹ Костылев П. М. Артиллерийские орудия XIX века и их живучесть (Из опыта прошлого). М.; Л.: Военмориздат, 1940. С. 58.

¹² ЦГАВМФ СССР. Ф. 473. Оп. 1, 1865. г. Д. 43. Л. 28, 50; 1874 г. Д. 2, л. 33—34.

Военное министерство пересмотреть свою политику в отношении заграничных заказов стальных орудий, особенно крупного калибра, и поставить вопрос об их массовом производстве на Обуховском заводе.

Работа Н. В. Калакуцкого по повышению качества русских пушек

Франко-прусская война 1870—1871 гг., вызвавшая гонку вооружения во всех странах, показала в то же время решающее преимущество стальных нарезных орудий над чугунными и медными. Уже в конце 1870 г. Военное министерство начало переговоры с Морским министерством о заказах на Обуховском заводе. Было созвано специальное заседание Комитета по изготовлению артиллерийских орудий для крепостей и флота в составе А. А. Баранцова, Н. В. Маиевского (крупного специалиста по конструированию артиллерийских систем, впоследствии члена-корреспондента Петербургской академии наук), А. В. Гадолина, А. А. Колокольцова, А. С. Лаврова, Н. В. Калакуцкого и др. Комитет принял решение о сдаче заказа не за рубежом, а в России.

Обуховский завод получил в 1871 г. первый заказ на 32 9-дюймовые пушки, заряжающиеся с казенной части¹³. Еще в ходе переговоров Военное министерство заявило о необходимости проводить на Обуховском заводе механические испытания металла орудий по способу, который Н. В. Калакуцкий в свое время разрабатывал в Златоусте; на него и полагалось возложить руководство этими опытами. 22 июня 1871 г. последовал приказ товарища генерал-фельдцейхмейстера генерала А. А. Баранцова, определяющий общие задачи и некоторые условия работы Н. В. Калакуцкого на Обуховском заводе:

«1) Приемщиком стальных орудий с Обуховского сталелитейного завода назначить, согласно с высочайшим повелением от 19 января 1871 г. числящегося в штате приемщиков уральских горных заводов подполковника Калакуцкого.

2) В помощь подполковнику Калакуцкому по приему орудий назначить штабс-капитана Стрижева.

3) В распоряжение приемщика орудий не назначать ни лаборанта, ни мастера.

¹³ ЦГВИА СССР. Ф. 504. Оп. 9. Д. 76. Л. 78—85.

4) При заключении с заводом условий на фабрикование орудий обязать завод производить различные опыты по требованию приемщика, которые последний найдет необходимыми при изменении заводом некоторых манипуляций при отливке, ковке и вообще отделке орудий, причем расходы завода по производимым опытам относить на счет артиллерийского ведомства.

5) На расходы по производству опытов, могущих встретиться при выделке орудий, выдавать приемщику авансы в размере 200 р. с неперенным требованием от приемщика отчетов в выданных суммах; аванс этот в общей сложности не должен превышать 500 р. в год».

Таким образом, Н. В. Калакуцкий оказался в тяжелых для плодотворной работы условиях: он был стеснен в сотрудниках, в материалах и денежных средствах.

Вскоре после того, как Н. В. Калакуцкий приступил к обязанностям приемщика на Обуховском заводе, произошло драматическое событие, вызвавшее широкий резонанс и затронувшее вопрос о стальных орудиях в целом. 29 сентября 1871 г. на форте «Константин» в Кронштадте произошел разрыв 11-дюймовой пушки Круппа, причем 5 человек получили ранения. Орудие было новое, из него было сделано лишь 4 выстрела. В Кронштадт отправилась комиссия с участием И. А. Вышнеградского, А. С. Лаврова, Н. В. Калакуцкого и др. Комиссия пришла к выводу, что «...вероятной причиной разрыва мог быть единственно местный порок в металле близ дульного среза»¹⁴.

Разрыв стального крупновского орудия, произошедший на форте крепости, охранявшей подступы к столице, естественно, привел к широкому общественному возбуждению и снова вызвал недоверие к стальным орудиям вообще. Стремясь успокоить общественное мнение и поддержать престиж стальных орудий, прогрессивно настроенный Д. А. Милютин предложил опубликовать в официальном органе военного министерства газете «Русский инвалид» статью о причинах разрыва 11-дюймового орудия¹⁵. Написать ее было поручено Н. В. Калакуцкому.

¹⁴ АВИМАИВВиВС. Ф. Арт. ком. Оп. 39/2. Д. 50. Л. 50.

¹⁵ Д. А. Милютин писал: «В публике много толков об указанном

15 октября 1871 г. в «Русском инвалиде» появилась его статья «По поводу разрыва дульной части в 11-дюймовом орудии» [13]. В этой статье Н. В. Калакуцкий, вскрывая причины разрыва крупновского орудия, указывал, что из факта разрыва этого орудия вовсе не следует делать вывода о ненадежности стали как материала для крупнокалиберных орудий. В период усиливавшегося недоверия к стали он выразил твердую уверенность в том, что «...всякая попытка заменить сталь другим металлом была бы в настоящее время шагом назад».

Эта статья, содержащая весьма не лестные высказывания о крупновских пушках, вызвала международный резонанс. Недовольный ею Крупп обратился к Милютину с жалобой на то, что русские офицеры распространяют неблагоприятные для его завода мнения. На это Милютин, не желавший ссориться с Круппом, ответил, что «автор статьи в „Русском инвалиде“ придает разрыву единичный характер»¹⁶. Тем самым он как бы размежевывал позицию Н. В. Калакуцкого и мнение военного министерства России. Но такой ответ не устроил Круппа и он прислал в Петербург своих представителей, которые обратились в Главное артиллерийское управление со странной просьбой: признать причину разрыва невыясненной и тем самым реабилитировать крупновские орудия в печати¹⁷. Но это означало бы дезавуировать статью Н. В. Калакуцкого.

Военное министерство создало новую комиссию с участием представителей Круппа, которая большинством голосов решила, что разрыв произошел вследствие внезапной остановки снаряда, вызвавшей волны большого давления. Но пять членов комиссии — А. С. Лавров, Н. В. Калакуцкий, начальник Обуховского завода А. А. Колокольцов, главный инженер завода В. Р. Мусселиус и капитан Шпицберг из Артиллерийского комитета — заявили протест против решения, оправдывавшего Круппа, и потребовали вторичного обсуждения.

Оно состоялось 15 ноября 1871 г. Версию о случай-

случае; толки эти могут подорвать доверие вообще к стальным орудиям. Не следует ли напечатать какую-нибудь коротенькую статейку в „Инвалиде“» (Там же. Л. 24).

¹⁶ Там же. Л. 286—287.

¹⁷ Там же. Л. 86.

ном характере разрыва защищали генерал А. Ф. Ферман, И. А. Вышнеградский и отчасти А. В. Гадолин. Против них выступили Н. В. Калауцкий и его сторонники. Они не только отстаивали мнение о существовании в разорвавшемся орудии порока металла, но и вскрыли недостатки производственного процесса на крупновском заводе (в частности, приводящие к центровым трещинам при ковке орудийных болванок), которые Крупн игнорировал¹⁸. Н. В. Калауцкий резко протестовал против попыток некоторых членов комиссии скрыть истинную причину разрыва орудия и тем самым дезориентировать общественное мнение. «Голос общественного мнения,— заявил он,— может спросить: почему все бывшие до сих пор случаи разрыва крупновских орудий объяснялись только заклинением снарядов и почему теперь, когда нет признаков никакого заклинения, мы вводим маловероятное предположение о волне давления для того, чтобы парализовать другое, более вероятное, предположение, что в орудии был местный порок, от которого мог последовать разрыв дула»¹⁹.

Решительно выступила группа Калауцкого—Лаврова и против проверки всех стальных орудий русской армии как крупновских, так и отечественных, считая, что «нельзя было сравнивать по прочности орудия Крупна, которые принимались русской артиллерией без всяких испытаний, и русские орудия, поступавшие на службу после строжайшей проверки»²⁰. Внося предложение о такой проверке, большинство членов комиссии не только пыталось поддержать престиж завода Крупна, но и по сути дела подрывали доверие к русским стальным орудиям. «Можно предположить,— заявил Н. В. Калауцкий,— что, спасая репутацию завода Крупна, мы, не задумываясь, подрываем доверие ко всей нашей системе орудий и к стали, как материалу для этих орудий вообще»²¹.

О том, как этот вопрос обсуждался на комиссии, можно судить по маленькому фрагменту одного из заседаний.

¹⁸ ЦГАВМФ СССР. Ф. Арт. отд-ния Мор. Техн. ком. № 421; 1871 г. Д. 23. Л. 35, 36, 29.

¹⁹ Там же. Л. 41—42.

²⁰ Там же. Л. 37—39.

²¹ Там же. Л. 42.

«Председатель (Ферсман): „Хорошо. Вы имеете право все это высказать в протоколе“.

Калакуцкий: „Я хотел это высказать открыто перед всеми гг. членами“.

Шпицберг: „Я присоединяюсь к мнению подполковника Калакуцкого“.

Лавров: „После приведенных г. Калакуцким доводов я присоединяюсь к мнению, что меры относительно исследования орудий, состоящих у нас на службе, должны быть применены только исключительно к орудиям Круппа“.

Мусселиус: „Я точно так же полагаю, что орудия русских заводов не возбуждают никаких опасений“²².

Не удивительно, что Н. В. Калакуцкий был глубоко возмущен позицией большинства членов комиссии, принявших это решение 21 октября 1871 г. и изложивших его в журнале. «Читая этот журнал,— говорил Н. В. Калакуцкий,— я старался отнестись к нему с полным беспристрастием и убежден, что те заключения, к которым я пришел и высказал здесь, придут в голову и будут высказаны многими из тех, которые впоследствии внимательно его прочтут. Как член я заявляю об этом; дело комиссии изменить журнал или оставить его в прежнем виде; но повторяю, что с направлением, приданным настоящему журналу, я никогда не соглашусь».

Несмотря на победу большинства комиссии, широкое обсуждение причин разрыва 11-дюймового стального орудия дало толчок ко многим ценным исследованиям в области технологии производства стальных орудий, в частности, к важнейшим опытам Н. В. Калакуцкого над внутренними напряжениями в стали и стальных орудиях²³.

В 1872 г. в Усть-Ижорском лагере на шестом выстреле разорвалась дульная часть у 8-дюймового стального крупновского орудия²⁴. После этого Артиллерийский комитет предложил скрепить кольцами дульные части всех крупновских орудий. Кроме того, русским сталепушечным заводам предлагалось впредь изготавливать орудия со скрепленной дульной частью.

²² Там же.

²³ АВИМАИВиВС. Ф. Арт. ком. Оп. 39/2. Д. 50. Л. 101, 104, 210, 312; См. также: [34].

²⁴ АВИМАИВиВС. Ф. Арт. ком. Оп. 39/2. Д. 50. Л. 244.

Против этого решения выступили А. С. Лавров и Н. В. Калакуцкий. «Мы не могли согласиться с этим последним, ничем не мотивированным решением,— заявили они в записке в Главное артиллерийское управление,— к столь поспешному решению относительно русских орудий, принимаемым на службу только после весьма строгих испытаний, можно было прийти лишь под влиянием паники, вызванной разрывами двух неисследованных экземпляров орудий Круппа и без всякого повода признать бесполезность или недостаточность тех предохранительных мер, которые систематически вырабатывались совокупными усилиями наших артиллеристов и заводских техников и введены на наших русских заводах»²⁵.

Решение Артиллерийского комитета о скреплении дульной части русских орудий не было претворено в жизнь. И в этом огромную роль сыграла мужественная позиция Н. В. Калакуцкого, который настойчиво, последовательно и убедительно боролся за честь отечественного сталепушечного производства, против низкопоклонства перед Круппом.

Прежде чем Обуховский завод приступил к выполнению заказа под руководством Н. В. Маиевского, А. В. Гадолина и Н. В. Калакуцкого, фактически игравшего главную роль непосредственного разработчика, были выработаны «Технические условия по приему с Обуховского завода стальных орудий». Приступая к разработке этого важного документа, Главное артиллерийское управление признало, что «наше правительство, делая заказы единственному в то время солидному сталепушечному заводу Круппа, находилось вынужденным облегчать различными льготами их выполнение и даже отказывалось от тех действительно строгих, но вместе с тем необходимых требований по отношению механических испытаний пушечного металла и вообще приема орудий»²⁶. Такие требования и были предъявлены Обуховскому заводу в «Условиях», в которых с учетом печального опыта Княземихайловской фабрики предусматривалось: «Ни одно существенно важное изменение в способе приготовления орудий... не допускается без особенного на то разрешения Главного артиллерийского управ-

²⁵ Там же. Л. 324.

²⁶ ЦГВИА СССР. Ф. 504. Оп. 9. Д. 76. Л. 82 об.

ления»²⁷. Большое место в «Условиях» Н. В. Калакуцкий отводил механическим испытаниям орудийной стали, проводимых с таким расчетом, чтобы о свойствах стали в готовом изделии, о ее сорте и однокачественности можно было судить по одной и той же ковальной болванке. Здесь же прилагалась программа различных видов испытаний при приемке:

а) от каждой новой поковки для орудийного ствола должен был «выниматься стержень»²⁸, из которого приготавливались «стволики», которые испытывались на разрыв нагнетанием воды (так называемая гидравлическая проба);

б) для испытания на растяжение металла в «неотделанном состоянии» брались два бруска: один — около казенной части, а другой — от дульного среза каждой ковальной ствольной болванки; причем второй брусок вырезался по касательной к каналу;

в) после отжига от ствола (от его казенной и дульной частей) отрезались диски, из которых по касательной к каналу ствола вырезались бруски для испытаний на растяжение; кроме того, по оси клинового отверстия брались два образца, по одному с каждой стороны, для испытания на разрыв;

г) от каждой «болванки», служащей для изготовления скрепляющих колец, брались (по указанию приемщика) два бруска для испытаний;

д) каждый орудийный ствол после отжига должен был подвергаться гидравлическому давлению.

Для проведения всех этих мероприятий Н. В. Калакуцкий потребовал доставить на завод рычажный пресс с двумя катетометрами, сильный гидравлический пресс для испытаний орудийных стволов, а также несколько небольших токарных станков для механической обработки образцов. Затем он предложил следующие контрольные цифры для приема орудий:

1) предел «прочного сопротивления» (т. е. предел упругости) металла в орудийном стволе и скрепляющих кольцах — не ниже 2300 ат (23 кг/мм^2);

2) то же для «цапфельных» колец — 2000 ат (20 кг/мм^2);

3) сопротивление разрыву (предел прочности на растяжение) длинных брусков, вырезанных из стволов

²⁷ Там же. Л. 222. об., 223.

²⁸ Там же. Д. 84. Л. 774.

и колец, — от 4000 до 8000 ат (от 40 до 80 кг/мм²), при этом полное относительное удлинение при разрыве брусков, взятых от казенной части стволов и от колец, не меньше 0,05 (5%).

После удовлетворительных результатов механических испытаний завод мог приступить к скреплению орудий согласно теории А. В. Гадолина. Приемщик контролировал орудие также при сверлении канала ствола, и если замечались раковины или центровые трещины, даже проявляющиеся во время обработки, то такие стволы браковались. Готовое орудие подвергалось обмеру и снятию слепков и затем отправлялось на Волково поле для пороховой пробы — общей и усиленной. Общая проба состояла из 10 выстрелов обыкновенным боевым зарядом. Цель ее заключалась в том, чтобы убедиться в исправной пригонке замка и в отсутствии прорыва газов между камерным кольцом и его гнездом, а также между кольцом и шайбой. Один из параграфов «Условий» обязывал: «Все, что в этом отношении будет найдено приемщиком неудовлетворительным завод должен исправить и затем снова представить орудие на общую пробу»²⁹. В том случае, когда приемщик почему-либо сомневался в прочности одного или нескольких орудий, выдержавших общую пробу, завод отделял эти орудия, выбирал из них одно или несколько и подвергал усиленной пробе в 100 выстрелов. «Если же, — указывалось в другом параграфе «Условий», — хотя одно орудие из выставленных приемщиком на пробу 100 выстрелами будет разорвано, то все сомнительные орудия подвергаются точно такому же испытанию и принимаются на службу лишь те из них, которые пробу выдержат»³⁰. После успешной пороховой пробы, на которой присутствовали приемщик и представители завода, приемщик выдавал квитанцию, и орудие направлялось на службу. Таковы основные пункты выработанных Н. В. Калакуцким на основе собственного десятилетнего опыта технических условий приема орудий с заводов. Но не так легко было провести эти «Условия» в жизнь.

Правление Обуховского завода встретило их довольно холодно, указывая, что такие испытания металла до сих пор производились на заводе в ограниченных

²⁹ Там же. Д. 84. Л. 771, 771 об.

³⁰ Там же. Л. 841.

размерах и что «...вообще же такие основания для оценки орудий совершенно новые»³¹. И оно было несомненно, право. До этого подобные условия приемки не применялись ни при заказах Круппу, ни при заказах Обуховскому заводу со стороны Морского министерства. Тем не менее эти условия не являлись результатом лишь теоретических изысканий, а были составлены на основе опыта Княземихайловской фабрики и Пермского сталепушечного завода.

«Технические условия по приему с Обуховского завода стальных орудий» были ценным научно-техническим документом принципиального характера и поэтому сыграли большую роль в сталепушечном производстве. Они в корне отличались от всех принятых на заводах России, Западной Европы и США способов проверки орудий. В то время как везде приемщики проверяли главным образом готовую продукцию, Н. В. Калакуцкий считал необходимым контролировать весь производственный процесс. Если раньше основным критерием доброкачественности орудий являлась дорогостоящая пороховая проба, то Н. В. Калакуцкий перенес центр тяжести на контроль технологического процесса и на механические испытания металла. Первый способ носил чисто эмпирический характер и никак не определял причин недоброкачественности орудий, в то же время он был ненадежен, так как часто бывало, что орудие, не разорвавшееся на пробе, рвалось впоследствии на службе или при повторной усиленной пробе (например, одно орудие Княземихайловской фабрики разорвалось на 533-м выстреле, другое — на 813-м)³². Второй способ был основан на строго научных началах и позволял вскрывать недостатки еще в ходе технологического процесса. Можно сказать, что «Условия» превращали процессы сталепушечного производства в научные.

Правление Обуховского завода вынуждено было принять «Технические условия»³³ — и 23 октября 1871 г. завод получил первый заказ от Главного артиллерийского управления на 32 стальных 9-дюймовых орудия стоимостью 1 092 240 рублей, рассчитанный на три года³⁴. В июне 1872 г. завод получил

³¹ Там же. Д. 76. Л. 61.

³² Там же. Ф. 506. Оп. 1. Д. 802. Л. 6.

³³ Там же. Л. 234.

³⁴ Там же. Ф. 504. Оп. 9. Д. 76. Л. 119—120.

новый заказ на 40 стальных 9-дюймовых орудий стоимостью 1 168 140 рублей³⁵. В сентябре 1874 г. Обуховскому заводу был предоставлен крупнейший заказ Военного совета армии: к концу 1880 г. он должен был сдать в окончательно отделанном виде 73 стальных 11-дюймовых и 15 9-дюймовых орудий общей стоимостью в весьма значительную сумму — 4 575 500 рублей³⁶.

Эти крупные заказы можно рассматривать как официальное и фактическое признание надежности стальных орудий крупного калибра, изготавливаемых Обуховским заводом. В то же время это было и признанием научной и практической деятельности Н. В. Калакуцкого по изучению орудийного металла и выработке рациональных, научно обоснованных способов и правил ведения технологического процесса производства стальных орудий, контроля за ним.

И все же военное ведомство проявляло недостаточное понимание огромного значения важной для обороны страны деятельности Н. В. Калакуцкого. Как уже указывалось, в его распоряжение на расходы по производству опытов над орудийным металлом в течение трехлетнего срока выполнения заказа отпускалось всего лишь по 500 рублей в год, причем единовременная выдача средств ограничивалась 200 рублями. После израсходования очередной суммы Н. В. Калакуцкий должен был отчитываться о проделанной работе; следующий аванс выдавался лишь с разрешения генерал-фельдцейхмейстера после тщательной проверки денежных отчетов приемщика³⁷. А между тем за границей на производство новых типов орудий тратились гигантские средства. Например, введение в Англии производства пушек системы Армстронга, от которых впоследствии она отказалась, обошлось в 4 млн фунтов стерлингов³⁸. Правительство же России скупно отсчитывало гроши на совершенствование сталепушечного производства. И все же оно продолжалось.

Установление последовательной связи между спо-

³⁵ Там же. Л. 195—198, 263, 260.

³⁶ ГИАЛО. Ф. Гл. конторы Обухов. з-да. № 1267. Оп. 1. Св. 7. Д. 43. Л. 133.

³⁷ ЦГВИА СССР. Ф. 506. Оп. 1. Д. 11. Л. 244—246; Ф. 504. Оп. 9. Д. 86. Л. 112, 118.

³⁸ Горный журнал. 1864. № 6. С. 413.

собами производства, свойствами металла и поведением стальных орудий на службе по-прежнему составляло основное направление научной и практической деятельности Н. В. Калакуцкого. Петербургский период его жизни характеризуется рядом работ, принятых с этой целью на Обуховском заводе в сотрудничестве с заводскими работниками, в том числе с Д. К. Черновым.

Начиная с 1872 г. Н. В. Калакуцкий провел большую работу по организации механических испытаний металла в широких масштабах. Он выдвинул долгосрочную программу исследований, поставив при этом следующие задачи³⁹: 1. Вывести зависимость между результатами испытаний образцов на прессе Киркальди и испытаний при помощи катетометров. 2. Выполнить исследования над металлом в кольцах, скрепляющих орудия. 3. Провести исследования металла преимущественно в 8-дюймовых орудиях Обуховского завода с целью определить образцы, пригодные для наиболее правильной оценки металла в орудийных стволах. 4. Определить влияние различных видов обработки на первоначальные свойства стали в кованных орудийных болванках.

Уже в течение 1872 г. Н. В. Калакуцкий добился некоторых определенных результатов. Для более правильной оценки свойств металла в кольцах он испытывал наружные и внутренние слои металла. Опыты показали, что сталь в орудии в различных поперечных сечениях не однообразна по своим свойствам; эти свойства зависят от способаковки, отжига в масле, от толщины стенок и пр. Н. В. Калакуцкий пришел к выводу, что о свойствах металла в кольцах, скрепляющих орудийные стволы, в целом можно правильно судить по результатам механических испытаний образцов, взятых из дисков, которые отрезаются от этих колец. Однако при существующем на Обуховском заводе способе отжига в масле указанный метод нельзя было считать вполне приемлемым. Поэтому требовалось значительно развить прежние испытания и ввести новые, более широкие.

Отчет Н. В. Калакуцкого об этих работах, представленный им в артиллерийское отделение Морского технического комитета 15 февраля 1873 г., получил

³⁹ ЦГАВМФ СССР. Ф. 421. Оп. 1, 1871 г. Д. 14. Л. 141.

чрезвычайно высокую оценку. В частности, отмечалось, что «исследования, произведенные полковником Калакуцким, заслуживают полного внимания как по их важности для артиллерии, так и для наших сталепушечных заводов. Только на основе результатов подобных исследований представляется возможность обеспечить артиллерию вполне хорошими орудиями и довести сталепушечное производство до желаемой степени совершенства»⁴⁰. Так как исследования Калакуцкого составляли «весьма обширный, совершенно новый и самостоятельный труд», артиллерийское отделение представило его к награждению орденом. Однако Морское министерство ввиду принадлежности Калакуцкого к Военному министерству по существующим правилам отклонило это представление и наградило ученого 1 тыс. рублей⁴¹.

В последующие годы Н. В. Калакуцкий вместе со своим помощником В. И. Колчаком продолжил начатые исследования, с тем чтобы выполнить намеченную программу. Более трех лет потратил он на проведение огромного количества опытов по механическим испытаниям орудийного металла, выпускаемого Обуховским заводом. Эта огромная по важности и затраченным усилиям работа была обобщена им в фундаментальной статье «Подробное изложение результатов механических испытаний, произведенных над сталью Обуховского завода», опубликованной в 1877 г. в официальном издании Морского министерства [27].

Н. В. Калакуцкий в статье подвел итог своим систематическим исследованиям механических свойств стали, проведенным за период с 1872 по 1876 г. Отметим сразу, что рассмотренный в ней материал он изложил чрезвычайно подробно, по четкому плану, проиллюстрировал таблицами и сделал общие выводы. Придавая большое значение техническим средствам при механических испытаниях стали, Н. В. Калакуцкий первую главу статьи посвятил сравнительной характеристике приборов, применяемых при испытаниях образцов. При растягивании брусков на прессе Киркальди, применяемом на Обуховском заводе, удлинения измерялись с помощью автоматического прибора, соединенного с тягами прессы. Недостаток такого

⁴⁰ Там же. Л. 247.

⁴¹ Там же. Л. 265.

пресса состоял в том, что в процессе работы наблюдалось кажущееся увеличение деформации в упругой области испытываемого металлического бруска примерно в 3,5 раза против действительного. В то же время наблюдение удлинений при работе на прессе Артиллерийской технической школы производилось с помощью катетометра, имеющего две зрительные трубы с объективами, окулярами и микрометрами. Эти приборы, по убеждению Н. В. Калакуцкого, обеспечивали большую точность данных при деформации образцов. Правда, работа с катетометрами требовала строгого соблюдения правил установки инструмента и обращения с ним, постоянного и напряженного внимания, утомительного для глаз. Определение достоинств и недостатков машин различной конструкции, применяемых при испытании образцов оружейного металла, имело большое значение для установления правильной методики механических испытаний.

Далее Н. В. Калакуцкий описал опыты по определению способа отжига колец, скрепляющих оружейные стволы. Важность этих опытов диктовалась тем обстоятельством, что Обуховский завод производил орудия, скрепленные кольцами, увеличивающими прочность орудий. Вначале завод изготовлял кольца с отжигом в мусоре, а затем перешел к отжигу в масле с последующим охлаждением на воздухе. Различные способы термической обработки, их влияние на свойства стали Н. В. Калакуцкий подверг сравнительному изучению на образцах, а затем и на больших изделиях. В частности, он сравнивал результаты испытаний при отжиге и при так называемом «отжигании в масле».

Вот как описывал Н. В. Калакуцкий операцию «отжиг в масле»: «Орудие предварительно подогревают на открытом воздухе дровами до температуры, при которой налитое на его поверхность масло начинает дымиться. Затем его помещают вертикально в массивный чугунный стул, расположенный внизу большой печи, имеющей форму большого кольца. Печь предварительно прогрета, и, когда орудие установлено, через верхнее отверстие печи забрасывают, по мере сгорания, дрова, которыми и продолжают дальнейшее пагривание печи вместе с орудием... Нагрев признается достаточным, если он с поверхности казенной части орудия не ниже красного и не выше

ярко-красного каления. Когда желаемый нагрев достигнут, орудие вынимают из печи и погружают на некоторое время в особый большой чан с маслом. Вынув оттуда, снова ставят в печь, где оно вместе с последней и остывает.

Продолжительность времени охлаждения бывала различна: первоначально нагретое орудие оставляли в масле на двое суток, потом на 39, затем на 15 часов и наконец ныне ограничиваются лишь несколькими минутами [27. С. 16—17]. Н. В. Калакуцкий отметил некоторое несоответствие термина «отжигание в масле» фактическому режиму обработки, т. е. этот термин, по его мнению, был не точен. Правильнее, считал он, было бы говорить не «отжигание в масле», а «закалка и отпуск». Но имея в виду, что при ограниченной выдержке в масле закалка и отпуск осуществлялись лишь в поверхностных слоях изделия, он решил сохранить терминологию, принятую на Обуховском заводе.

Сталь, применяемая для изготовления колец, в химическом отношении была мягкой, но ее коренные свойства изменялись от охлаждения в масле [27. С. 7]. Интересны сравнительные данные, полученные Н. В. Калакуцким в результате применения различных видов термической обработки стали. Об этом, в частности, можно судить и по таблице, характеризующей и механические свойства стали после разной термической обработки⁴².

Данные таблицы свидетельствуют о том, что «отжигание в масле» повышает и весьма значительно: предел упругости (примерно, на 60%), предел прочности (более чем на 42%) и относительное сужение шейки кольца, но уменьшает относительное удлинение.

В ходе испытаний Н. В. Калакуцкий пришел к важному выводу. «Произведенное испытание,— писал он,— показало также, что, по-видимому, существует один весьма замечательный закон, состоящий в том, что произведения из трех величин: предела упругости, абсолютного сопротивления и окончательного удлинения для стали, отожженной и неотожженной после

⁴² Таблица, в которой приведены средние данные из семи испытанных колец, составлена на основе таблиц 1 и 3, помещенных в анализируемой статье Калакуцкого [27. С. 3, 9].

| Термическая обработка | Предел упругости, кг/см ² | Относительное удлинение, % | Уменьшение площади сечения в месте разрыва, % | Сопrotивление разрыву, кг/см ² | Произведение относительного удлинения на сопротивление разрыву | Отношение сопротивления разрыву к пределу упругости |
|---|--------------------------------------|----------------------------|---|---|--|---|
| «Отжигание в масле» и охлаждение на воздухе | 4580 | 0,059 | 84,7 | 8556 | 504,8 | 1,87 |
| Отжиг (нагрев почти до светло-красного цвета и медленное охлаждение в мусоре) | 2871 | 0,1367 | 58,9 | 6060 | 828,4 | 2,11 |

закалки, есть величина постоянная» [27. С. 10]. Действительно, перемножив три указанные величины, он получил в случае отжига в мусоре — 2 312 000, а в случае «отжигания в масле» — 2 379 500, т. е. весьма близкие между собой результаты [27. С. 10].

Результаты многоаспектных исследований позволили Н. В. Калакуцкому сделать ряд важных заключений, связанных со свойствами оружейной стали после «отжигания в масле». Так, он установил влияние скорости охлаждения на характеристики металла, доказав, что чем она больше, тем выше показатели прочности и ниже показатели пластичности. Усилению закалки способствует большая продолжительность выдержки оружий в масле. Температура нагрева и масса изделий также имеют большое значение. «Отжигание в масле» малых оружий позволяет получить более однородные свойства стали, чем при «отжигании» больших.

Н. В. Калакуцкого интересовали и вопросы, связанные с влияниемковки на свойства оружейного металла в больших массах. В частности, ученый хотел знать: не развиваются ли при ковке сильные внутренние напряжения, вредные для сопротивления оружий? Как нужно в дальнейшем вести обработку крупных масс металла, чтобы парализовать вредное влияние на свойства и сопротивление стали всей совокупности неблагоприятных условий? По словам Н. В. Калакуцкого, до сих пор подобные затруднения практически разрешались на разных заводах двумя путями: ору-

дийные поковки подвергались или отжигу с медленным охлаждением (на заводе Круппа), или «отжигу с быстрым охлаждением» (в Вульвиче). На Обуховском же заводе, указывал Н. В. Калакуцкий, был разработан оригинальный способ — быстрое, но непродолжительное охлаждение орудийных болванок с последующим их замедленным остыванием. «Таким образом,— подчеркивал он,— можно сказать, что заводская практика опередила в этом отношении наши научные знания, так как влияние всех вышеуказанных способов обработки на металл в больших массах остается до сих пор еще не вполне определенным. Прийти к теоретическому разъяснению этого влияния весьма важно, и потому некоторые опыты в этом направлении уже произведены и производятся на Обуховском заводе» [27. С. 45].

В заключение статьи Н. В. Калакуцкий делал ряд общих выводов [27. С. 53—54]:

1. Металл в кольцах, применяемых Обуховским заводом для скрепления орудийных стволов, можно считать хорошим и при существующих способах их механической обработки и отжига весьма однообразным. Механические испытания образцов металла, вырезанных из дисков от колец, вполне достаточны для оценки их действительных свойств.

2. Испытание образцов от задних дисков само по себе недостаточно для оценки металла в орудиях, так как эти образцы берутся от той части орудия, которая по условиям своего остывания и обработки имеет мало общего с металлом в самой стенке казенной части орудия. Поэтому с 1875 г. (по предложению Н. В. Калакуцкого) ввели испытание цилиндрического образца стали, который вырезали «на оси клинкового отверстия», затем этот цилиндр надрезали продольно и ломали. По виду излома можно было судить о влиянии предшествующей обработки на структуру стали. Кроме того, из половинок цилиндра вырезали образцы для механических испытаний различных слоев по сечению стенки орудия. «Для более полного определения совокупности различных влияний, имеющих место при ныне принятом способе приготовления орудий,— писал Н. В. Калакуцкий,— необходимо произвести точные опыты над исследованием внутренних натяжений металла». Н. В. Калакуцкий подчеркнул, что работы в этом направлении ныне уже закончены

и общий свод полученных результатов находится на рассмотрении Артиллерийского комитета.

3. Произведенные до 1874 г. испытания трех видов образцов металла из орудий хотя и не вполне достаточны, но в целом дают возможность определять общие условия, влияющие на повышение или понижение механических свойств в одних местах орудия по отношению к другим и сравнивать в этом отношении орудия между собой.

Эта работа Н. В. Калакуцкого, в которой были описаны результаты впервые предпринятых систематических исследований орудийной стали, по своему научному уровню, важности тематики, убедительности, четкости изложения может правомерно быть названной классической. «Результаты этих первых и при том весьма многочисленных испытаний,— указывалось в одном официальном издании,— имеют весьма важное значение, главным образом, в том отношении, что на основании их были определены, в зависимости от принятого на Обуховском заводе способа обработки стали, те места в орудийных стволах, от которых на будущее время должно брать образцы, для того, чтобы составить более верное заключение о свойствах стали в стенах орудийных стволов»⁴³. Произведенные по инициативе Н. В. Калакуцкого испытания продолжительной стрельбой из четырех 8-дюймовых орудий показали хорошую прочность этих орудий, которые выдержали до 1130 выстрелов и сохранили боеспособность. Этим подтвердилась целесообразность соблюдения условий контроля и испытаний орудийной стали, разработанных Н. В. Калакуцким.

Помимо непосредственной работы на Обуховском заводе Н. В. Калакуцкий в качестве правителя дел II отдела Артиллерийского комитета часто проводил испытания механических свойств металла изделий других заводов. Так, когда в 1871 г. участились случаи разрывов тяжелых чугунных пушек, Артиллерийский комитет поручил Н. В. Калакуцкому произвести исследование свойств металла пушек Олонецкого завода⁴⁴. В 1874 г. Артиллерийский комитет вообще возложил на Н. В. Калакуцкого наблюдение за меха-

⁴³ Отчет Артиллерийского отделения Морского технического комитета за 1876 г. СПб., 1877. С. 47.

⁴⁴ Артиллерийский журнал. 1872. № 10. Отд. неофиц. С. 758—766.

ническими испытаниями металла Олонецкого завода, и ученый по несколько раз в год выезжал в Олоонец. В 1872 г. Н. В. Калакуцкий вырабатывал технические условия приема стальных орудий с Пермского завода, где участились случаи разрывов⁴⁵. В 1874 г. он вел испытания металла стальных колец, изготовленных Сормовским заводом для скрепления чугунных орудий. В ряде случаев Главное артиллерийское управление вызывало Н. В. Калакуцкого для выяснения причин разрывов или повреждений орудий различных заводов.

В середине 70-х годов Н. В. Калакуцкий считался крупным авторитетом в артиллерийском производстве вообще и в области определения качеств металла в особенности: здесь его мнение было решающим и не оспаривалось специалистами. Люди, работавшие в этот период с Н. В. Калакуцким, весьма хорошо отзывались о его деятельности. «Личным моим знакомством с этим предметом, — писал В. И. Колчак, приемщик Обуховского завода, — я обязан занятиям с полковником Калакуцким... Выводы из этих опытов, произведенных под непосредственным руководством Н. В. Калакуцкого, будут полезны не для одного только заводского артиллерийского дела, но и для других отраслей техники... эти же испытания, указав на крайнюю важность исследований внутренней структуры стали как материала для изготовления орудий, заставили наших артиллеристов и техников обратить большее внимание на производство и улучшение механических испытаний образцов металла в разных частях орудия и положили начало многим превосходным исследованиям этого характера»⁴⁶. А. С. Лавров, весьма успешно работавший в 1875 г. над созданием прочных бронзовых орудий, подчеркивал, что принятый им способ испытания металла заимствован у Калакуцкого, который лично помогал ему проводить испытания образцов орудийной бронзы⁴⁷. Известны также весьма лестные отзывы о Н. В. Калакуцком А. И. Скиндера [64, 65]. Даже официальные деятели Военного министерства вынуждены были, правда,

⁴⁵ ЦГВИА СССР. Ф. 504. Оп. 9. Д. 649.

⁴⁶ Колчак В. Современное стальное дело на Обуховском заводе // Мор. сб. 1875. № 9. С. 21.

⁴⁷ Записки Русского технического общества. 1875. Вып. 5. С. 183.

косвенно, признать выдающиеся заслуги Н. В. Калакуцкого как в области разработки теории внутренних напряжений в металлах, так и в области механических испытаний металла. «Второе усовершенствование,— подчеркивалось в одном официальном издании,— имеющее связь с чугунопушечным и сталепушечным производствами, заключалось в развитии механических испытаний металла орудий. До 1863 г. о таких испытаниях на наших пушечных заводах не имели понятия. Прием партии готовых орудий производился на основании пробы контрольной пушки, выбиравшейся из этой партии и испытывавшейся продолжительной стрельбой. До введения механических испытаний металла у приемщиков не было никаких точных средств открыть наиболее слабое орудие в партии и судить об однокачественности принимаемых орудий. Это развитие способов точного сравнения и определения качеств металла, взятого от орудия, а также разработка правил, при соблюдении которых обеспечивается полное однообразие орудий, входящих в состав одной и той же партии, ставят развитие нашего чугунопушечного производства на высоту, которую оно едва ли достигло ныне в каком-нибудь другом государстве»⁴⁸. Нет никакого сомнения в том, что это весьма красноречивое заявление военного ведомства в первую очередь связано с именем Н. В. Калакуцкого, об этом свидетельствует даже указанный в цитате год.

Несмотря на перегруженность своими многочисленными обязанностями, Н. В. Калакуцкий постоянно стремился к повышению своих знаний и даже поступил в Горный институт в качестве слушателя. Позднее, 29 декабря 1895 г., выступая с речью на заседании Общества горных инженеров, профессор Н. А. Иосса сказал: «Мы можем гордиться и именами наших соотечественников горных инженеров Аносова, Обухова и Воронцова, как и бывшего слушателя Горного института генерала Калакуцкого, составившего себе почетную известность трудами своими в том же направлении»⁴⁹.

⁴⁸ Очерк преобразований в современной артиллерии. СПб., 1878. Т. 1. С. 251.

⁴⁹ Двадцатипятилетие введения мартеновского производства в России. 1870—1895 гг. СПб., 1898. С. 3.

**Успехи Обуховского завода.
Разрывы орудий в России и за границей.
Вставление внутренних труб**

В результате совместных усилий Д. К. Чернова, Н. В. Калакуцкого и других ученых, работавших на Обуховском заводе, качество заводской продукции неуклонно повышалось. Обуховские пушки, экспонированные на ряде всемирных выставок в 70-х годах XIX в., признавались лучшими в мире.

На Венской выставке 1873 г. Обуховский завод демонстрировал 12-дюймовую пушку, оказавшуюся самой большой на выставке. Эта казнозарядная пушка, скрепленная кольцами и весом 2472 пуда при боевом заряде в 126 фунтов призматического пороха, выбрасывала снаряд весом 18 пудов с начальной скоростью 420 м/с, выдерживая давление 4652 ат⁵⁰. Обуховская пушка вызвала всеобщее изумление посетителей и специалистов: «die russische Kanone,— писала одна русская газета,— сделалась весьма популярной. Посетители ходят на нее смотреть, как глазают в Москве на Царь-пушку и колокол Петра Великого: подойдут, попробуют руками, несмотря на запрещение, постараются узнать, не звенит ли, и непременно посмотрят в канал»⁵¹.

Успех орудий Обуховского завода был не случайным. «Пушечное дело на Обуховском заводе,— писал несколько позднее специалист артиллерийского производства,— поставлено удовлетворительно и постепенно совершенствуется», завод ввел технические средства, без которых «немыслимо изготовление рациональным образом громадных орудий современной артиллерии»⁵².

Обуховские 6- и 9-дюймовые орудия с внутренними трубами (лейнерами) пользовались успехом и на выставке 1876 г. в Филадельфии. Интересно, что в число экспонатов, отобранных Военным министерством для отправки в Филадельфию, входил и прибор Н. В. Калакуцкого для измерения внутренних напряжений металла в орудиях. Однако несмотря на приказание ми-

⁵⁰ Русский инвалид. 1873. 26 июля. С. 3.

⁵¹ Там же. 21 окт. С. 5.

⁵² Керн С. Очерк современного состояния пушечного дела за границей // Мор. сб. 1889. № 8, Отд. неофиц. С. 34.

нистра ученый-патриот наотрез отказался отослать в США единственный в мире прибор, имеющий важное научное значение, и сумел добиться отмены приказа⁵³.

Но не успехи обуховских пушек на выставках, как бы велики они ни были, определяли действительное лицо завода. Вполне естественно, что на выставки отправлялись лучшие образцы производства и наряду с русскими пушками там были представлены хорошие пушки и других стран. Настоящая заслуга завода заключалась в высоком качестве орудий массового производства. И здесь-то уж Обуховский завод не имел себе равных во всем мире. «Обуховский завод,— отмечал специальный журнал,— с гордостью может указать, что из 6795 пушек, изготовленных заводом с момента отливки первой пушки в 1864 г. и по 1897 год, ни одна пушка не разорвалась в строю — на службе, а этого нельзя сказать про пушки иностранных флотов»⁵⁴. Все эти орудия проходили через строгие руки Н. В. Калакуцкого, а затем его помощников и учеников.

Особенно показательны опыты Обуховского завода с тяжелыми орудиями. Так, 203-миллиметровое орудие выдержало 730 боевых выстрелов, 229—652 и 280-миллиметровое — 398. Испытания велись при давлении в 2700—3000 ат. Это были лучшие в мире показатели прочности орудий такого калибра⁵⁵. О таких результатах лучшие западноевропейские заводы могли только мечтать.

И неудивительно — ведь многие крупнейшие иностранные державы, даже те, что обогнали Россию по уровню развития промышленности, еще не освоили к 70-м годам производство стальных орудий. Об этом можно судить по положению дел в сталепушечном производстве в некоторых странах мира.

Англия. Еще в начале 60-х годов инженер Армстронг начал здесь опыты со стальными пушками, однако они были неудачны: орудия рвались на испытаниях. Так, летом 1864 г. у стальной 9-дюймовой пушки системы Блекли разорвалось скрепляющее кольцо; осмотр показал, что в месте разрыва металл был насы-

⁵³ ЦГВИА СССР. Ф. 506. Оп. 1. Д. 544. Л. 1, 2, 5, 6.

⁵⁴ Яцыно И. Очерк современной морской артиллерии // Мор. сб. 1898. № 4, Отд. неофиц. С. 132.

⁵⁵ Косылев П. Артиллерийские орудия XIX века... С. 58.

щен крупными раковинами⁵⁶. Тогда же разорвалось и крупнейшее в Англии 12³/₄-дюймовое чугунное орудие. Неудачи заставили Армстронга оставить работы со стальными пушками и перейти к производству железных орудий. Орудия Армстронга получили широкую известность и всячески расхваливались официальными деятелями английского артиллерийского ведомства.

Однако на деле железные пушки Армстронга были весьма далеки от приписываемых им качеств. Как известно, в конце 50-х годов Бессемер предложил для изготовления орудий изобретенный им способ производства стали. Но Артиллерийское ведомство отклонило его предложение. По свидетельству Бессемера, «орудия системы Армстронга по предположениям артиллеристов (в чем они уверяли и других) есть совершенство, и разрыв подобных орудий немыслим. Многие неудачи и разрывы таких орудий или скрывались от публики или объяснялись хитросплетенными гипотезами. Получение колец и труб с трещинами было делом самым обыкновенным. Изготовление орудий шло ощупью. Сами артиллеристы не знали, каких качеств должно требовать от металла, назначенного для орудия» [64. С. 322].

Такова была безрадостная картина состояния артиллерийского производства в Англии к 70-м годам. В 1879 г. на английском броненосце «Thunderer» произошел разрыв 12-дюймового 38-тонного орудия так называемой вувлической системы, считающейся наиболее надежной в английском флоте. Орудие было изготовлено в 1875 г. из железных кованных полос, скрепленных кольцами, и испытано 50 выстрелами. Разрыв произошел впереди цапф, и дульная часть улетела за борт; при разрыве было убито 10 человек и ранено 32. Эта катастрофа, происшедшая в момент, когда пребывание английского флота в Мраморном море имело политическое значение, вызвала весьма оживленную реакцию в официальных сферах и в обществе и подорвала веру в английскую артиллерию⁵⁷.

Между прочим, интересно отметить, что в середине 70-х годов некоторые английские артиллеристы призывали отказаться от системы Армстронга и перейти к

⁵⁶ Артиллерийский журнал. 1864. № 9, Отд. неофиц. С. 377.

⁵⁷ Морской сборник. 1879. № 2, Отд. неофиц. С. 171–182; № 3, Отд. неофиц. С. 157–166; № 6, Отд. неофиц. С. 15–46.

стальным казнозарядным орудиям, принятым на вооружение в России. Например, когда в 1875 г. в английской палате общин горячо обсуждался вопрос о вооружении английской артиллерии, большое впечатление произвело выступление капитана Нолэна — одного из видных деятелей английского артиллерийского ведомства. Указывая на превосходство орудий, заряжающихся с казенной части, он сослался в качестве главного доказательства своего мнения на хорошие качества русских стальных пушек и призвал Англию последовать примеру России в перевооружении артиллерии казнозарядными орудиями⁵⁸. После взрыва на «Thunderer» начались новые опыты над стальными пушками, и только в 80-х годах завод Витворта и другие наладили выпуск стальных орудий из мартеновской стали⁵⁹.

Франция. Опыты по производству стальных орудий велись в 1863 г. на заводе «Petit et Gandet», но за два года разорвались 24 пушки, и исследования были прекращены. В войну 1870—1871 гг. Франция вступила с бронзовыми и чугунными пушками. Только в 1873 г. Шнейдер, владелец завода в Крезе, получив заказ на стальные орудия, приступил к систематическим испытаниям орудийной стали. Одновременно в Бурже проводились опытные отливки пушек из фосфористой бронзы по способу Ухадиуса — Лаврова. В апреле 1874 г. Французский артиллерийский комитет признал превосходство стали над бронзой и решил принять сталь в качестве орудийного металла для новой системы пушек, которые, впрочем, также не отличались прочностью⁶⁰.

Австрия. Почти вплоть до самой империалистической войны 1914—1918 гг. на вооружении австрийской армии были бронзовые орудия⁶¹.

Италия в 70-х годах не имела собственного пушечного производства и покупала пушки в Англии и Пруссии. В 1880 г. на итальянском броненосце «Дуилио» на 25-м выстреле разорвалось 100-тонное 18-дюймовое орудие, изготовленное на заводе Армстронга⁶².

⁵⁸ Русский инвалид. 1875. 21 июня. С. 3—4.

⁵⁹ Керн С. Очерк современного состояния пушечного дела за границей // Мор. сб. 1889. № 8, Отд. неофиц. С. 28.

⁶⁰ Забудский Г. А. Производство стальных орудий во Франции. СПб., 1887. С. 13—14.

⁶¹ Военная энциклопедия. СПб., 1911. Т. 3. С. 102.

⁶² Артиллерийский журнал. 1880. № 8, Отд. неофиц. С. 941—943.

Соединенные Штаты Северной Америки. В период гражданской войны 1861—1865 гг. разрывы американских чугунных орудий были очень часты. Продолжались они и в последующие годы. Из приведенной ниже таблицы видно, сколько американских тяжелых орудий различных систем и калибров разорвалось или пришло в негодность после небольшого количества выстрелов за период с 1861 по 1869 г.⁶³

| Число орудий | Калибр | Система |
|--------------|-----------------|---------------------|
| 1 | 300-фунтовые | |
| 5 | 200 » | |
| 15 | 150 » | Паррота |
| 60 | 100 » | |
| 2 | 30 » | |
| 18 | 15-дюймовые | Родмана |
| 11 | 10 и 12 » | |
| 3 | 11 » | Дальгрена |
| 25 | Разных калибров | Дальгрена и Родмана |

Таким образом, за 8 лет США лишились в результате разрывов 140 орудий, причем в основном большого калибра. Эта потеря стоила миллионы долларов и жизни десятков людей.

В течение продолжительного времени американское артиллерийское ведомство тщетно билось над улучшением чугунных пушек системы Паррота, и только с начала 80-х годов морское ведомство в Вашингтонском арсенале стало изготавливать стальные орудия от 5 до 10-дециметрового калибра, но в ограниченном количестве. В сентябре 1887 г. конгресс решил предоставить американским заводам пробный заказ на 15-сантиметровые орудия из литой стали: одно — из бессемеровской стали, второе — из мартеновской, третье — из тигельной. Однако первое же опытное орудие разорвалось после нескольких выстрелов⁶⁴. В конце 1888 г. на Питтсбургском заводе с особой тщательностью было изготовлено второе стальное орудие. При испытании на полигоне новая 6-дюймовая пушка разорвалась на вто-

⁶³ Морской сборник. 1871. № 4, Отд. неофиц. С. 124—125.

⁶⁴ Керн С. Очерк... С. 33—35.

ром выстреле, причем сила взрыва была настолько велика, что казенная часть вместе с замком была отброшена на 40 м назад⁶⁵. Все это свидетельствовало о том, что в артиллерийском производстве США намного отставали от России и других крупных европейских государств.

Германия. Пруссия была первой страной в Западной Европе, освоившей сталепушечное производство. В 1855 г. завод Круппа в Эссене начал выпускать стальные пушки, и вскоре фирма Круппа стала поставщиком стальных пушек не только для Пруссии, но и для других государств Европы. Объявив себя мировым монополистом, Крупп окружил свое производство глубокой тайной. Еще в 1865 г. французский артиллерист Тюрбан, посетивший заводы Круппа, видел там недвусмысленное объявление: «Г-н директор просит гг. посетителей не задавать провожающим вопросов сверх даваемых им объяснений, чтобы не вынуждать его на неприятность отказа»⁶⁶. Тот же «дух тайны» царил на заводах Круппа и спустя 20 лет, когда Крупп при всем своем желании не мог уже считать себя монополистом производства стальных орудий. В феврале 1886 г. корреспондент брюссельской газеты сообщал: «Вход в завод Круппа запрещен всем металлургам, всем заводчикам, всем ученым, всем инженерам». Наряду с этим, по словам корреспондента льежской газеты, «Крупп никогда не стеснялся посылать своих инженеров на чужие заводы, не допуская к себе никого». Если же Крупп и принимал специалистов, то, пытаясь создать легенду о каком-то секрете производства и таинственном искусстве своих мастеров и рабочих, показывал им такие способы работы, которые не допускают ни анализов, ни проверочных опытов. Точных сведений об изготовлении стволов и выплавке пушечной стали, на заводах Круппа, таким образом, не имелось. Истинная причина этого факта заключалась прежде всего в том, что в способе производства крупновских пушек на самом деле не было ничего нового, не известного русским артиллеристам, а так как пушки Круппа в отношении своей прочности были далеко не безупречными, то Круппу было выгодно и даже необходимо держать свои недостатки и ошибки

⁶⁵ Морской сборник. 1889. № 2, Мор. хроника. С. 39.

⁶⁶ *Левицкий М.* Вопрос о пушечной стали за границей // Горн. журн. 1886. № 8. С. 301.

в секрете, чтобы не разоблачить себя⁶⁷. Но добиться этого было нелегко — ведь многие случаи разрывов крупновских пушек становились известны всему миру.

Первые испытания крупновских пушек, экспонированных на Парижской выставке 1855 г., привели к неудаче. В дальнейшем учебные стрельбы часто приводили к совершенно неожиданным разрывам орудий⁶⁸. В 1865 г. в Пруссии разорвались 8¹/₂-дюймовая пушка после 96 выстрелов, 9-дюймовая пушка после 410 выстрелов, 9¹/₂-дюймовая пушка после 66 выстрелов. В 1866 г. разрыв полевого орудия на службе привел к гибели трех кадетов. В австро-прусской войне крупновские 4-фунтовые стальные пушки часто рвались на поле боя. В результате многие прусские артиллеристы, пытаясь вновь заменить сталь другим металлом, начали опыты над бронзовыми орудиями⁶⁹. В 1869 г. после 650 выстрелов разорвалось 8-дюймовое орудие. После окончания франко-прусской войны 1870—1871 гг. 200 стальных орудий, участвовавших в войне, были признаны негодными. В 1872 г. разорвалось (после 557 выстрелов) 15-фунтовое орудие, в 1876 г. — одно 9³/₄-дюймовое и одно полевое орудие. В 1878 г. на пятидесятом выстреле разорвалось 240-миллиметровое орудие, погибло несколько человек. В 1879 г. большой резонанс вызвал разрыв 240-миллиметровой полевой пушки Круппа на броненосце «Repowin». Это изготовленное в 1875 г. орудие разорвалось на 241 выстреле, причем взрыв отбросил переднюю часть ствола с пятью скрепляющими кольцами на 100 м в море, а заднюю часть с четырьмя скрепляющими кольцами и вместе с замком — к противоположному борту корабля. Было много убитых и раненых. Причина разрыва — наличие в канале ствола раковин и бороздок, превратившихся вследствие процесса разгорания в трещины⁷⁰.

Нередки были случаи разрывов крупновских орудий и в России. В 1866 г. разорвалось (после 56 выстрелов) 9-дюймовое орудие, в 1868 г. — 8-дюймовое и

⁶⁷ Там же.

⁶⁸ Труды комиссии по изучению архива Д. К. Чернова при Русском металлургическом обществе. Пг., 1923. С. 70.

⁶⁹ Артиллерийский журнал. 1866. № 9, Отд. неофиц. С. 320; Записки Русского технического общества. 1867. № 4. С. 225.

⁷⁰ Морской сборник. 1879. № 9, Отд. неофиц. С. 101—104; Артиллерийский журнал. 1880. № 5, Отд. неофиц. С. 230.

11-дюймовое, причем в обоих последних случаях были человеческие жертвы⁷¹. Поначалу причины разрывов этих орудий не всегда достоверно устанавливались. Положение изменилось после нашумевшего разрыва 11-дюймовой пушки Круппа на форте «Константин» в Кронштадте 29 сентября 1871 г. Для выяснения причин этого разрыва, происшедшего после первого выстрела, Морское министерство создало особую комиссию, в состав которой вошел и Н. В. Калакуцкий⁷². Он установил, что разрыв орудия произошел от местного порока в дульной части — «едва заметного луча трещины-волосовины». По мнению Н. В. Калакуцкого, порочные крупновские орудия попадают к нам потому, что русское правительство покупает эти пушки без тщательного контроля их качеств, довольствуясь принятой на заводах Круппа системой проверки. Н. В. Калакуцкий требовал от русского артиллерийского ведомства оградить отечественную артиллерию от подобных случаев, введя дополнительную пробу крупновских пушек.

«Мы не знаем,— писал он,— что в этом отношении предпримет артиллерийское ведомство; полагаем, однако же, что меры к ограждению от подобных разрывов всегда могут быть приисканы...; из факта разрыва 11-дюймовой пушки вытекает необходимость распространить на доставленные от Круппа орудия некоторые из поставленных нашим заводам правила исследования металла».

В чем причина столь частых разрывов крупновских орудий на службе? Прежде всего в несовершенстве технологического процесса производства стальных орудий и в недостаточном контроле приемщиков. Сведения о механических испытаниях орудийного металла на крупновских заводах весьма скудны⁷³. Только в начале 80-х годов Крупп ввел такие испытания, но программа их существенно отличалась от принятой Обуховским заводом. Например, у Круппа не испытывался металл скрепляющих колец⁷⁴, в то время как такие кольца должны обладать особой прочностью.

⁷¹ *Левицкий М.* Вопрос о пушечной стали... С. 30.

⁷² Результаты работ комиссии и личное мнение Калакуцкого приведены в его статье [13].

⁷³ *Забудский Г. А.* Производство... С. 13—14.

⁷⁴ Отчет Морского технического комитета за 1887 г. СПб. 1888. С. 73.

Таким образом, Обуховский завод как по принятой системе механических испытаний орудийного металла, так и по прочности своих пушек шел впереди всех иностранных артиллерийских заводов, не исключая и прославленного в Западной Европе завода Круппа. И большой вклад в успех завода наряду с Д. К. Черновым и А. В. Гадолиным, разработавшими теорию скрепления орудий кольцами, внес Н. В. Калакуцкий.

В 30-х годах XX в. в ряде стран Западной Европы было введено в качестве новинки лейнерование орудий⁷⁵. Процесс лейнерования, способствующий повышению живучести орудия, заключается в том, что в канал ствола вставляется в холодном виде внутренняя стальная труба — лейнер, причем между ним и стволом сохраняется зазор от 0,02 до 0,1 мм. Введение лейнерования орудий представляло собой важное усовершенствование в их производстве и эксплуатации: тонкая внутренняя труба, сделанная из хорошо обработанной стали, препятствовала быстрому образованию выгораний в канале ствола; а когда лейнер приходил, в конце концов, в негодность, то его заменяли новым без доставки орудия на завод. Таким образом, живучесть орудия сохранялась на долгий срок.

Но то, что в иностранных армиях в 30-х годах XX в. считалось последним словом техники, на самом деле имело свою более чем полувековую историю. Дело в том, что еще в 70-х годах XIX в. Обуховский завод впервые в мире выпускал орудия с лейнерами. Кроме этого, в целом ряде случаев на заводе применялась вставка внутренних труб в старые орудия, подвергшиеся сильному разгоранию и ставшие негодными для дальнейшей службы. Особенно часто так «лечили» крупновские пушки, весьма восприимчивые к разгару. В таких случаях обычно менялся и калибр орудия. Например, в 1881 г. на завод была доставлена 9-дюймовая береговая пушка крупновского завода, в канале ствола которой после 800 выстрелов образовались продольные волосные трещины. Под руководством Н. В. Калакуцкого канал орудия рассверлили и вставили внутреннюю трубу, причем одновременно был удлинен сам ствол орудия, и крупновская пушка пре-

⁷⁵ Швиннинг В. Конструкция и материал стволов огнестрельного оружия. Перев. с нем. Л.: Арт. акад. РККА им. Дзержинского, 1937. С. 78.

вратилась в орудие системы 1877 г. Эта операция обошлась в 6700 рублей⁷⁶. В марте 1882 г. Обуховский завод принял заказ на исправление 11-дюймового орудия Круппа, которое получило трещины при стрельбе на полигоне и не могло быть отправлено на службу. Пушка была исправлена вставкой лейнера⁷⁷.

Еще ранее, в 1876 г., Н. В. Калакуцкий представил в Артиллерийское отделение Морского технического комитета доклад об испытании двух 8-дюймовых пушек Обуховского завода [26]. Одно из этих орудий (№ 171) по рекомендации Н. В. Калакуцкого было превращено путем вставки внутренней трубы в 9-дюймовое. В том же году в обуховскую 9-дюймовую пушку, имевшую большой разгар, была вставлена внутренняя труба и произведено 455 боевых выстрелов. Пушка выдержала эти испытания вполне удовлетворительно⁷⁸.

В 1874 г. в Петербург была доставлена 8-дюймовая стальная скрепленная кольцами пушка Круппа. После 122 выстрелов в двух местах канала ствола орудия обнаружались раковины. Пушку вернули Круппу, но тот после осмотра заявил что орудие вполне пригодно к стрельбе. После того, как пушка вновь была прислана в Кронштадт, ее осмотрел Н. В. Калакуцкий и допустил на службу лишь после вставки лейнера⁷⁹. Таких фактов можно привести много.

В течение почти полутора десятка лет на Обуховском заводе вставлялись в орудия внутренние трубы в холодном виде и с зазором. Но в 1885 г. Особая комиссия артиллеристов предложила заводу отказаться от этого способа и вставлять внутренние трубы с натяжением. Администрация завода категорически возражала против этого и всячески указывала на преимущества своего способа, но в конце концов была вынуждена подчиниться приказу. С 1885 г. все русские орудия изготовлялись с внутренними трубами, вставленными с натяжениями⁸⁰.

Между тем Н. В. Калакуцкий пытался еще раз

⁷⁶ ЦГВИА СССР. Ф. 504. Оп. 9. Д. 92. Л. 26, 26 об., 135, 135 об.

⁷⁷ Там же. Л. 146–148.

⁷⁸ Отчет Артиллерийского отделения Морского технического комитета за 1876 г. СПб., 1877. С. 56, 106.

⁷⁹ Артиллерийский журнал. 1875. № 3, Отд. неофиц. С. 193–194.

⁸⁰ Отчет Артиллерийского отделения... за 1885 г. СПб., 1886. С. 258; Отчет Морского технического комитета за 1888 г. СПб., 1889. С. 279.

убедить официальных деятелей в преимуществе лейнерованных орудий Обуховского завода перед английскими сплошными орудиями [31. С. 85—86]. Несколько позже артиллерийский офицер, инспектировавший Кронштадтский порт, доносил, что 11-дюймовые орудия без внутренних труб оказывались негодными вследствие больших выгораний уже после 60—70 выстрелов⁸¹. Но все было напрасно: запрет на лейнерование русских пушек, вопреки здравому смыслу, был наложен царскими бюрократами прочно. Отметим, что в своих лекциях по сталелитейному делу, прочитанных в Артиллерийской академии и изданных в 1898 г., Д. К. Чернов также указал на преимущества лейнеров перед внутренними трубами, вставляемыми с натяжением в разогретый ствол⁸².

Н. В. Калакуцкий принимал непосредственное участие в разработке и освоении способа лейнерования, применявшегося на Обуховском заводе. Он практически руководил этими работами и защищал принцип лейнерования в печати и в Артиллерийском комитете. Сама идея лейнерования появилась лишь тогда, когда явление разгорания каналов орудий приняло угрожающие размеры. И первым ученым, изучившим это явление, был Н. В. Калакуцкий. Им он занялся уже с самого начала работы на Обуховском заводе, когда в отчете за 1873 г. потребовал расширить опыты по определению причин разгорания и его характера.

В 1876 г. Н. В. Калакуцкий, как уже отмечалось, представил в Морской технической комитет подробный отчет о своих опытах над 8-дюймовой пушкой № 171 Обуховского завода, в котором показал механизм образования разгара в обуховской пушке, а также отметил разницу между характером разгара крупновских и обуховских орудий. Если в крупновских пушках выгорания, как правило, переходили в глубокие трещины, то разгар в обуховских пушках не носил такого злокачественного характера. Н. В. Калакуцкий указал, что большое значение имело место канала ствола, где развиваются разгорания. В камере лучи разгара очень опасны, так как в них могут попадать и задерживать-

⁸¹ Отчет Морского технического комитета за 1893 г. СПб., 1894. С. 126.

⁸² Д. К. Чернов и наука о металлах. Л.; М.: Metallurgizdat, 1950. С. 537—538.

ся куски зарядной ткани, что может быть причиной преждевременного выстрела. В этом случае Н. В. Калакуцкий рекомендовал вставлять внутреннюю трубу уже после 250 выстрелов. При разгорании же в начале нарезов с мало удлиняющимися лучами он считал возможным проделать эту операцию только после 600 выстрелов. Но если лучи разгара при этом будут быстро удлиняться, то, по мнению ученого, трубу следует вставить также после 250 выстрелов. На основании своих опытов Н. В. Калакуцкий рекомендовал вернуть пушку № 171 на службу, вставив в нее внутреннюю трубу. Морской технический комитет согласился с его доводами.

Продолжая наблюдения над разгаром стволов, Н. В. Калакуцкий пришел к выводу, что повреждения поверхности каналов стволов увеличиваются при «сильно развитом кристаллическом сложении стали во внутренних слоях орудия, невысоком абсолютном сопротивлении металла разрыву и малом окончательном удлинении»⁸³. Для проверки его вывода было взято 11-дюймовое орудие № 637, металл которого отличался этими признаками. В ходе опыта в этом орудии, действительно, стали быстро развиваться лучеобразные выгорания, и уже после 100 выстрелов в него пришлось вставлять внутреннюю трубу. После этого Артиллерийский комитет признал необходимым «при стрельбе из крупнокалиберных стальных орудий обращать особое внимание на появление разгара и следить за его развитием»⁸⁴.

О необходимости участия Н. В. Калакуцкого в работах по лейнерованию говорилось и в специальном приказе генерал-фельдцейхмейстера, который просил администрацию завода «разрешить полковнику Калакуцкому принять участие во всех опытах по этому предмету». Большие заслуги Н. В. Калакуцкого в деле введения лейнерования в отечественном сталепушечном производстве отмечали и его коллеги на Обуховском заводе⁸⁵.

⁸³ Артиллерийский журнал. 1880. № 5, Отд. офиц. С. 230.

⁸⁴ Там же. № 11, Отд. офиц. С. 680–681.

⁸⁵ *Колчак В.* Современное стальное дело... С. 24–26.

**Русско-турецкая война 1877—1878 гг.
Участие Н. В. Калакуцкого в работе Комиссии
по перевооружению полевой артиллерии**

Весной 1877 г. началась русско-турецкая война. Россия вступила в эту войну неподготовленной как в политическом и стратегическом, так и в материально-экономическом отношении. К началу русско-турецкой войны перевооружение армии так и не было закончено. Это объяснялось прежде всего экономической отсталостью самодержавно-дворянского государства и, в частности, его неспособностью организовать казенную военную промышленность на новых началах вольнонаемного труда. В войне 1877—1878 гг. ярко проявилось характерное для царской России противоречие между огромными творческими достижениями русских ученых и техников и неспособностью и нежеланием правительства претворить их в жизнь.

Касалось это и артиллерии. Хотя еще в 1872 г. в России испытывались дальнобойные стальные орудия и были разработаны их образцы, успешно выдержавшие испытания, они не были приняты на вооружение, и русская армия вступила в войну с устаревшей полевой артиллерией⁸⁶. Уже первые бои показали, что если тяжелые крепостные, осадные и морские орудия были вполне надежны и превосходили по своим качествам иностранные образцы, то полевая артиллерия остро нуждалась в немедленном оснащении ее легкими стальными орудиями, которые имели бы больший радиус действия. Поэтому в срочном порядке был утвержден для перевооружения образец дальнобойной полевой пушки 1877 г., который фактически был создан талантливым артиллеристом В. С. Барановским еще в начале 70-х годов. Пушки образца 1877 г. обладали большой по тому времени начальной скоростью (400—450 м/с), в зарядах употреблялся медленно горящий порох повышенной плотности, снаряды имели медные ведущие пояски, введена была прогрессивная нарезка канала ствола и т. д. Для перевооружения армии орудиями нового образца в августе 1877 г. была создана Комиссия по перевооружению полевой артиллерии под председательством генерала А. А. Баранцо-

⁸⁶ Пузыревский А. Русская армия перед войной 1877—1878 гг. СПб., 1889. С. 35.

ва; управляющим делами комиссии был назначен А. С. Лавров⁸⁷.

Главное артиллерийское управление привлекло к выполнению важнейшей задачи перевооружения артиллерии лучших специалистов. Призванный в комиссию представитель Обуховского завода заявил, что новые дальнобойные орудия надо делать с внутренними трубами, без наружного крепления кольцами и с одной камерой для снаряда и заряда⁸⁸. Требование завода было принято комиссией. Особым постановлением комиссии от 17 ноября 1877 г. Н. В. Калакуцкому было предложено составить инструкцию для приема новых орудий⁸⁹. Принимая назначение, Н. В. Калакуцкий потребовал, чтобы завод еще до составления инструкции ставил на всех дисках, отрезаемых от орудийных труб и стволов, клейма, соответствующие номерам орудий (до и после «отжига их в масле»), и чтобы все эти диски передавались ему для испытаний; то же относилось и к цилиндрам, высверливаемым из клиновых отверстий. Все требования Н. В. Калакуцкого были приняты комиссией. Завод приступил к выполнению заказа на 1700 орудий. «Для общего наблюдения за приготовлением на Обуховском заводе орудий, механическим испытанием образцов их металла, пороховой пробой и приемом» комиссия по перевооружению назначила полковника Н. В. Калакуцкого⁹⁰.

Отныне права и обязанности Н. В. Калакуцкого расширились. Завод перешел на круглосуточную работу, и Калакуцкий добивался расширения штата приемщиков и браковщиков, а также увеличения жалованья своим подчиненным⁹¹. Он конструировал новые приборы для испытания металла, вносил ряд рационализаторских предложений, сокращающих время испытаний дальнобойных пушек, срочно требующихся на театре военных действий. Ежемесячно Н. В. Калакуцкий посылал в комиссию отчеты о ходе работ на Обуховском заводе⁹². Принципиальность, добросовестность и настойчивость ученого ограждали отечественную ар-

⁸⁷ ЦГВИА СССР. Ф. 514. Оп. 1. Д. 3. Л. 14.

⁸⁸ Там же. Д. 4. Л. 5.

⁸⁹ Там же. Л. 140–145.

⁹⁰ Там же. Д. 23. Л. 19, 19 об.

⁹¹ Вестник общества технологов. 1914. № 23. С. 849.

⁹² ЦГВИА СССР. Ф. 514. Оп. 1. Д. 23. Л. 7, 9, 14–16, 39.

тиллерию от проникновения в нее недоброкачественных орудий.

В борьбе за лучшее качество русских пушек Н. В. Калакуцкий, ставший к этому времени старшим артиллерийским приемщиком Главного артиллерийского управления, не оставлял без внимания ни одного недостатка, а сомнительные орудия не допускал на службу⁹³. Так, в октябре 1879 г. он внес на рассмотрение Артиллерийского комитета вопрос о недостатках выпущенных пушек. В итоге комитет (в состав которого входили такие авторитеты, как А. В. Гадолин, Н. В. Маиевский, И. А. Вышнеградский) по предложению Н. В. Калакуцкого забраковал 21 легкую полевую пушку и одну 9-дюймовую мортиру⁹⁴. Причина столь большого брака оказалась довольно простой: завод не смог предоставить в распоряжение Н. В. Калакуцкого «необходимого количества свободных станков для подготовки образцов металла, и в некоторых орудиях металл не подвергался механическим испытаниям». То же самое произошло и с орудиями для флота. В связи с тревожными сообщениями Н. В. Калакуцкого артиллерийское отделение Морского технического комитета потребовало от Обуховского завода «принять все меры к своевременному приготовлению образцов металла от орудий», а в случае затруднений предложил заводу обратиться за помощью к другим предприятиям. В документе подчеркивалось, что «...невыполнение этого весьма существенного требования может быть причиной важных последствий»⁹⁵.

Несмотря на напряженную работу, Обуховский завод не мог в короткий срок справиться со срочным заказом: правительство оказалось не в силах предоставить заводу средства и технические возможности для соответствующего расширения и перестройки. В итоге Главное артиллерийское управление было вынуждено предоставить некоторые заказы Крупну⁹⁶. И тем не менее к концу 1879 г. Обуховский завод выполнил значительную часть заказа, рассчитанного на трехлетний срок. Н. В. Калакуцкий мог подвести итоги своей ра-

⁹³ Там же. Л. 1—46.

⁹⁴ Артиллерийский журнал. 1881. № 2, Отд. офиц. С. 937—941.

⁹⁵ Отчет Артиллерийского отделения... за 1879 г. СПб., 1880. С. 31—32.

⁹⁶ ЦГВИА СССР. Ф. 514. Оп. 1. Д. 23. Л. 39—41; Очерк преобразований в современной артиллерии. СПб., 1889. Т. 2. С. 149.

боты. Он обобщил их в отчете о наблюдении за приготовлением дальнобойных орудий, который был рассмотрен и одобрен Особой комиссией под председательством А. В. Гадолина⁹⁷.

В декабре 1879 г. Н. В. Калакуцкий был командирован за границу для ознакомления с работой артиллерийских и оружейных заводов. Там он провел несколько месяцев, причем большую часть времени — во Франции на заводах Тер-Нуар, Сен-Шамон и др. Н. В. Калакуцкий не только осматривал французские заводы, но и оказывал им помощь в производстве артиллерийских орудий. В феврале 1881 г. Н. В. Калакуцкий был награжден офицерским крестом ордена Почетного легиона⁹⁸. Так французское правительство оценило помощь русского ученого, а также и его заслугу в разработке проблемы порохового давления в ружейных стволах⁹⁹.

С конца 70-х годов Н. В. Калакуцкий приобрел международную известность. Его статьи переводились на иностранные языки, крупнейшие зарубежные заводы, в том числе и предприятия Круппа, систематически обращались к Н. В. Калакуцкому за консультацией. Так, в 1887 г. французские заводы, получившие правительственный заказ, пытались освоить производство трехлинейного магазинного ружья системы Лебеля, но натолкнулись на непреодолимые трудности при определении порохового давления в канале ствола. Французские специалисты были вынуждены обратиться за помощью к Н. В. Калакуцкому. Результаты его участия в разрешении этого вопроса были отмечены даже в современных ему французских учебниках для высшей школы [65].

Особая комиссия артиллеристов 1883—1884 гг. Отставка Н. В. Калакуцкого от военной службы

Участившиеся случаи разрывов крупнокалиберных морских орудий на службе за границей и ряд невыясненных вопросов производства этих орудий в России

⁹⁷ ЦГВИА СССР. Ф. 514. Оп. 1. Д. 28. Л. 18, 18 об.

⁹⁸ Там же. Ф. 114. Оп. 1. Д. 18. Л. 310; Ф. 400. Оп. 134/756. Д. 136. Л. 23; Артиллерийский журнал. 1889. № 12. С. 9.

⁹⁹ В России Н. В. Калакуцкий имел ордена: Станислава 3-й и 2-й степени, Владимира с бантами 4-й и 3-й степени, Анны 3-й и 2-й степени (ЦГВИА СССР. Ф. 400. Оп. 12. Д. 14942. Л. 14).

привели к необходимости созыва при Морском министерстве в 1883—1884 г. Особой комиссии артиллеристов. В ее состав вошли А. В. Гадолин, Н. В. Маиевский, А. А. Колокольцов, Р. Н. Мусселиус, Д. К. Чернов, Н. В. Калакуцкий, В. И. Колчак и другие специалисты. Морское министерство предложило комиссии «высказать свои мнения о том, какого рода должны быть произведены опыты, дабы определить невыясненные причины тех повреждений, какие явились в последнее время в морских орудиях»¹⁰⁰.

Прежде всего комиссии предстояло выяснить действительные причины образования трещин в каналах 11- и 12-дюймовых пушек, предназначенных для флота. Этот вопрос разрабатывал Н. В. Калакуцкий. Еще в 1881 г. на основании своих исследований над металлом поврежденных орудий Круппа он пришел к выводу, что металл в этих орудиях вполне доброкачественен, а причиной образования в них трещин является действие внутренних напряжений. Н. В. Калакуцкий, обращаясь к комиссии, указал на необходимость «определения внутренних напряжений, так как, зная их величину и характер, можно будет найти средства для увеличения прочности орудий». Поэтому он предлагал начать исследования внутренних напряжений не только в стволах поврежденных при стрельбе пушек, но и в стволах, не подвергавшихся пороховой пробе, и в цилиндрах, сделанных из орудийного металла.

Комиссия приняла предложение Н. В. Калакуцкого. В его распоряжение был предоставлен 6-дюймовый орудийный ствол и поставлены следующие задачи: 1. Проверить, нет ли в стволах наших орудий вредных внутренних напряжений. 2. Разъяснить влияние внутренних напряжений на прочность орудий. 3. Выяснить зависимость проявлений внутренних напряжений от механических качеств металла и условий его обработки. Спустя несколько месяцев Н. В. Калакуцкий представил в комиссию результаты первой серии опытов по изучению внутренних напряжений в орудийных стволах.

Эти результаты он изложил в работе «Отчет, представленный Николаем Вениаминовичем Калакуцким об опытах по исследованию внутренних напряжений и

¹⁰⁰ Отчет Артиллерийского отделения... за 1885 г. СПб., 1886. С. 245.

свойств стали в орудиях», в которой, в частности, подчеркнул, что «факт существования в стальных орудиях внутренних напряжений можно считать вполне доказанным» [33. С. 314]. Н. В. Калакуцкий видел задачу исследования не только «в определении характера внутренних напряжений, но и в том, чтобы сделать эти напряжения полезными». В итоге предпринятой работы он показал:

1. В кованом и неотожженном клиновом утолщении ствола существуют вредные внутренние напряжения. Исследование внутренних напряжений в рассматриваемом диске было произведено при последовательном снятии один за другим его наружных слоев, полученные результаты наглядно доказывали, что «если в стенке орудия существуют вредные внутренние напряжения, то от стягивания наружной поверхности они уменьшаются».

2. Несмотря на значительное изменение механических свойств стали от «отжига в масле», внутренние напряжения остались, как прежде, вредными, но в «отожженном» стволе влияние внутренних напряжений стало меньше.

3. При существующих условиях и способах фабрикации во всех стальных орудиях некоторых отечественных заводов существуют вредные напряжения, — по крайней мере, считал Н. В. Калакуцкий, это можно утверждать относительно орудий средних и больших калибров [33. С. 314—315].

«Для каждого сталепушечного завода, — писал он, — всегда важно знать, что в металле его орудий существуют внутренние силы. Задача техники будет заключаться в том, чтобы воспользоваться этими силами для увеличения сопротивлений орудий — а это вполне возможно и достижимо. Несомненно, что условия ныне существующей фабрикации орудий должны измениться, а вместе с тем должны измениться и расчеты, касающиеся конструктивных данных, как-то: определение стягивания орудий кольцами и вычисление сопротивления орудий. И пока вопрос о внутренних напряжениях не будет изучен вполне, пока выводы, полученные путем такого изучения, не будут применены техникой к делу орудий, — до тех пор нельзя с уверенностью рассчитывать на прочность орудий больших калибров, составленных из скрепленных кольцами толстостенных стволов» [33. С. 315]. Это был

Призыв к специалистам сталепушечных заводов, к представителям артиллерийской и металлургической наук, к руководителям русского артиллерийского ведомства.

Вследствие недостатка времени, и особенно средств, Н. В. Калакуцкий не смог продолжить исследования. Он и сам в заключение работы подчеркивал, что поставленная задача полностью еще не решена из-за отсутствия «соответствующих возможностей». Однако сделанные им выводы имели большое значение. В то время как за рубежом вопрос о внутренних напряжениях металла еще даже не ставился, первые работы Н. В. Калакуцкого в этой области закладывали прочную основу теории внутренних напряжений в стали. Комиссия вынесла по докладу Н. В. Калакуцкого специальное решение, в котором, в частности, говорилось: «Для устранения возможности внезапного образования трещин на стенках каналов (недостатка общего как орудий Обуховского завода, так и Крупновских заводов, положительно не зависящего от прочности орудий) следует принять все меры для ускорения изложенных здесь изысканий над определением внутренних натяжений, имея при этом в виду выработать и технические условияковки и отжига стволов, при которых могут быть развиты полезные натяжения в различных слоях орудийных стволов»¹⁰¹.

Значительная часть этих вопросов была блестяще разрешена Н. В. Калакуцким в книге «Исследование внутренних напряжений в чугунах и стали» [34]. И можно смело утверждать, что именно благодаря усилиям Н. В. Калакуцкого официальные круги признали важность внутренних напряжений для производства и службы артиллерийских орудий и необходимость продолжения исследований в этой области. «Внутренние напряжения,— отмечалось в одном из отчетов Артиллерийского отделения Морского технического комитета,— имеют весьма важное значение для прочности пушек. В настоящее время вопрос этот обратил на себя особое внимание, для разрешения его проводятся опыты, а потому весьма желательно установить на Обуховском заводе компаратор генерал-майора Калакуцкого, чтобы была возможность производить необходимые испытания на месте, отчего значительно уско-

¹⁰¹ Там же. С. 438.

ряется дело»¹⁰². Однако эти и последующие исследования Н. В. Калакуцкий проводил, находясь уже на гражданской службе.

Следует сказать, что, вернувшись в 1880 г. из зарубежной командировки, Н. В. Калакуцкий продолжал работать в Петербурге на Обуховском заводе в той же должности. Он по-прежнему интересовался не только производственными делами. Его рапорты тех лет в Главное артиллерийское управление часто содержали просьбы об увеличении жалования подчиненным — приемщикам и браковщикам, но чиновники из управления систематически отвечали отказом¹⁰³. В мае 1884 г. полковник Н. В. Калакуцкий подал рапорт об отставке. В октябре того же года правительство уволило Н. В. Калакуцкого в отставку. Принимая во внимание более чем 35 летнюю службу Н. В. Калакуцкого, «в продолжение которой он своими разносторонними познаниями и неустанными своими трудами принес большую пользу службе», ему присвоили очередной воинский чин — генерал-майора артиллерии.

Однако при этом Н. В. Калакуцкому была назначена скудная пенсия — 860 рублей в год (на службе он ежегодно получал 5074 рубля). Более того, с него предварительно взяли подписку в том, что он обязуется «никогда не обращаться в казну с просьбами о дополнительном содержании»¹⁰⁴. Отставкой Н. В. Калакуцкого царское правительство как бы подчеркивало, что талантливый ученый, автор ряда важнейших работ по металлургии стали и технологии артиллерийского производства был больше не нужен русской армии.

Имеющиеся в нашем распоряжении материалы, к сожалению, недостаточны для выяснения истинных причин отставки Н. В. Калакуцкого. Во всяком случае ее вряд ли можно считать случайной: правительство и в особенности так называемая немецкая партия при дворе имели все основания не любить человека со столь самостоятельным, принципиальным характером, горячо отстаивавшего интересы отечественной промышленности и резко выступавшего против Круппа, которого царь наградил Анненской звездой «за услуги, оказанные русской артиллерии».

¹⁰² Там же. С. 407.

¹⁰³ ЦГВИА СССР. Ф. 514. Оп. 1. Д. 18. Л. 300, 300 об., 307, 308.

¹⁰⁴ Там же. Д. 23. Л. 20; Ф. 400. Оп. 134/756. Д. 136. Л. 17; Оп. 12. Д. 14942. Л. 1.

Работы в области развития производства скорострельных винтовок в России

Эти работы были вторым крупным направлением в деятельности Н. В. Калакуцкого. В значительной мере они шли параллельно с его исследованиями в области артиллерийского производства.

В начале 60-х годов XIX в. в армиях европейских стран встал вопрос о переходе к стрелковому оружию, заряжающемуся с казенной части. «Система заряжания с казенной части,— указывал Ф. Энгельс,— сама по себе имеющая преимущество над остальными системами ружей в самом способе заряжания и стрельбы, в то же время дает наибольшую вероятность того, что пуля должным образом пойдет по нарезам... Этой системе суждено, видимо, постепенно вытеснить все остальные»¹. Военное ведомство России решило приступить к перевооружению армии нарезным казнозарядным стрелковым оружием. «Необходимо было,— писал Д. А. Милютин,— во чтобы то ни стало вывести его (т. е. оружейное дело.— А. Ч.) из такого ненормального положения...»²

Внедрение новой системы было также связано с материалом оружия, переходом к стальным стволам. Оружейные заводы России обращались с заказами на изготовление стальных стволов к зарубежным фабрикантам. Для внедрения отечественного производства таких стволов необходимо было решить ряд научно-технических проблем.

В связи с изобретением П. М. Обуховым нового способа получения литой стали Главное артиллерийское управление, как уже говорилось, провело в декабре 1855 г. сравнительные испытания стальных орудийных стволов производства Крупна и Обухова. В результате сталь Обухова оказалась лучше крупновской: ствол крупновской пушки при усиленной пороховой пробе разорвался на 8-м выстреле, а ствол обуховского орудия — на 14-м³. В начале 60-х годов заводы России начали изготовление ружейных стволов из обуховской стали.

Это было передовое по качеству продукции произ-

¹ Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд. Т. 15. С. 232.

² ГБЛ. Отд. рукописей. Ф. Д. А. Милютина. М-7849. Л. 185—186.

³ Артиллерийский журнал. 1857. № 1. Отд. неофиц. С. 32, 70—71.

водство, за границей сталествольное дело почти нигде еще не было налажено, и даже прославленные европейские оружейные заводы выпускали только железные стволы. В этой связи представляет интерес рассказ крупного русского специалиста оружейного дела В. Л. Чебышева. «Никогда не забуду,— писал он,— как, приехав в один из заграничных городов, славящийся казенной ружейной фабрикой, я представился начальнику оной и просил позволения посещать работы. Директор завода назначил одного из артиллерийских капитанов показывать мне завод. Разговаривая с этим капитаном, я, между прочим, спросил его, не делали ли у вас каких-нибудь опытов над стволами из литой стали. Вдруг лицо капитана изменилось и он начал как-то двусмысленно смотреть на меня. Это, разумеется, меня сконфузило, и я подумал, что не сказал ли я, по своей обычной рассеянности, какого-нибудь вздора, но, к счастью, молчание, водворившееся было между нами, было прервано полным удивления вопросом капитана: „как стволы из литой стали?.. да разве можно из литой стали делать стволы?.. разве вы не знаете, что от металла стволов требуется тягучесть, мягкость и ковкость, а литая сталь ничего подобного не имеет и ко всему этому она чрезвычайно хрупка?“ Несмотря на все мои усилия, я не мог удержаться от легкой улыбки»⁴.

За границей только крупновский завод осваивал к этому времени изготовление стальных ружейных стволов. Однако, несмотря на то, что крупновские стволы оказались хуже обуховских, правительство России под влиянием окружавшей царя придворной камарильи заказывало их у Круппа и тем самым задерживало развитие зарождавшегося отечественного сталествольного производства. Только в конце 60-х годов царское правительство было вынуждено принять меры к организации собственного сталествольного производства. Это было связано с переходом к системе малокалиберной казнозарядной винтовки Бердана. Кстати сказать, это утвердившееся в литературе название имеет мало общего с действительностью. Эта винтовка была сконструирована русскими офицерами Горловым и Гуниусом во время их командировки в США в 1863 г. и получила там название русской винтовки⁵. По тем

⁴ Артиллерийский журнал. 1861. № 4, Отд. неофиц. С. 234—235.

⁵ Буныковский В. Несколько слов о свойствах русской 4,2-ли-

временам 4,2-линейная винтовка Горлова и Гуниуса была лучшей малокалиберной винтовкой, и русское правительство приняло ее в качестве образца для полного перевооружения армии.

Развитию сталествольного производства в России способствовала и кампания, поднятая защитниками идеи развития отечественной сталелитейной промышленности. Редактор «Оружейного сборника» В. Бестужев-Рюмин, указывая на необходимость избавиться от иностранной зависимости, призывал к организации в России сталествольного производства⁶. Настойчиво требовал «сколько возможно в больших размерах развить сталелитейное дело внутри империи, дабы поставить нас вне зависимости от заграничных заказов»⁷ и военный министр Д. А. Милютин. «Россия, — подчеркивал он, — не Египет, не папские владения, чтобы ограничиться покупкой ружей за границей на всю армию. Мы должны же устроить свои заводы для изготовления в будущем наших ружей»⁸.

Постепенно перевооружение русской армии несколько продвинулось вперед. В марте 1869 г. последовал указ Александра II об учреждении двух временных комиссий по перевооружению армии⁹ (при Главном артиллерийском управлении — исполнительной и при Военном совете — распорядительной), которым ввиду особой важности и спешности дела представлялись особые полномочия.

Еще в конце 1868 г. при Главном артиллерийском управлении была создана комиссия под председательством А. В. Гадолина для обсуждения вопроса о развитии в России производства ствольной стали. Вскоре в комиссию Гадолина начали поступать различные предложения и проекты. Одним из первых была докладная записка Н. В. Калакуцкого «О развитии сталелитейного производства на Ижевском заводе». Ученый считал, что вследствие предполагаемой рекон-

нейной винтовки, об испытаниях оной в Америке, об улучшениях, произведенных в ней, и о преимуществах оной над другими образцами оружия, заряжающегося с казны // Оружейн. сб. 1869. № 4, Отд. 1. С. 1.

⁶ Оружейный сборник. 1863. № 1, Отд. 1. С. 145.

⁷ ГБЛ. Отд. рукописей. Ф. Д. А. Милютин. № М-10507/1. Л. 71 об., 74, 74 об.

⁸ Федоров В. Вооружение русской армии за XIX столетие. СПб., 1911. С. 237.

⁹ ЦГВИА СССР. Ф. 504. Оп. 3. Д. 3455. Л. 1—2.

струкции оружейных заводов для машинного производства малокалиберных винтовок следует заранее позаботиться об обеспечении заводов не только ствольной, но и сортовой сталью для изготовления инструментов. «Успех новой фабрикации оружия,— писал Н. В. Калакуцкий,— настолько же будет зависеть от своевременной доставки хороших стволов, сколько и от обеспечения завода хорошей инструментальной сталью. Необходимо поставить наши оружейные заводы вне зависимости от заграничных фабрикантов, выделывающих инструментальную сталь»¹⁰.

Вопрос, поднятый Н. В. Калакуцким, был очень важен: в то время в России на выделку инструментальной стали обращали мало внимания и покупали ее втридорога на немецком заводе Бергера. Стремясь полностью покончить с иностранной зависимостью, Н. В. Калакуцкий предлагал на базе Ижевского железоделательного завода создать центральный сталелитейный завод Главного артиллерийского управления. Наличие в районе Ижевска сырья и топлива всех видов, а также отработка заводом своего собственного способа литья стали в газовых печах способствовали бы превращению Ижевского завода в крупнейший центр производства высокосортной инструментальной стали¹¹.

27 февраля 1869 г. Н. В. Калакуцкий подал в комиссию вторую записку. На этот раз он предлагал превратить Златоустовский сталелитейный завод в предприятие по производству ствольной стали. Таким образом, в обеих своих записках ученый выступал за создание на Урале двух крупных сталелитейных заводов, полностью обеспечивающих отечественные оружейные заводы высококачественными материалами для ружейных стволов.

На заседании 25 марта 1869 г. комиссия Гадолина обсудила записки Н. В. Калакуцкого и пришла к следующему выводу: «Стальные стволы сделались безусловно необходимыми и притом в значительном количестве только теперь, с разрешением вопроса о принятии скорострельных ружей малого калибра, для которых железные стволы оказывают недостаточное сопротивление прогибам. Это обстоятельство может поставить

¹⁰ АВИМАИВъС. Ф. Техн. ком. Оп. 44/1. Д. 17. Л. 290.

¹¹ Там же. Л. 290—291.

дальнейшее вооружение нашей армии в полную зависимость от заграничных фабрикантов, если не будут приняты самые энергичные меры к немедленному развитию в России сталествольного производства»¹². При этом комиссия отметила «готовность русских заводов к исполнению заказов на стальные стволы». Однако ввиду неудачных до сих пор попыток массового производства в России стальных стволов комиссия указала на необходимость постановки опытов по выявлению лучшего сорта стали для ружейных стволов. Программа испытаний включала проведение пробы стальных стволов и болванок по следующим пунктам: 1) на сопротивление металла сжатию, 2) на растяжение стали по длине, 3) на сопротивление стали действию ударов, 4) пробу стрельбой (пороховую пробу).

В ходе испытаний предполагалось опробовать по 50 стволов и 50 болванок, взятых с заводов Обухова, Княземихайловского, Бергера, Пермского и др. К участию в испытаниях были приглашены представители горного ведомства и заводов; результаты проб должны были послужить основанием для составления строгой инструкции по приему стволов при массовом производстве.

8 апреля 1869 г. Александр II приказал «заказать нашим сталелитейным заводам пробные стальные ствольные болванки и стальные ружейные стволы и подвергнуть их сравнительному со стальными стволами лучших заграничных заводов испытанию по программе, составленной особой комиссией, с тем, чтобы на основании результатов этого испытания определить, каким из наших заводов следовало бы тотчас же дать значительные заказы и на каких технических условиях»¹³. Спустя несколько месяцев, 8 декабря 1869 г., он согласился с мнением Главного артиллерийского управления, по которому «исполнение изложенных поручений, представляющих особую важность, товарищ генерал-фельдцейхмейстера полагал бы возложить на приемщика уральских горных заводов артиллерии капитана Калакуцкого, известного своими специальными по этой части познаниями, которого и вызвать для этой цели в Петербург с сохранением как получаемого им ныне по занимаемой должности содержания, так и

¹² О водворении в России стального ствольного производства // Оружейн. сб. 1869. № 4, Отд. 2. С. 2.

¹³ ЦГВИА СССР. Ф. 504. Оп. 3. Д. 617. Л. 3, 3 об.

звания артиллерийского приемщика на уральских горных заводах»¹⁴.

Согласно этому приказу Н. В. Калакуцкий, как уже отмечалось, 14 февраля 1870 г. прибыл в Петербург¹⁵.

**Работы Н. В. Калакуцкого по ствольной стали
и по определению давления пороховых газов
в стальных ружейных стволах.
Дядинская премия**

Прибыв в Петербург, Калакуцкий сразу же приступил к исполнению обязанностей руководителя Комиссии по испытанию ствольной стали. Работа комиссии завершилась 18 декабря 1870 г. [64. С. 315]. Ход исследования и его результаты, обобщения и рекомендации он изложил в обширной статье «Испытания ствольной стали и опыты над малокалиберными стволами разных заводов» [12].

Н. В. Калакуцкий так определил цель исследования: «Известно, что механические и физические свойства стали зависят главным образом от способа ее обработки, а также от химического ее состава. Производя опыты, я имел в виду по возможности вывести эту зависимость и на основании сделанных выводов оценить достоинства стали рассматриваемых заводов» [12. № 2. С. 34].

Программа была обширной [12. № 1. С. 7—8]. Она включала:

1. Исследование некоторых механических и физических свойств стали. Сюда входили испытания образцов на растяжение до разрыва на прессе испытания на твердость ножом Родмана; испытания сплошных болванок гибом в холодном состоянии под паровым молотом; определение удельного веса стали; испытания болванок и стволов гибом на специальном станке; определение влияния гнба на другие механические свойства стали.

2. Определение химического состава стали в некоторых опытных стволах.

3. Пороховая проба стволов, состоящая из: приискария заряда и пули для общей пробы; определения

¹⁴ Там же. Л. 5, 5 об.

¹⁵ Там же. Л. 10.

наивыгоднейшего сочетания зарядов и пуль для пробы стволов на разрыв; пробы стволов как общей пробой, так и стрельбой до разрыва.

4. Исследование влияния гниа болванок и стволов на сопротивление стали действию пороховых газов. В виду имелось влияние различных условий гниа на сопротивление стали действию пороховых газов; влияние пороховой пробы на гниа.

Следует отметить массовый характер проведенных испытаний, в ходе которых были задействованы сотни оружейных стволов русского, немецкого, французского, английского, американского производства.

Анализируя результаты испытаний, Н. В. Калакуцкий установил влияние на свойства стали различных факторов. Оказалось, что мелкозернистая сталь обладает более высокой прочностью нежели крупнозернистая, а вязкость стали зависит от чистоты шихты и наличия металлургических дефектов. Н. В. Калакуцкий показал и важность определения отношения предела упругости к сопротивлению разрыву, т. е. к пределу прочности. Предел упругости под влиянием обработки изменялся весьма основательно — почти в 3 раза, в то время как сопротивление разрыву при одинаковых условиях — лишь на 45 %.

Многоаспектные исследования и их результаты привели Н. В. Калакуцкого к ряду общих выводов [12. № 3. С. 76—78].

Сталь завода Бергера (Германия) «хотя и обладает высоким пределом упругости при действии на нее медленно приложенных растягивающих и изгибающих усилий, хотя и вполне однородна и прекрасно разрабатывается из болванок в стволы, но она тверда, приготовлена из недостаточно чистых материалов и небезопасна при стрельбе».

Сталь Обуховского завода, «превосходя по твердости сталь Бергера, значительно чище ее по своему химическому составу, а потому несколько лучше противостоит действию выстрелов».

Сталь Княземихайловской фабрики приготовлена «из замечательно хороших материалов», и, несмотря «на очень слабую обработку, она представляет собой почти единственный пример *отсутствия разрыва стволов* при весьма сильной пробе. По этой прекрасной особенности стволы Княземихайловской фабрики следует признать *лучшими из всех*, а в то же время нельзя не пожалеть,

что на обработку стали было обращено слишком мало внимания».

Сталь завода Мартена (Франция) «весьма мягка, очень чиста, довольно хорошо сопротивляется действию выстрелов; но она обработана слабо и в то же время крайне неоднородна, представляет собой какую-то странную смесь железа с прожилками стали, вследствие чего при переработке ее из болванок в стволы встречаются большие трудности, сопровождаемые значительным браком».

Сталь Пермского завода «соединяет в себе много превосходных качеств и почти во всех отношениях стоит значительно выше остальных сортов стали, но... она **недостаточно чиста**».

Исходя из этого, Н. В. Калакуцкий выдвинул следующие требования к стали как материалу для малокалиберных стволов [12. № 3. С. 78—79].

1. Полная безопасность при стрельбе (этому требованию удовлетворяли только стволы Княземихайловской фабрики).

2. Наименьшая деформация ствола при пороховой пробе (наилучшие результаты в этом отношении показала сталь Пермского завода).

3. Достаточная прочность при механических испытаниях (этому условию отвечали все испытанные сорта стали).

4. Стволы одной партии должны быть вполне однокачественными.

5. Заготовки стволов необходимо хорошо обрабатывать на станках (двум последним требованиям вполне соответствовали стволы Пермского завода и завода Бергера).

6. Цена на сталь должна быть умеренной.

Испытания показали, что ни одна из исследуемых партий стволов полностью не отвечала всей совокупности требований. «Но это еще не значит,— констатировал Н. В. Калакуцкий,— чтобы нельзя было приготовить отличную ствольную сталь. Произведенные опыты положительно доказали, что преимущество следует отдать той стали, которая при чистоте материала и хорошей обработке обладает известной степенью мягкости. С этой точки зрения наши русские заводы занимают первенствующее место, ибо имеют у себя под руками лучшие в мире материалы, а потому могут и должны давать сталь, несколько не уступающую из-

вестным сортам заграничной стали» [12. № 3. С. 79—80]. Подробно изучив полученные данные, Н. В. Калауцкий пришел к заключению, «что стволы, приготовленные на наших русских заводах, как по своему сопротивлению гибнут, так и по другим механическим свойствам не только не уступают, но в некоторых отношениях даже значительно превосходят стволы лучших заграничных заводов».

Между тем, подчеркивал ученый, до сих пор все заказы на стальные стволы размещались за границей. Только один завод Бергера, поставив в течение нескольких лет в Россию сотни тысяч стволов, продолжает их производство для русской армии. В то же время отечественные сталелитейные фабрики, «...не получая подобных требований, остаются без дела и совершенно не подготовлены к выполнению заказов. Они приступили к выполнению опытных стволов очень недавно и при том в ограниченном размере. Приступая к работе, они должны были держаться заграничных образцов, иногда очень невысоких по своим качествам. Они начали новое производство, не зная ни сорта требуемой стали, ни тех условий, которым должны были удовлетворять хорошие стволы, ни самых, наконец, способов сверления и разработки малокалиберных стволов,— тогда как для такой работы необходимо иметь и специальные станки и искусных мастеров» [12. № 3. С. 80]. Создание всего этого, считал ученый, требовало также времени и больших денежных затрат.

В качестве пути решения проблемы он предлагал сосредоточить производство стальных ружейных стволов прежде всего на Княземихайловской фабрике, а также привлечь к нему Ижевский завод. Н. В. Калауцкий наметил требования к русским сталествольным заводам и дал рекомендации по оценке и приемке стальных стволов. В заключение он призвал отечественные сталелитейные заводы выполнить свой долг перед страной. «Россия,— писал Н. В. Калауцкий,— представляет все средства для развития сталествольного производства — и стыдно нам, имея у себя до семи сталелитейных заводов¹⁶, располагающих превосходны-

¹⁶ Пермский Обуховский, Сормовский, Алапаевский, Серебрянский, Камско-Воткинский заводы, Княземихайловская фабрика; кроме того литею сталь выплавляли тогда и на Ижевском заводе — А. Ч.

ми сырыми материалами, ввозить из-за границы сталь посредством качеств» [12. № 3. С. 81].

Результаты исследований Н. В. Калакуцкого имели большое научное и практическое значение. «Все выводы г. Калакуцкого из его опытов,— подчеркивал А. И. Скиндер,— были формулированы в виде технических условий для заказа стальных малокалиберных стволов русским заводам и принесли существенную пользу во введении у нас этого дела» [64. С. 315]. Технические условия, разработанные Н. В. Калакуцким, были официально утверждены высшим командованием артиллерии 24 апреля 1873 г. и получили, таким образом, силу закона [64].

Тем не менее Н. В. Калакуцкий не желал останавливаться на достигнутом. Он продолжал опыты и вскоре обобщил их результаты в небольшой работе «Дополнение к статье „Испытание ствольной стали“» [15]. Статью он сопроводил письмом в редакцию, в котором, упомянув о своей работе 1871 г., писал: «С того времени я имел возможность произвести еще несколько опытов над стальными и железными стволами и развить свои прежние наблюдения по применению гига стволы к определению степени пережога металла при его обработке» [15. С. 71]. Н. В. Калакуцкий просил редакцию напечатать материал о результатах этих опытов в виде отдельных, дополнительных заметок.

В новой статье Н. В. Калакуцкий остановился на итогах исследования английских стальных стволов и стволов, выпускаемых Ижевским заводом. Опыты показали, что стволы этого завода оказались пережженными, но металл в них был хороший. Сталь же в английских стволах была чрезвычайно разнородна. При усиленной пороховой пробе 12 из 19 английских стволов разорвались. «Подобного поразительного указания,— отмечал Н. В. Калакуцкий,— на неблагонадежность некоторых сортов стали еще не было получено ни при одном из прежних опытов» [15. С. 72]. Результаты, полученные в дополнительных опытах, позволили Н. В. Калакуцкому внести некоторые изменения в правила приемки стальных ружейных стволов.

Статья Н. В. Калакуцкого вместе с дополнениями 1874 г. была рассмотрена Артиллерийским комитетом, который пришел к следующему заключению: «Статья автора о ствольной стали представляет законченное целое, методы исследования надобно признать вполне

научными и результаты важны как теоретические, заключающиеся в разъяснении причин некоторых свойств стали и стволов, так и практические, указывающие, к чему должны стремиться наши заводы для приготовления хороших стволов. Мы не боимся сказать что-либо преувеличенное, утверждая, что статья эта одна из тех столь редких в технической литературе статей, которые *действительно подвигают вперед и науку и дело практическое* (курсив мой.— А. Ч.)»¹⁷. Это было официальным признанием крупных научно-технических заслуг Н. В. Калакуцкого.

В программу исследований Н. В. Калакуцкого в области стальных оружейных стволов входила и пороховая проба. Еще в 1869 г. комиссия А. В. Гадолина пришла к выводу, что «...существующая у нас пороховая проба стволов основана на недостаточно точных основаниях», и потребовала «установить пороховую пробу более рациональную»¹⁸. Однако в ходе работ 1870 г. Н. В. Калакуцкий не смог полностью решить эту проблему. На то были веские основания. «Тогда,— писал спустя через несколько лет Н. В. Калакуцкий,— торопились начать перевооружение нашей страны; наши оружейные заводы перестраивались и приводились в состояние выполнять заказы новых винтовок Бердана, и тогда же были даны первые наряды стальных стволов нашим сталелитейным заводам, а потому скорость, с которой требовалось разрешить вопрос о пробе стволов, а также и полнейшее отсутствие средств для производства опытов по определению давления пороховых газов на протяжении канала ствола вынудили меня решить поставленный вопрос о пороховой пробе путем чисто практическим и притом на таких основаниях, которые с научной точки зрения не могли быть признаны вполне достаточными» [28. № 1. С. 108—109]. И все же это были определенные результаты, поэтому комиссия А. В. Гадолина признала возможной принять пробу, предложенную Н. В. Калакуцким, как временную. Летом 1871 г. было принято решение продолжать опыты «с целью,— как подчеркивал Н. В. Калакуцкий,— разработать полнее поставленную задачу, и для этого дать мне необходимые

¹⁷ Испытания ствольной стали и опыты над малокалиберными стволами разных заводов // Оружейн. сб. 1874. № 2, Библиогр. С. 24.

¹⁸ Артиллерийский журнал. 1869. № 4, Отд. 2. С. 10.

средства и предоставить полную свободу действий» [28. № 1. С. 110]. Но в силу ряда причин Н. В. Калакуцкий смог приступить к опытам только в конце 1876 г.; они были завершены в 1878 г. Ход исследования и полученные результаты Н. В. Калакуцкий описал в самой большой по объему (175 с.) своей работе [28].

Первое, что нужно было сделать,— это определить, каким наибольшим внутренним давлениям подвергаются ружейные стволы в процессе службы не только при нормальных условиях стрельбы, но и при различных возможных случаях. Далее требовалось найти заряды, обеспечивающие давления, одновременно не превосходящие те, что возникают в различных условиях при боевых стрельбах, но достаточные для раскрытия пороков в металле ружейных стволов. Решая эти задачи, Н. В. Калакуцкий провел несколько тысяч опытов (только одних микрометрических измерений было произведено свыше четырех тысяч).

Свою статью он начал с описания приборов, применяемых при опытах, и характеристики порохов. Далее он описал, как определялись давление пороховых газов в гладком стволе при различных пробах; изменение давления пороховых газов в зависимости от изменения веса зарядов и пули; изменение давления пороховых газов в зависимости от места воспламенения заряда; изменение давления пороховых газов от способа воспламенения заряда; зависимость давления пороховых газов от изменения объема канала ствола позади пули и от относительного положения заряда и пули; давление пороховых газов в нарезном стволе при употреблении разных сортов пороха и при различных способах воспламенения заряда. В приложения к статье Н. В. Калакуцкий включил большое число таблиц, различные правила, инструкции, данные журналов испытаний и пр. Все это давало возможность проверить полученные результаты. «Я свое дело кончил,— писал Н. В. Калакуцкий,— и представил все, что мне дали опыты» [28. № 2. С. 93].

Результаты исследований Н. В. Калакуцкого имели большое практическое значение для развития оружейного дела в России. Коротко их можно свести к следующим положениям.

Во-первых, Н. В. Калакуцкий установил зависимость предельного наибольшего давления при пробе от

механических свойств стали. Оно не должно превышать предела упругости стали. Принимая во внимание возможность различных случайностей при боевом действии оружия, предельное наибольшее давление должно быть несколько выше наибольшего давления, возникающего в ружейных стволах во время стрельбы.

Во-вторых, Н. В. Калакуцкий разрешил вопрос о пределе распространения давлений, обнаруживающих пороки металла, по длине ствола орудия. Это имело важное значение: прежние способы пробы позволяли определять сопротивление лишь в казенной части ствола. А между тем стволы наиболее часто разрывались именно в средней и дульной частях.

В-третьих, Н. В. Калакуцкий создал теорию волнообразного распространения давлений по длине канала ствола. Эта теория объясняла механизм распределения наибольших давлений и, кроме того, определяла воздействие способа заряжения и воспламенения на местные давления, действующие вдоль канала ствола. В целом работа Н. В. Калакуцкого послужила базой создания положения для проведения рациональной пороховой пробы стальных ружейных стволов, играющего большую роль при приемке их с заводов.

Результаты исследований и выводы Н. В. Калакуцкого были рассмотрены специальной комиссией, в которую вошли А. В. Гадолин, Н. И. Чагин и В. Л. Чебышев. Все они отдали должное организации и методике опытов Н. В. Калакуцкого, «остроумно придуманных и выполненных не только методически, но и весьма тщательно во всех деталях»¹⁹. Не удивительно, что комиссия восторженно отзывалась о результатах проделанного исследования и его значении для артиллерийской науки. «Статья полковника Калакуцкого,— указывалось в отзыве,— представляет важное приобретение для артиллерийской науки. До последнего времени способы производства пороховой пробы стволов были определены чисто наугад, вследствие чего и явилось столь большое разнообразие между способами, употребляемыми в различных государствах, и оказывается ныне, что в сущности ни один из существующих способов не удовлетворяет вполне предположенной цели. Полковник Калакуцкий первый подверг этот вопрос научному исследованию и выяснил опытным

¹⁹ ЦГВИА СССР. Ф. 506. Оп. 1. Д. 637. Ч. 1. Л. 313 об.

путем, чего следует требовать при пробе стволов и каким способом возможно будет выполнить такое требование... следует радоваться, что такой гигантский труд не пропал даром для артиллерийской науки, которая благодаря полковнику Калакуцкому приобрела не только новые численные данные и знание законов изменения давления газов при стрельбе, но и надежный способ определения давления пороховых газов в ружьях даже при употреблении патронов с металлическими гильзами»²⁰. Эта весьма лестная оценка Н. В. Калакуцкого как видного ученого, внесшего крупный вклад в теорию и практику оружейного дела, вскоре получила широкую общественную известность.

В 1877 г. Н. В. Калакуцкий представил свою работу на соискание Дядинской премии. Как известно, она была учреждена в 1861 г. в честь 50-летнего юбилея службы председателя Артиллерийского комитета видного русского ученого-артиллериста первой половины XIX в. генерала А. В. Дядина (1791—1862 гг.). Дядинская премия выдавалась раз в пять лет за «лучшее сочинение или статью по артиллерии как науке и по наукам, имеющим непосредственное применение к артиллерии, а также за изобретения, полезные для артиллерии или для ручного оружия»²¹. 23 декабря 1878 г. комиссия по присуждению Дядинской премии в составе академиков П. Л. Чебышева и А. В. Гадолина, профессора Н. В. Маиевского, генералов А. Ф. Ферсмана и И. И. Беляева, полковника Л. Л. Кирпичева единогласно присудила премию очередного пятилетия (1873—1878 гг.) полковнику Н. В. Калакуцкому²².

Это событие прославило Н. В. Калакуцкого среди современников. Его блестящие исследования стали известны и за рубежом, их результаты были приняты на вооружение специалистами ружейного производства.

Так, свидетельством высокой оценки статьи Н. В. Калакуцкого по определению давления пороховых газов в ружейных стволах явился ее перевод на французский язык. В 1880 г. она была напечатана в журнале «Revue d'artillerie» и тогда же вышла в свет отдельной брошюрой [29, 30].

Долгое время не теряли своей актуальности и идеи

²⁰ Там же. Л. 316 об.— 318.

²¹ Там же. Л. 6.

²² Там же. Ч. 2. Л. 407, 407 об.

Н. В. Калакуцкого в области стальных ружейных стволов. Уже в начале XX в. в «Оружейном сборнике» появилась статья, подчеркивающая непреходящее значение разработок Н. В. Калакуцкого. «Замечательные исследования над внутренними напряжениями в чугуне и стали,— писал автор статьи,— произвел наш русский артиллерист Калакуцкий. Исследования эти пользуются почетной известностью за границей как первая строго научная попытка разобраться в этом сложном и трудном вопросе»²³. А вот как он описывал технологический процесс закалки ружейных стволов, основанный на результатах работ Н. В. Калакуцкого в этой области: «Ствольные болванки для трехлинейных винтовок, предварительно высверленные до калибра 0,275 дюйма и обточенные по наружности, подвергаются закалке в льняном масле, для чего нагревают их последовательно в двух свинцовых ваннах; в одной — стволы нагревают до температуры около 700° Цельсия, а в другой — до температуры нагрева, доходящей до 900°. Для закалки нагретые стволы устанавливаются вертикально в станках, и масло под давлением от 20 до 40 фунтов на квадратный дюйм прогоняется сквозь каналы стволов; охлаждение стволов маслом на станке производится до тех пор, пока их можно взять рукой. С теоретической точки зрения закалку стволов изнутри надо признать рациональной: при такой закалке вследствие первоначального остывания внутренних слоев в стенке должны получиться полезные натяжения, увеличивающие сопротивление стволов давлению пороховых газов»²⁴.

О том, что исследования Н. В. Калакуцкого долгое время оказывали значительное влияние на совершенствование оружейного производства, говорит и следующий факт.

13 марта 1920 г. на заседании Комиссии особых артиллерийских опытов (КОСАРТОП) известный специалист в области артиллерийской техники и баллистики профессор, впоследствии генерал-полковник артиллерии Н. Ф. Дроздов (1862—1954 гг.) выступил с докладом «Работы Калакуцкого по определению давлений пороховых газов в стальных малокалиберных стволах при различных условиях стрельбы» [46]. Этот

²³ Зыбин С. Материал охотничьих стволов и его свойства // Оружейн. сб. 1905. № 1, Отд. 2. С. 29.

²⁴ Там же. С. 38—39.

доклад был издан стеклографическим способом, и один его экземпляр был подарен Н. Ф. Дроздовым фундаментальной библиотеке Артиллерийской инженерной академии им. Ф. Э. Дзержинского, где и хранится поныне. Доклад представляет собой краткое без каких-либо комментариев изложение известной статьи Н. В. Калакуцкого. Но тем не менее сам факт постановки такого доклада чрезвычайно интересен.

Как известно, КОСАРТОП была создана приказом Главного артиллерийского управления 17 декабря 1918 г., и ее возглавил известный артиллерист В. М. Трофимов²⁵. Входя в состав Артиллерийского комитета, эта комиссия являлась первым советским научным центром по решению проблем развития артиллерийского вооружения. Среди членов и консультантов КОСАРТОП были академики А. Н. Крылов, В. Н. Ипатьев, П. П. Лазарев, профессора Н. Е. Жуковский, С. А. Чаплыгин, Г. А. Забудский, С. П. Петрович, Н. Ф. Дроздов, В. П. Ветчинкин, И. П. Граве, Д. А. Вентцель и др. Важнейшим элементом научно-исследовательской работы комиссии были заседания, где заслушивались различные доклады и сообщения, издания научных трудов. Так, только в 1920 г. комиссией было представлено свыше 40 подобных работ²⁶. Примечательно, что доклад Н. Ф. Дроздова о работах Н. В. Калакуцкого был единственным историческим материалом из рассмотренных комиссией не только в 1920 г., но и за период с 1919 по 1924 г.²⁷ Иначе говоря, доклад о работе Н. В. Калакуцкого был уникальным явлением, свидетельствующим о значимости темы его исследований и результатов ее разработки. «Пока же в области внутренней баллистики, — отмечалось в отчете комиссии, — в вопросах, преследующих практические цели, приходится держаться прежних методов, по возможности углубляя и совершенствуя их»²⁸. Имелись в виду и методы, предложенные Н. В. Калакуцким.

²⁵ История отечественной артиллерии. М.; Л.: Воениздат. 1963. Т. 3, кн. 7. С. 166—167.

²⁶ Там же.

²⁷ Отчет о работах комиссии за пятилетний период (1918—1923 гг.)/Комиссия особых артиллерийских опытов. Литограф. С. 44—47.

²⁸ Там же. С. 41—53.

Исследование внутренних напряжений. Последние годы жизни

Состояние артиллерии в 80-х годах XIX в.

После отставки из армии Н. В. Калакуцкий не бросил своего дела. Он был приглашен главным техником на Обуховский завод. В этой должности, которая позволяла ему продолжать свои исследования, ученый проработал до самой смерти.

Последние пять лет жизни и работы Н. В. Калакуцкого были отмечены тяжелым кризисом в производстве артиллерийских орудий за границей. Это было время острого соперничества между «артиллерией и броней» и военно-техническая мысль непрерывно работала в направлении увеличения мощности и дальности артиллерийских систем. Но, несмотря на то, что в ряде стран научились выплавлять доброкачественную орудийную сталь, тяжелые пушки продолжали разрываться. Вот несколько характерных примеров.

В 1884 г. на английском корвете «Актив» разорвалась новая стальная 6-дюймовая пушка. При этом дульная часть орудия длиной в $1\frac{1}{2}$ м была оторвана и подброшена вверх на значительную высоту¹. Пушка была изготовлена на заводе Армстронга, прошла пороховую пробу, орудийный металл был подвергнут механическим испытаниям. Для выяснения причин разрыва прибегали к различным средствам, но истинную причину найти так и не удалось.

В 1885 г. во Франции разорвались два $16\frac{1}{2}$ -дюймовых стальных орудия, выпущенных заводом Рюэльль для французского флота. Причина разрывов оставалась неизвестной².

В 1886 г. на английском броненосце «Коллингвуд» после девятого выстрела разорвалась 12-дюймовая стальная пушка. Артиллерийский комитет признал причинами разрыва недостаток однородности орудийного металла, отсутствие отжига послековки и закалки в масле, отсутствие скрепления дульной части кольцами. Комитет постановил скрепить все орудия кольцами, признав тем самым вместе с ведущим тех-

¹ Морской сборник. 1884. № 12. С. 71—72.

² Там же. 1885. № 12, Мор. хрещенка. С. 43—45.

ническим журналом страны «Engineer» состояние английской артиллерии неудовлетворительным³.

Этот вопрос стал предметом изучения Н. В. Калакуцкого, который в 1886 г. был командирован в Англию. Результатом поездки явилась фундаментальная статья «Новая английская артиллерия в начале 1886 г.», имевшая большое научное и практическое значение [31].

В Англии Н. В. Калакуцкий получил возможность пользоваться отчетами Артиллерийского комитета. Правда, собранные им данные ученый считал неполными «как по краткости времени моего пребывания в Англии, так и по той трудности, с которой вообще сопряжено собирание подобных сведений» ([31. С. 2—3].

Большую часть статьи он посвятил применению в английской артиллерии бурого, или шоколадного, пороха, впервые изготовленного на заводе Круппа. Подобное внимание объяснялось тем, что в России в то время также проводились эксперименты с бурым порохом и было необходимо собрать как можно больше информации для решения вопроса о целесообразности использования и производства этого пороха в нашей стране. Н. В. Калакуцкий чрезвычайно подробно и глубоко проанализировал английский опыт и пришел к выводу, что шоколадный порох не увеличивал боевой силы орудий. Признавая достоинства бурого пороха, он отметил и его существенные недостатки. Первый из них он связывал с большим загрязнением затвора и обтюрирующих частей после выстрела, что приводило к уменьшению скорости стрельбы. Второй недостаток — неоднообразие действия пороха — был, по мнению Н. В. Калакуцкого, более серьезен. В итоге, указывал он, такой порох не должен быть допущен к приему.

Н. В. Калакуцкий обратил внимание на отсутствие связи между английскими пороховыми и орудийными заводами. «Но при настоящем развитии артиллерийской техники, — подчеркивал он, — невозможно реализовать более совершенное орудие, не имея к нему соответствующего пороха, а с другой стороны, более совершенный порох требует для осуществления ожидаемых от него выгод соответствующих изменений в конструкции орудий. Поэтому повсеместно существую-

³ Там же. 1886. № 11. С. 34—35.

щая разрозненность между орудийными и пороховыми заводами — тормозит их движение вперед» [31. С. 45].

В статье говорилось и о положении дел в отечественном артиллерийском производстве. Н. В. Калакуцкий, в частности, напомнил о фактах «отставания пороховых заводов» и «недостатках отпуски пороха в артиллерию». Ученый предложил отправлять с оружейных заводов вместе с орудиями и порох, для них предназначенный, причем приемку пороха производить одновременно с приемкой орудий. «При этом,— писал он,— несомненно, каждый пушечный завод получит возможность и станет зорко следить за тем, чтобы к его орудиям был дан хороший порох; а пороховой завод при таком непрерывном и фактическом контроле будет вполне хорошо знать, чего от него требуют и какие он должен употребить средства, чтобы этого достигнуть» [31. С. 48]. Иначе говоря, Н. В. Калакуцкий требовал создания четкой единой системы: орудийный завод — пороховой завод или орудие — порох.

Затем Н. В. Калакуцкий рассмотрел устройство и качество английских стальных орудий нового типа. При этом он отметил, что обширные опыты еще не уяснили многих вопросов, касающихся пороха и наиболее выгодных конструкций орудий, в первую очередь морских. Русского специалиста привлекли и опыты над проволочными орудиями (в них скрепление кольцами заменено обвивкой проволокой), результаты которых признаны удовлетворительными. Он привел интересные сведения об испытаниях английских орудий продолжительным числом выстрелов, разрывах орудий при стрельбе, о снарядах для новых английских орудий.

В заключение Н. В. Калакуцкий подробно остановился на опытах по определению сопротивления различных сортов стали разгоранию от действия пороховых газов. Он не только описал проводимые в этой области исследования, но и сделал соответствующие разъяснения и дополнения. По мнению ученого, эти опыты наглядно показали, что улучшенная обработка стали способствует ее большему сопротивлению выгоранию. Это особенно очевидно в случае орудий малых и средних калибров, обработка которых не представляет больших трудностей, что прекрасно доказано испытаниями русских орудий. Значительно сложнее обстоит дело с обработкой крупнокалиберных орудий.

Н. В. Калакуцкий считал полезным введение внутренних стальных труб (лейнеров), которые могут быть лучше обработаны, чем массивные стволы. В качестве важного средства, способствующего уменьшению выгорания в орудиях больших калибров, он назвал способы, развивающие полезные внутренние напряжения. «Наконец,— писал он,— введение таких способов закалки и отжига, при которых в металле будут развиваться полезные внутренние напряжения, вместе с повышением физических его свойств — также могут способствовать усовершенствованию стальных орудий больших калибров». Однако ученый предупреждал, что установить наиболее совершенную обработку и выяснить, в какой мере она обеспечивает долгую службу орудий, так же как и определить степень этого совершенства — дело, которое требует значительного числа дорогостоящих опытов над стволами больших калибров. «В этом отношении,— заключал он,— мы считаем весьма важными те опыты, которые предложено произвести на Обуховском заводе по исследованию выгорания в 11-дюймовых мортирах» [31. С. 86].

Статья Н. В. Калакуцкого — это прежде всего обзорно составленный, глубоко продуманный научный отчет о командировке. Он, безусловно, принес пользу деятелям английской артиллерии: спустя несколько лет «Новости и биржевая газета», высоко оценивая статью Н. В. Калакуцкого, подчеркивала, что он указал на те недостатки, «которые сознают теперь и сами англичане»⁴. После опубликования отчета Н. В. Калакуцкого ведущий орган английской техники «Engineering» в статье от 28 января 1887 г. выступил с резкой критикой состояния английской артиллерии: «Описание сравнительных опытов,— говорилось в ней,— составляет стыд для нашей нации и скандал в нашем артиллерийском управлении»⁵.

Но главный смысл статьи Н. В. Калакуцкого, конечно, не в этом, а в ее значении для развития русской артиллерии, которая получила возможность избежать ошибок, вскрытых ученым на примере английского опыта. Кроме того, статья содержала информацию об исследованиях в области внутренних напряжений, предпринимаемых в России. Между прочим, Н. В. Ка-

⁴ Новости и биржевая газета. 2-е изд. 1889. № 19. С. 2.

⁵ Морской сборник. 1889. № 8, Отд. неофиц. С. 26.

калакуцкий сделал интересное предложение о стрельбе из изношенных орудий особыми снарядами увеличенного диаметра. Спустя 50 лет это предложение Н. В. Калакуцкого, непонятое его современниками, было отмечено советским специалистом по истории артиллерийского производства П. Костылевым — автором специального исследования по проблемам живучести артиллерийских орудий XIX столетия ⁶.

Во второй половине 80-х годов случаи разрыва орудийных стволов по-прежнему наблюдались во многих странах. Так, в 1888 г. на французском броненосце «Адмирал Дюперье» разорвалась крупнейшая 34-сантиметровая стальная пушка. При взрыве погибли 6 человек. По данным экспертизы, проведенной высококвалифицированными специалистами, металл этого орудия оказался доброкачественным ⁷.

К чести русского артиллерийского производства ни одна обуховская пушка на службе не разорвалась. Однако, несмотря на возможность изготавливать высококачественные крупнокалиберные орудия в России, правительство в 1886 г. заказало Круппу несколько 12-дюймовых пушек длиной в 35 калибров для корабля «Чесма». При осмотре орудий на крупновском заводе русский офицер обнаружил расширение каналов стволов, причем деформация увеличивалась после каждого выстрела ⁸. По мнению Круппа, причиной этого явились русские чертежи. Вместе с тем он попытался доказать, что имеющиеся расширения каналов стволов не препятствуют службе орудий. Специальная комиссия (А. В. Гадолин, Н. В. Маиевский, А. А. Колокольцов, Р. В. Мусселиус, Л. Л. Кирпичев, Г. А. Забудский, В. И. Колчак и Н. В. Калакуцкий), созданная при Морском техническом комитете для выяснения причин и характера расширений, сразу же признала несостоятельность объяснения Круппа — ведь обуховские пушки делались по тем же русским чертежам и не имели пороков. Почти все члены комиссии считали, что причиной расширения является мягкость орудийной стали. Против этого выступил Н. В. Калакуцкий. Он убедительно доказал, что крупповскую сталь нельзя на-

⁶ Костылев П. Артиллерийские орудия XIX века и их живучесть. М.: Военмориздат. 1940. С. 87.

⁷ Морской сборник. 1889. № 12. С. 32—38.

⁸ Отчет Морского технического комитета за 1887 г. СПб., 1888. С. 72.

звать мягкой и, следовательно, не в этом причина расширения. Расширения в крупновских орудиях, подчеркивал ученый, носят злокачественный характер. Они признаки начинающегося разгара. «Сначала появляются расширения,— говорит Н. В. Калакуцкий,— затем шероховатости, которые переходят в струйки и в дальнейшем в лучи разгорания».

Н. В. Калакуцкий обратил внимание на важность вопроса о разгаре металла и в связи с этим предупредил об опасности признания орудия годным для стрельбы. Он потребовал подвергнуть крупновские орудия испытаниям давлением пороховых газов в 3000 ат обязательно в России. Результаты испытаний блестяще подтвердили правоту заключений Н. В. Калакуцкого: крупновская 35-калиберная пушка при стрельбе нормальными зарядами после 114 выстрелов «значительно ухудшила меткость, и к концу испытаний стрельба сделалась совершенно невозможной». Морское министерство запретило стрелять из этой пушки боевыми снарядами, а заказ на пушки для «Чесмы» был передан Обуховскому заводу⁹. Необходимо отметить, что работы Н. В. Калакуцкого по разгару каналов стволов стальных орудий послужили материалом для известного обобщающего исследования по данному вопросу великого отечественного металлурга Д. К. Чернова¹⁰.

Активное участие принимал Н. В. Калакуцкий и в работе по улучшению качества русских снарядов, которые часто не соответствовали добротным пушкам Обуховского завода. Не удивительно, что Морское министерство поставило перед заводом первоочередную задачу: «Есть хорошие пушки, к ним должны быть и хорошие снаряды»¹¹.

В 1887 г. были проведены параллельные испытания стальных снарядов петербургского завода и французского завода Сен-Шамон. Французские снаряды разбивались, не пробив 16-дюймовой сталежелезной плиты. Их качество было признано неудовлетворительным, и от них в России отказались. Испытания русских снарядов прошли более удачно, но и они не устроили организаторов. Одной из причин некачественности оте-

⁹ Там же. С. 84—85; См. также: [47. С. 206].

¹⁰ См.: Чернов Д. К. О выгораниях каналов в стальных орудиях. СПб., 1912. 10 с.; Д. К. Чернов и наука о металлах. Л.; М.: Металлургиздат, 1950. С. 338—358.

¹¹ Отчет Морского технического комитета за 1887 г. С. 197.

чественных снарядов было невыполнение Обуховским заводом рекомендации по изучению в снарядах внутренних напряжений. В связи с этим Морской технический комитет предложил заводу «изыскать способ устранения вредных напряжений в снарядах, пользуясь... приборами генерал-майора Калакуцкого»¹².

Работая на Обуховском заводе, Н. В. Калакуцкий, помимо исследований, связанных с испытанием механических качеств стали, занимался конструированием различных приборов и приспособлений. Так, он усовершенствовал прибор Родмана, создал прибор для измерения диаметров дисков и колец при определении внутренних напряжений, работал над усовершенствованием ковочного гидравлического пресса.

Обуховскому заводу Н. В. Калакуцкий отдал 18 лет жизни (1871—1889 гг.). За этот период через руки ученого буквально прошли почти все орудия, поступившие на вооружение русской полевой, крепостной и морской артиллерии. Ни одно из этих орудий (он принял их на огромную сумму в 22 млн рублей¹³) не разорвалось на службе. В том, что Обуховский завод по качеству своих стальных пушек в 80-е годы стоял на первом месте в мире — огромная заслуга Н. В. Калакуцкого, своим неустанным трудом способствующего отказу России от заказов на пушки у хваленного Круппа. «Обуховский сталелитейный завод,— писал Д. К. Чернов,— по крайней мере, освободил нас от необходимости заказывать стальные орудия за границей и... может удовлетворять потребностям нашей сухопутной и морской артиллерии самых больших калибров»¹⁴. Эти слова могут служить прекрасной оценкой результатов практической деятельности Н. В. Калакуцкого на Обуховском заводе.

Главная книга жизни

Исследование внутренних напряжений в металлах — третье и важнейшее направление научной деятельности Н. В. Калакуцкого. Трудно хронологически отделить его от других научных проблем, разрабатываемых ученым.

¹² Там же.

¹³ Там же.

¹⁴ Чернов Д. К. Обзор успехов сталелитейного дела за 15—20 лет // Мор. сб. 1888. № 8, Отд. неофиц. С. 11.

Н. В. Калакуцкий не был первым человеком, обнаружившим внутренние напряжения и обратившим на них внимание. «Можно считать,— пишут авторы одной из современных работ,— что изучение остаточных напряжений началось с исследований В. И. Родмана (1857 г.) и Н. А. Умова (1871 г.), хотя с остаточными напряжениями сталкивались очень давно»¹⁵. Действительно, американский артиллерист В. И. Родман, видимо, первый пришел к выводу, что в металле при известных условиях литья и последующего остывания должны развиваться внутренние напряжения. Действуя чисто эмпирически, он стал отливать чугунные орудия с охлаждением их канала водой и при наружном подогреве опок. «Отливка орудий по способу Родмана,— писал Н. В. Калакуцкий в 1887 г.,— хотя и была введена повсеместно, но нигде до сих пор не было произведено сколько-нибудь серьезных опытов по исследованию внутренних напряжений, а при переходе от чугунных орудий к стальным — вопрос этот был отодвинут на задний план, и только в последнее время к нему стали возвращаться» [36. С. 5].

Впервые о внутренних напряжениях Н. В. Калакуцкий упомянул в 1867 г. в статье «Материалы для изучения стальных орудий». Рассматривая процесс затвердевания слитка в изложнице, он писал: «Всякий вновь застывающий слой пристаёт к слою несколько охладившемуся, а оттого между ними после окончательного их охлаждения до одной общей температуры являются внутренние напряжения, в силу которых внутренние слои болванки будут растянуты действием наружных слоев» [3. № 5. С. 793]. Как видим, уже в ранний период своей деятельности ученый пришел к глубокому пониманию механизма образования внутренних напряжений в металлах. Положение, высказанное Н. В. Калакуцким, подчеркивал советский металловед Д. М. Нахимов, «совершенно правильно. Действительно, вновь застывший внутренний слой имеет температуру более высокую, чем температура ранее затвердевшего наружного слоя. Поэтому при дальнейшем охлаждении тепловое сжатие внутреннего слоя должно получиться соответственно больше, чем в наружном. При отсутствии нарушения сплошности после

¹⁵ *Туровский М. Л., Биргер А. И. Остаточные напряжения // Фридман Я. Б. Механические свойства металлов. 3-е изд. М.: Машиностроение, 1974. Т. 1. С. 270.*

полного охлаждения во внутреннем слое возникнут растягивающие остаточные напряжения. Таким образом, еще в 1867 г. Н. В. Калакуцкий правильно определил механизм возникновения внутренних напряжений при затвердевании стали, а также указал знак напряжений в поверхностных и внутренних слоях слитка» [53. С. 119].

В дальнейшем, чем бы Н. В. Калакуцкий ни занимался: исследованиями в области стальных ружейных стволов, испытаниями орудий, стальных и чугунных снарядов и т. п.— он всегда считал проблему внутренних напряжений одной из наиболее важных и неотложных.

Особенно активно Н. В. Калакуцкий, как уже отмечалось, занимался этой проблемой в 80-е годы. Интересно, что исследования внутренних напряжений он проводил не только на Обуховском заводе, но и в различных учреждениях РТО, членом которого состоял. Так, в 1884 г. Н. В. Калакуцкий и А. В. Гадолин получили разрешение на постановку опытов по изучению внутренних напряжений в твердых телах на физической станции РТО¹⁶.

С годами Н. В. Калакуцкий накапливал все больше и больше материала по проблеме внутренних напряжений в стволах орудий, которая приобрела особо важное значение. Весь этот материал требовал соответствующего обобщения и публикации. Итогом работы ученого в этой области металлургии и, в известной мере всей его научной жизни, стала книга «Исследование внутренних напряжений в чугуне и стали», выпущенная в 1887 г. издательством М. О. Вольфа [34] и в 1888 г. Горным ученым комитетом [36]. В истории отечественной технической литературы столь быстрое появление в свет повторного издания — случай почти беспрецедентный. Эта небольшая по объему книга (во втором издании текст — 48 с., таблицы — 67 с.) была переиздана в 50-е годы XX в. [41] и вполне доступна современному читателю. Поэтому рассмотрим ее содержание кратко, обращая внимание только на основные вопросы.

Первую главу книги Н. В. Калакуцкий посвятил определению зависимости сопротивления материала от

¹⁶ Записки Русского технического общества. 1885. Вып. 1, Действия о-ва. С. 4.

Н. В. Калакуцкий.

ИЗСЛѢДОВАНИЕ ВНУТРЕННИХЪ НАПРЯЖЕНІЙ

ВЪ

ЧУГУНЪ И СТАЛИ.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Типо-Литографія А. М. Вольфа, Большая Итальянская, д. 2.

1887.

Титульный лист первого издания книги Н. В. Калакуцкого

его внутренних напряжений. Прежде всего он дал дефиницію понятия о внутренних напряжениях. «Под внутренними напряжениями, — писал ученый, — мы разумеем такие, которые существуют в стенке какого-

либо цилиндра или иного предмета в его спокойном состоянии, то есть и тогда, когда внешние силы на него не действуют» [36. С. 3].

В результате давления на наружную поверхность такого цилиндра или на внутренние слои стенки его канала появятся новые или добавочные давления, независимые от величины бывших ранее внутренних напряжений. Они складываются с ранее действовавшими, и в изделии возникает сумма внутренних напряжений. Если величину внутреннего напряжения, продолжал Н. В. Калакуцкий, на расстоянии r_x от оси цилиндра и в направлении касательной к поперечному сечению канала обозначить через t , а величину добавочного напряжения, появившегося в той же точке и в том же направлении от действия давления в канале цилиндра, — через T , то общее напряжение будет равно $t+T$. Если принять давление, действующее на наружную поверхность, равным нулю, то напряжение на радиусе r_x при давлении P_o в канале определяется выражением, выведенным из известных формул Ламе:

$$T = P_o \frac{r_o^2}{R^2 - r_o^2} \cdot \frac{R^2 + r_x^2}{r_x^2}, \quad (1)$$

где R и r_o — наружные и внутренние радиусы цилиндра. Отсюда видно, что T достигнет наибольшей величины при $r_x=r_o$, т. е. для слоя, непосредственно прилегающего к каналу цилиндра. Обозначая внутреннее напряжение в этом слое через t_o , а напряжение, развивающееся от действия в канале давления P_o , через T_o и принимая, что сумма обоих напряжений не должна превосходить величины предела упругости U , ученый получил выражение:

$$T_o = U - t_o. \quad (2)$$

Тогда (на основе формулы 1) соответствующее этому T_o давление в канале можно выразить следующей формулой:

$$P_o = (U - t_o) \cdot \frac{R^2 - r_o^2}{R^2 + r_o^2}. \quad (3)$$

Пользуясь этой формулой, Н. В. Калакуцкий обосновал классификацию видов внутренних напряжений

в зависимости от характера их действия на изделие. Оказалось, что при t_0 положительном (т. е. когда металл в слоях, ближайших каналу, под воздействием внутренних напряжений находится в растянутом состоянии, а в наружных слоях — в сжатом) прочность цилиндра будет уменьшаться с возрастанием значения t_0 и такие напряжения будут *вредными*. В случае отрицательного t_0 прочность цилиндра увеличивается вместе с увеличением численного значения t_0 (и при этом напряжении слои, ближайšie к каналу, находятся в сжатом, а наружные — в растянутом состояниях) и такие напряжения следует назвать *полезными*. «Поэтому,— писал Н. В. Калакуцкий,— для увеличения сопротивления цилиндра необходимо стремиться достигнуть на внутреннем слое предварительного сжатия, возможно близкого к пределу упругости материала» [36. С. 4].

Н. В. Калакуцкий призвал использовать полезные внутренние напряжения, вскрыв механизм действия и определив пути создания таких напряжений. Вместе с тем он считал необходимым в процессе изготовления орудий, в частности, при скреплении орудийных стволов кольцами знать и принимать во внимание величины и распределение в стволе вредных напряжений. В этом случае, указывал он, возможно довести сжатие металла у поверхности канала до желаемой величины и тем способствовать увеличению сопротивления ствола. Также важно было изучить характер и величину напряжений в кольцах в зависимости от условий их обработки, иначе, подчеркивал ученый, невозможно вполне правильно произвести скрепление стволов. «Из всего вышеизложенного очевидно,— подводил итог Н. В. Калакуцкий,— что для точного определения сопротивления цилиндров и для правильного расчета скрепления стволов кольцами — безусловно необходимо знать, существуют ли внутренние напряжения в стволе и кольцах, какова их величина и какого они рода: то есть полезные или вредные. Применяя все вышеизложенное к современным орудиям, нельзя не заметить, что при постройке их нигде не обращено внимания на указанные исследования» [36. С. 9].

Все это приобретало особое значение при производстве орудий большой мощности, в которых стены ствола и колец имели большую толщину, а, следовательно, существовала огромная вероятность развития в них

весьма значительных внутренних напряжений. Ежегодно повторяющиеся случаи разрывов таких орудий, выпущенных первоклассными заводами Западной Европы, по мнению ученого, свидетельствовали о низкой прочности крупнокалиберных пушек, и следовательно, условия их изготовления и постройка не могут быть признаны оптимальными, надежными. «Ввиду громадности затрат,— продолжал Н. В. Калакуцкий,— которые несет каждое государство, чтобы иметь в своем вооружении вполне надежные пушки — вопрос требует возможно скорого и обстоятельного исследования. Первым шагом в этом направлении есть изучение внутренних напряжений в металле, потому что если они существуют и могут при известных условиях достигать значительной величины, то необходимо ими воспользоваться для увеличения сопротивления, а не оставлять их действовать в невыгодную сторону» [36. С. 9—10].

По мнению Н. В. Калакуцкого, изучение внутренних напряжений важно не только в производстве орудий. Знать такие напряжения полезно и при изготовлении предметов, которые должны обладать большим сопротивлением. Почти каждому из нас приходилось слышать о внезапной поломке коленчатых валов, штоков, о разрывах громадных цилиндров и труб и т. п. В большинстве случаев анализ причин подобных внезапных разрывов и поломок не приводил к положительным результатам; чаще всего оказывалось, что исследуемый металл имел требуемый предел упругости и удовлетворял всем условиям, указанным инструкциями и т. д. «Быть может,— подчеркивал Н. В. Калакуцкий,— если бы при этих исследованиях было обращено внимание на состояние внутренних напряжений в металле, то причина подобных случаев была выяснена, а следовательно, и устранена» [36. С. 10].

Ученый указал также на появление весьма значительных внутренних напряжений в материале и при различных технологических процессах — закалке стальных изделий, например, штампов, инструмента и т. п. Внутренние напряжения, по его словам, обнаруживаются и в тонких стальных листах после прокатки их при низких температурах, а также в различных изделиях, подвергшихся деформации в холодном состоянии. Еще больше проявлялись внутренние напряжения в литых изделиях. Несоблюдение некоторых условий отливки и последующего охлаждения приводило

к тому, что отлитое изделие, вынутое из опок в целом виде, разрушалось на части спустя несколько часов или дней, причем без влияния каких-либо внешних причин. Н. В. Калакуцкий привел характерные примеры вредоносного действия внутренних напряжений. Так, «бронепробивающие снаряды из литой некованной стали, а также кованные и закаленные снаряды, металл которых имеет сопротивление разрыву (предел прочности) свыше 12 тыс. ат и предел упругости свыше 6—7 тыс. ат, образуют сквозные трещины и разрушаются на токарных станках при обточке канавки для медного пояска». В таких снарядах, а также в снарядах из закаленного чугуна при перевозках или хранении на складах отлетали головные части. «Такого рода явления,— заключал Н. В. Калакуцкий,— как мне кажется, служат несомненным доказательством существования в металле их внутренних напряжений значительной величины. По всей вероятности, выделка многих предметов достигла бы несравненно большего совершенства, если бы она своевременно сопровождалась изучением внутренних напряжений» [36. С. 10]. Это положение, высказанное ученым 100 лет назад, не потеряло своей актуальности и в наши дни.

Выяснив сущность и значение объекта исследования, Н. В. Калакуцкий перешел к описанию произведенных им опытов. Прежде всего, ученый познакомил читателей с основным методом исследования внутренних напряжений, который он впервые разработал и применил. «Представим себе,— писал Н. В. Калакуцкий,— отрезанный от какого-либо цилиндра диск, который не подвергается никаким внешним давлениям, но в котором мы предполагаем существование внутренних напряжений. Если такие напряжения существуют, то они будут зависеть от величины того радиуса, на оконечность которого действуют. От этих напряжений должны явиться на цилиндрической поверхности данного радиуса, внутри стенок, нормальные к этой поверхности давления, вообще изменяющиеся при переходе от этой поверхности к другой, с большим или меньшим радиусом. Если мыотрежем из диска наружный или внутренний слой, то вследствие уничтожения давления, которое действовало на этот слой в его первоначальном состоянии, произойдет изменение радиусов; другими словами — вырезанный нами слой расширится или сожмется, и по величине изменений ра-

диусов мы можем определить то давление, которое существовало в диске до вырезки слоя. Из выше приведенного основного принципа определения внутренних напряжений видно, что дело сводится к точному измерению изменения радиусов, происходящего вследствие уничтожения давлений, существовавших в стенке диска... определение изменений, происходящих в слоях диска, должно быть ведено с большой точностью, так как в большинстве случаев приходится иметь дело с абсолютными величинами, не превышающими сотых долей миллиметра» [36. С. 11].

При испытании образцов на растяжение Н. В. Калакуцкий вначале применял катетометры. Но они оказались неудобными и не гарантировали от ошибок, поэтому результаты первых опытов не удовлетворили ученого. В конце 1871 г. Н. А. Калакуцкий сконструировал специальный прибор для точного измерения деформации дисков (рис. 3).

Прибор очень прост и представляет собой несколько видоизмененный компаратор. На горизонтальную Т-образную рейку *a* надеты обоймы, поддерживающие в вертикальном положении два микроскопа *d* с микрометрами. Обоймы с микроскопами могут свободно передвигаться вдоль рейки, но при производстве наблюдений они закрепляются неподвижно. Исследуемый диск помещается на стол *b*, который может вращаться вокруг своей оси или быть закрепленным неподвижно, а также подниматься и опускаться, чтобы лежащий на нем диск оказывался на одном горизонтальном уровне со шкалой *c*. Окуляры микроскопов устанавливают так, чтобы одно деление микрометра составляло 0,001 мм. Это проверяют в начале каждого опыта. Доли, меньшие 0,001 мм, определяются на глаз примерно по положению черты на головке микрометрического винта относительно делений, по которым делается отсчет перемещения волосков микрометра. Затем диск, положенный на стол, подводят под микроскопы, установленные приблизительно над точками, обозначающими измеряемый диаметр и платформу, и обоймы микроскопов закрепляют неподвижно. Окончательная установка волосков на точках делается микрометрическим винтом. После этого платформу с диском отводят назад, а под трубки микроскопов подходит шкала. Для повторения наблюдения не нужно отводить трубки микроскопа из заданного положения, следует лишь

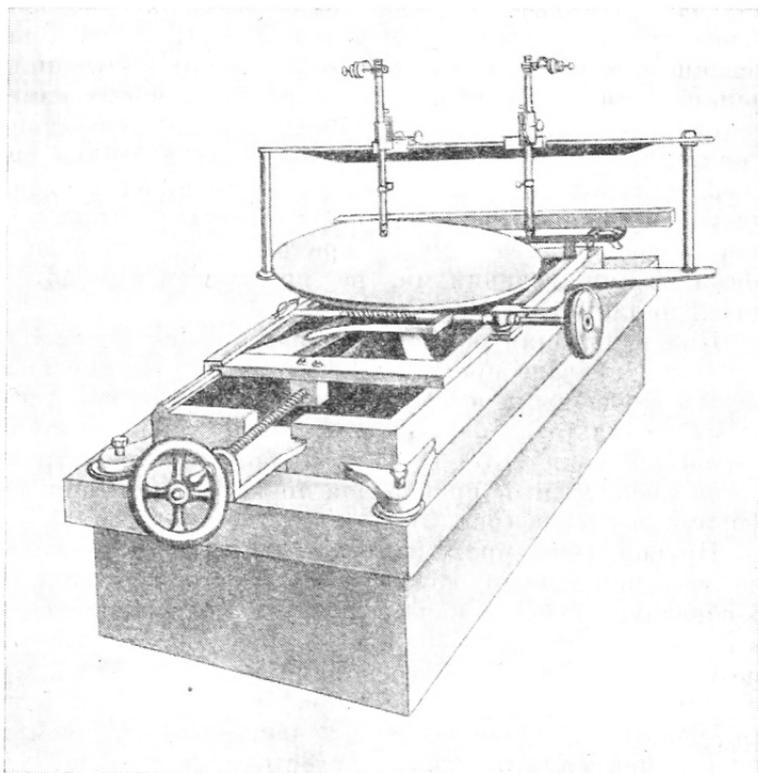


Рис. 3. Прибор Н. В. Калакуцкого для точных измерений дисков и колец

подвести снова диск и затем опять шкалу. Шкала разделена на полумиллиметры и сверена с парижским образцом метра. Точность измерений требовала постоянства температуры. Добиться этого в условиях проведения исследований оказалось невозможным, и, чтобы внести поправки, Н. В. Калакуцкому пришлось проштудировать специальную иностранную литературу и произвести ряд опытов.

Всего Н. В. Калакуцкий провел 87 серий опытов. Многие из них потребовали значительного времени. Так, опыт № 79 («исследование внутренних напряжений в диске *H*, взятом от 6-дециметрового ствола № 1581, подвергнутом после закалки в масле специальному отжигу для развития в металле полезных напряжений») длился с 20 марта по 13 апреля 1885 г.

[36. С. 102—103]. Другой опыт, во время которого исследовался диск от 11-дециметрового орудийного ствола, разрезанного на 12 слоев с обмером точек на четырех диаметрах в каждом слое, потребовал свыше 600 наблюдений и проводился более двух месяцев [36. С. 14]. Такие затраты времени объяснялись, в частности, исключительной научной добросовестностью экспериментатора, его стремлением к полноте и законченности исследования.

Чтобы лучше судить о внутренних напряжениях в изделии, необходимо было задействовать возможно большее число точек наблюдения, для чего разрезать испытываемые диски на большое количество колец. Н. В. Калакуцкий провел три последовательных цикла опытов. Сначала он разрезал диск на намеченное число слоев. Затем обтачивал или растачивал кольца с целью определить, остались ли в них после вырезки из диска внутренние напряжения. И уже потом проводил опыты «с перерезкой по данному радиусу стенки отдельных концентрических колец». В результате Н. В. Калакуцкий получил самые большие изменения радиусов. Иногда они были настолько велики, что превосходили величину удлинений, соответствующих пределу упругости. Приемы обточки, расточки и разрезания испытываемых колец Н. В. Калакуцкий впервые применил в исследованиях внутреннего напряжения в металлах.

Не сразу нашел ученый наиболее рациональные методы исследования. «Окончательно я принял следующий способ исследования,— писал Н. В. Калакуцкий.— Начинал работу при последовательном срезании концентрических колец снаружи или вырезанием их со внутренней стороны диска, причем производил измерение всех диаметров как в вырезаемых кольцах, так и в оставшихся неразрезанными частях диска. Работа эта очень медленна и томительна... Но несмотря на такую медленность хода опыта — этому способу исследования я отдаю предпочтение перед всеми другими способами, так как при нем получается возможность очень точно определить давления на всех наружных и внутренних радиусах слоев; таких полных данных нельзя было иметь ни при одном из прежде описанных способов» [36. С. 14].

Описав общую методику исследований с целью определения величины и характера внутренних напря-

жений, возникающих при разных условиях обработки металла, и установления влияния внутренних напряжений на прочность стальных изделий, Н. В. Калакуцкий перешел к обработке опытных данных, по которым рассчитал предел сопротивлений цилиндра относительно различных усилий. Эти вопросы он затронул в третьей главе.

Четвертую главу Н. В. Калакуцкий посвятил исследованию внутренних напряжений в дисках от орудий, орудийных стволов и кованых цилиндров. Ученый упомянул и об опыте своей многолетней работы в области внутренних напряжений. В частности, он сожалел, что мысль о выводе зависимости внутренних напряжений от условий обработки металла возникла у него не сразу, иначе он мог бы использовать в настоящей работе результаты ранних экспериментов.

По словам Н. В. Калакуцкого, ряд зарубежных фирм присылали ему диски специально для исследования внутренних напряжений. Это свидетельствует о международной известности Н. В. Калакуцкого. Он тактично заявил, что «не будет упоминать, какому заводу или фирме принадлежит тот или иной испытываемый им диск», чтобы не бросать тень на их производство. Он привел результаты исследования дисков от восьми орудий, изготовленных в разное время (1871—1879 и 1884—1885 гг.). При этом ученый выделил диски, отвечающие трем разновидностям внутренних напряжений: вредным, полезным и смешанным. К последним он относил напряжения, которые могут быть полезными или вредными в зависимости от того, в какой степени растянут средний слой стенки и как близок этот растянутый слой к поверхности канала. Результаты этих опытов Н. В. Калакуцкий ввел в таблицу [36. С. 23].

Из таблицы вытекали весьма интересные выводы. Оказалось, что за исключением 30,5-сантиметровой стальной пушки и 9-дюймовой чугунной (остальные орудия стальные) пушки № 1561 все орудия имели вредные внутренние напряжения. Благодаря полезным внутренним напряжениям сопротивление пушки № 1561 выросло вдвое. Это объяснялось тем, что чугунный ствол отливался особым способом: в период охлаждения отливки в опоке через его канал пропускали воду, что и привело к возникновению полезных внутренних напряжений [36. С. 26].

| Калибр орудий | № диска | Предел упругости, атм | Сопротивление цилиндра (допускаемое давление), атм | | Увеличение или уменьшение сопротивления против ожидаемого | Увеличение или уменьшение, % |
|---------------|---------|-----------------------|--|--------------------------------|---|------------------------------|
| | | | без учета внутренних напряжений | с учетом внутренних напряжений | | |
| 9-дюйм. | 264 | 1800 | 1085 | 570 | -515 | -47,5 |
| 9 » | 345 | 1800 | 853 | 750 | -103 | -12 |
| 11 » | 1 | 2200 | 1313 | 765 | -548 | -41 |
| 11 » | 73 | 2200 | 968 | 700 | -268 | -38,3 |
| 30,5 см | 56 | 3000 | 1700 | 2400 | +340 | +20 |
| 11-дюйм. | 86 | 2300 | 1856 | 1050 | -806 | -43,4 |
| 9-дюйм. | 1561 | 1850 * | 1317 | 2634 | 1317 | +100 |
| (чуг.) | | 1300 * | 981 | 1962 | +981 | |

* Верхняя цифра показывает условный предел упругости при растяжении, а нижняя при сжатии.

На этом парадоксальном случае Н. В. Калакуцкий остановился особо. Он указал, что данная чугунная пушка еще в 1874 г. превосходно выдержала пробу стрельбой в нескрепленном виде: из нее было сделано 500 выстрелов и «при этом давление на клин было определено в 1100 и 1750 атм, тогда как расчетное допускаемое давление составляло лишь около 1000 атм». Столь поразительную стойкость чугунного орудия исследователь объяснял условиями обработки, а также тем, что оно не было скреплено кольцами. По его мнению, ухудшение прочности чугунных орудий в значительной мере и вызывается их скреплением, порождающим вредные внутренние напряжения. Можно сказать, что здесь Н. В. Калакуцкий утверждал некоторый приоритет обработки над видом орудийного металла. Имея в виду чугунные орудия, он писал: «Между тем эти дешевые орудия могли быть пригодны для многих случаев обороны. В настоящее время от них в большинстве артиллерий почти совершенно отказались; да и там, где они еще оставлены, в них вставляют стальные внутренние трубы и тем самым, увеличивая их стоимость, уничтожают в чугунном теле тот слой, который доставлял наибольшее сопротивление» [36. С. 27—28]. Эти слова лишней раз свидетельствуют о широте взглядов Н. В. Калакуцкого как

ученого-металлурга и полным отсутствием у него «сталелепущечного фанатизма».

Что же касается остальных орудий (кроме 30,5-сантиметровой пушки), то при их изготовлении вредные внутренние напряжения не учитывались. В итоге в ряде случаев у орудий наблюдалось резкое уменьшение сопротивления против расчетного. Это особенно относилось к крупнокалиберным орудиям. «Поэтому мне кажется,— писал Н. В. Калакуцкий,— что на прочность громадных современных 80- и 100-тонных пушек едва ли можно уверенно рассчитывать, по крайней мере, до тех пор, пока не будет указано, каким образом для увеличения их сопротивления следует пользоваться внутренними силами, которые можно развить в стенках своеобразной обработкой металла. Тем не менее, существенно важно и необходимо стремиться к этому при изготовлении орудий всех калибров, без исключения, так как нет никакого основания удерживать в цилиндре вредные напряжения, если их можно сделать полезными и тем увеличить запас прочности» [36. С. 24].

В следующей главе Н. В. Калакуцкий преимущественно рассматривал вопрос об исследованиях внутренних напряжений в кольцах, применяемых для скрепления орудийных стволов и цилиндров. Он признал, что теория скрепления кольцами разработана в совершенстве и дает безусловно верные основания для практического применения. Однако, подчеркивал ученый, теория не адекватна практике. В частности, и в производстве артиллерийских орудий существует масса допусков и предположений, иногда далеко не согласующихся с чисто теоретическими соображениями. Так, при скреплении орудий кольцами предел упругости в различных участках ствола и колец имеет существенные отклонения от упругости, полученной при испытании образцов, а посему расчетная величина предела упругости нередко значительно отличается от фактической. Здесь практика далека от совершенства. «Для каждого, знакомого с заводским делом,— указывал Н. В. Калакуцкий,— очевидно, что все эти совершенства существуют лишь в области фантазии и что теоретические расчеты и соображения хотя и принимаются за исходный пункт, но насколько правильно произведено скрепление выпускаемых заводом орудий,— то это вопрос, решение которого

весьма затруднительно. С увеличением числа рядов колец увеличивается и число допусков и предположений; общая сумма ошибок растет, и в какой степени все это выражается в сопротивлении орудий, никто определить не может» [36. С. 30].

По мнению Н. В. Калакуцкого, наиболее совершенным (при соответствующем выборе материала и условий его обработки) можно считать то орудие, которое «не подвергается скреплению кольцами, или на ствол которого будет надето возможно меньшее число колец, притом без всякого стягивания или с самым ничтожным стягиванием». Ученый признавал скрепление кольцами в качестве средства увеличения прочности орудия и его предохранения от разрыва, особенно при весьма продолжительной стрельбе, при развитии в канале больших давлений и т. п. Вместе с тем он выступал за наличие в кольцах полезных внутренних напряжений, которые, по его мнению, «безусловно необходимы и при ныне принятых условиях постройки орудий, но на что, однако, едва ли на многих заводах обращают должное внимание» [36. С. 30]. Все эти выводы Н. В. Калакуцкий сделал на основе опытов над скрепляющими кольцами. Ученый провел исследования и по определению внутренних напряжений в одной из стальных труб, предназначенных для вставки в орудие по способу, разработанному Обуховским заводом. И в этом случае, обнаружив вредные внутренние напряжения, он предложил несколько изменить обработку труб, чтобы развить в них полезные внутренние напряжения.

Особый интерес представляют опыты по выяснению зависимости внутренних напряжений от условий обработки металла, описанные в шестой главе книги. Цель экспериментов состояла в повышении прочности орудия посредством направленного создания в металле полезных внутренних напряжений.

Для опытов был взят ствол 6-дюймового орудия длиной в 28 калибров, прокованный на заводе обычным способом, причем канал ствола высверлили наугубо, а доковки провели химический анализ металла (стали). В этом виде орудие поступило к Н. В. Калакуцкому. Работы велись по разработанной им методике. Механические свойства определялись по образцам, взятым от замочной части ствола; в диске, отрезанном от казенной части, выявлялись внутренние напряже-

ния; остальная часть ствола подверглась «отжиганию в масле», а затем вновь были взяты образцы для испытаний и отрезан диск для определения внутренних напряжений. Далее оставшуюся часть ствола после «отжигания в масле» подвергли «особому отжигу» для уничтожения вредных внутренних напряжений и создания полезных.

В результате эксперимента были сделаны следующие выводы. Образцы, взятые из стенки ствола, как параллельно оси орудия, так и параллельно касательной к каналу, отличаются хорошими качествами. Но в зависимости от видов обработки сталь приобретает различные свойства: в металле кованом, но не подвергнутом отжиганию в масле, пределы упругости и сопротивления разрыву понижаются от наружной поверхности к каналу, а удлинения, наоборот, возрастают. Отжиг кованых стволов в масле значительно улучшает качества стали: возрастает предел упругости и увеличиваются удлинения, т. е. повышается прочность и пластичность стали. Наибольшие изменения при этом способе происходят в поверхностных слоях. Сравнение результатов, полученных для отожженного металла, взятого из замочной и казенной частей, показывает, что совокупное воздействиековки и отжигания в масле более выражено в тонкой стенке (казенной части), нежели в стенке увеличенной толщины (замочной части). В стволе, подвергнутом после отжигания в масле еще и особому отжигу, сохраняются довольно высокие механические качества металла в слоях у канала; в остальных концентрических слоях ствола пределы упругости и сопротивления разрыву оказываются довольно равномерными; однако удлинения при разрыве несколько снижаются (по сравнению с предыдущими показателями).

Исследования характера внутренних напряжений в стволах и цилиндрах, обработанных принятыми на заводах способами, показали, что эти напряжения относятся к разряду вредных [36. С. 36].

Получив конкретные данные о влиянии внутренних напряжений на прочность ствола, подвергнутого разной термической обработке, Н. В. Калакуцкий произвел сравнительные расчеты прочности стволов для случаев, когда такие напряжения отсутствуют или, наоборот, принимаются во внимание. О воздействии внутренних напряжений на прочность орудийного

ствола после различных видов термической обработки можно судить из данных следующей таблицы [36. С. 38, 79, 85, 102, 103]:

| Наименование | Опыт № 61. ковка без отжига | Опыт № 65. отжиг в мас- ле | Опыт № 79, отжиг в мас- ле и особый отжиг |
|---|-----------------------------------|----------------------------------|--|
| Предел упругости, атм | 2000 | 2400 | 3000 |
| Сопротивление цилиндра (при отсутствии внут- ренних напряжений), атм | 1397 | 1676 | 1980 |
| Сопротивление цилиндра (с учетом внутреннего напряжения), атм | 1200 | 1200 | 3800 |
| Увеличение или умень- шение сопротивления против допустимого, атм | -197 | -476 | +1820 |
| То же, % | -14,1 | -28,4 | +90,2 |

Из приведенных данных ясно, что цилиндр, который не подвергался термической обработке, обладает сопротивлением ниже расчетного; оно уменьшилось с учетом внутреннего напряжения на 14%. Мало что дал отжиг в масле: он не уничтожил вредных внутренних напряжений. И только особый отжиг создал совершенно иную картину — сопротивление выросло с 1200 до 3800 атм, т. е. увеличилось более чем в 3 раза. Это явилось результатом превращения вредных внутренних напряжений в полезные.

Отметим, что столь интересный опыт ученый провел в сложных условиях. В его распоряжении не было ни приспособленной печи, ни мастеров, усвоивших его идею. «Тем не менее, — отмечал Н. В. Калакуцкий, — опыт дал замечательные результаты, и предположенная цель была вполне достигнута» [36. С. 38]. Он предложил провести сравнительные испытания 6-дюймовой нескрепленной пушки, обработанной по его способу, и пушки того же калибра, но скрепленной кольцами. Предложение Н. В. Калакуцкого отклонили, хотя он был уверен, что применение его способа обработки к орудиям больших калибров даст не менее хорошие результаты. «Однако приступить к дальнейшему продолжению опытов, — сообщал он, — над стволами и

орудиями такого калибра я не мог по причинам от меня независящим, а потому с окончанием вышеописанного исследования работы пришлось остановить» [36. С. 39].

Последнюю главу книги Н. В. Калакуцкий посвятил исследованию внутренних напряжений в стальных снарядах. Дело в том, что в то время проблема совершенствования снарядов приобрела особое значение в связи со все обостряющимися противоречиями между требованиями к орудиям и броне. Итогом борьбы мнений по этой проблеме явился переход от чугунных снарядов к стальным. Но очень скоро в связи с улучшением качества и толщины броневых плит к стальным снарядам начали предъявлять более высокие требования. Однако при этом одни эксперты ратовали только за «пробивающее действие снаряда»; другие упирали на то, чтобы снаряд не разбивался при ударе в броневую плиту, не придавая особого значения глубине его проникновения. В итоге исследования внутренних напряжений в стальных снарядах приобрели особую актуальность.

Н. В. Калакуцкий в течение ряда лет исследовал характер внутренних напряжений в 11-дюймовых снарядах завода Круппа, а также в стальных 6-дюймовых снарядах Обуховского завода. Так, в 1882 г. он проводил физические и химические опыты над снарядной сталью, а также изучал внутренние напряжения в стальных снарядах при помощи сконструированного им прибора. Эти эксперименты уже тогда стали известны и получили признание¹⁷. Инженер О. И. Мюризье писал: «Последующим изучением характера внутренних натяжений в снаряде Круппа и действительно научными исследованиями этого вопроса мы обязаны трудам Н. В. Калакуцкого, который, насколько мне известно, первый обратил должное внимание на значение этих натяжений в снарядах Круппа... Я полагаю, что такие последующие опыты, а также осторожный способ действия нельзя назвать работой наугад»¹⁸. Уже к середине 80-х годов Н. В. Калакуцкий накопил значительный опыт исследования внутренних напряжений в стальных снарядах, однако

¹⁷ *Васильев А. Ф.* По вопросу «о приготовлении стальных снарядов» // Зап. Рус. техн. о-ва. 1885. № 9, Тр. 4 отд. С. 115–125.

¹⁸ *Мюризье О. И.* По поводу бронепробивающих снарядов: Сообщ. в заседании 4-го отд. 16 мая 1885 г. // Там же. С. 128.

продолжал эксперименты и в период подготовки книги. В ней ограничился описанием испытаний лишь четырех главнейших типов снарядов, взяв по две разновидности литой некованой и ковальной стали.

В целом величина внутренних напряжений в снарядах оказалась значительно большей, чем в других изделиях. Н. В. Калакуцкий пришел к выводу, что если взять снаряды из стали одинакового качества, то при стрельбе лучшие результаты даст тот, в котором внутренние напряжения приближаются к идеально полезным. При изготовлении такого снаряда его нужно охлаждать со стороны внутренней пустоты, тогда, считал ученый, наружный слой будет находиться в наименее растянутом состоянии. Для входа снаряда в броню необходимо, чтобы его головная часть обладала большей твердостью, достигаемой сильной закалкой снаружи. Снаряды из литой некованой маргеновской стали, признанные официальными инстанциями негодными, заняли одно из первых мест по глубине проникновения в броню. И все это объясняется благоприятной картиной созданных в них внутренних напряжений.

По мнению Н. В. Калакуцкого, форма снаряда влияет на степень его проникновения в броню. Более того, он установил, что от формы снаряда зависит и качество его закалки. Но для изменения формы снаряда необходимы соответствующие приемы обработки, позволяющие развить в металле внутренние напряжения, по возможности близкие к идеально полезным.

Книга завершается общими выводами и заключением. Н. В. Калакуцкий доказал, что во всех стальных изделиях действуют внутренние напряжения, которые при существующих способах производства носят вредный характер, уменьшая расчетную прочность готовых предметов. Величина и характер внутренних напряжений, подчеркивал ученый, находятся в прямой зависимости от условий обработки: нельзя оставлять в металле вредные напряжения — необходимо использовать силы, заключенные внутри металлических масс, и соответственно этому видоизменить существующие или устанавливать новые способы производства. «Итак, мы видим,— писал Н. В. Калакуцкий,— что удешевление и упрощение фабрикации орудий вполне возможно и достижимо, если только согласятся, что проводимый мной основной принцип — развитие в металле полез-

ных напряжений — будет признан безусловно верным... Вопрос об изучении внутренних напряжений неминуемо должен привести не только к весьма серьезным изменениям в конструкции орудий, но и к установлению фабрикаций многих предметов на более рациональных началах» [36. С. 47—48].

В заключение Н. В. Калакуцкий отметил, что его способ может показаться чересчур сложным для использования в заводских условиях. Однако полное его применение необходимо лишь в период опытов и становления производства. С началом же массового производства определение характера и величины получаемых напряжений может быть значительно упрощено и стать доступным в заводской практике.

Этими словами Н. В. Калакуцкий завершил свое исследование. «Этот основной принцип Калакуцкого о создании в изделиях полезных внутренних напряжений,— писал в 1951 г. видный советский металловед Д. М. Нахимов,— до настоящего времени полностью сохраняет свое значение. Можно считать, что до настоящего времени этот принцип не нашел достаточно широкого применения в машиностроении и других отраслях промышленности. Только в самое последнее время появились работы советских исследователей, посвященные использованию полезных внутренних напряжений как резерва прочности в машиностроении» [68. С. 128].

Книга Н. В. Калакуцкого была высоко оценена командованием русской артиллерии как крупное достижение. В 1889 г. в одном официальном издании отмечалось: «Наконец, несколько лет тому назад приступлено к решению вопроса о внутренних натяжениях металла в орудиях. Опыты, начатые для разъяснения этого вопроса, встречены сочувственно товарищем генерал-фельдцейхмейстера и доведены ныне до такой степени, что не только положительно доказано существование натяжений в металле орудий, но достигнута возможность измерить эти натяжения и предложить средства для их устранения в тех случаях, когда натяжения уменьшают сопротивление орудий»¹⁹.

Реакция ученого мира и прессы была, естественно, более живой и теплой. Так, в 1889 г. «Новости и

¹⁹ Очерк преобразований в современной артиллерии. СПб., 1889. Т. 1. С. 248.

биржевая газета» писала: «Книга Н. В. Калакуцкого произвела настоящий фурор во всем образованном мире и немедленно была переведена на иностранные языки. Все лучшие технические журналы поспешили дать о ней восторженные отзывы» [42]. Ранее, в 1887 г., в одном из номеров той же газеты были помещены краткое сообщение о выходе в свет книги ученого и специальная статья, автор которой считал, что исследование Н. В. Калакуцкого не только представляет собой большой вклад в науку и непосредственно в оборону страны, но и имеет немалое значение и для бюджета государства, ибо дает возможность сократить оборонные расходы. В статье указывалось на популярность изложения книги и подчеркивалась ее большая известность за границей и факты перевода на иностранные языки [58].

В мае 1888 г. газета выступила с пространной статьей, посвященной исследованиям Н. В. Калакуцкого и откликам на выход его книги за рубежом. Статья эта представляет исторический интерес, поэтому остановимся на ней подробнее.

В статье, рассчитанной на читателя-неспециалиста, прежде всего говорилось об участившихся случаях разрыва и порчи орудий большого калибра и связанных с этим обстоятельством событиями. «Оказывается,— писал автор,— что ни утолщение пушечных стенок, ни стягивание пушек кольцами — отнюдь, не гарантируют, что то или другое орудие не разлетится при выстреле вдребезги. Вот это, именно, обстоятельство и заставило техническую печать (т. е. собственно артиллерийскую и инженерную) как в Западной Европе, так и в Северо-Американских Соединенных Штатах обратить особенно серьезное внимание на исследования одного из русских специалистов в артиллерийском деле» [60].

Далее в статье приводилась выдержка из известного английского журнала «Engineering»: «В современных стальных пушках,— подчеркивалось в журнале,— внутренние напряжения (т. е. частичные, молекулярные) признавались как бы не существующими, хотя и теория и практика вполне опровергают такое предположение. При употреблении стали внутренние напряжения должны достигать весьма больших величин, потому что предел ее упругости относительно высок; значит, при употреблении для орудий стали

как металла, повсеместно принятого теперь, мы имеем дело с напряжением, несравненно большим даже, чем в прежних чугунных пушках. Единственный человек, который вполне понял важное значение внутренних напряжений,— это генерал русской артиллерии Н. В. Калакуцкий, произведший ряд весьма сложных и трудных опытов, чтобы определить действительную величину внутренних напряжений»²⁰.

Интересна реакция на статью в английском журнале со стороны американских специалистов. Многие из них пытались оспорить приоритет русского ученого в этой области металлургии. «С особенной горячностью,— отмечалось в „Новостях и биржевой газете“,— отнеслись к этому исследованию американские специалисты и целый ряд органов технической печати. Гордость американских техников была очень задета замечанием „Engineering“, что русский артиллерийский генерал оказывается „единственным человеком, который вполне понял важное значение внутренних напряжений“. Впрочем, американцы имели к этому серьезный повод, так как в их стране довольно давно уже начали изучать вопрос о внутреннем напряжении — и что особенно замечательно! — по способу, совпадающему с методом и приемами исследования нашего соотечественника. Так, например, в журнале „The Army and Navy Register“ в третьей по счету статье, посвященной исследованиям г. Калакуцкого, между прочим, говорится: „Замечательно то обстоятельство, что способ исследования внутренних напряжений, принятый Ватертоунским арсеналом, совершенно сходен во всех даже мельчайших подробностях со способом, выработанным г. Калакуцким. Как бы то ни было, однако пальма первенства все же остается на стороне русского исследователя, так как по признанию американского журнала „опыты г. Калакуцкого начаты ранее американских“».

Автор статьи в «Новостях и биржевой газете» подчеркивал, что Н. В. Калакуцкий не только разработал методику исследований, но и провел целый ряд таких испытаний, к которым американцы в то время только еще приступали. «Значит,— продолжал автор статьи,— если бы и могла идти речь о каком бы то ни было заимствовании, то уж, конечно, искать его пришлось бы

²⁰ Engineering. 1888. № 45. 24 febr.

не у нашего соотечественника, на несколько лет опередившего американских исследователей. Заимствования же можно допустить, так как г. Калакуцкий не делал тайны из произведенных им исследований».

Действительно, Н. В. Калакуцкий получал много образцов для изучения внутренних напряжений от различных заграничных фирм, которым сообщал результаты своих исследований еще до опубликования этих работ. Как указывал его ближайший помощник и сотрудник А. Скипдер, через руки ученого прошли образцы, присланные с заводов Круппа, из Тер-Нуара, от Камеля и других иностранных фирм [65. С. 5]. Таким образом, результаты исследований Н. В. Калакуцкого были известны многим иностранным артиллерийским заводам.

Автор отмечал то редкое внимание и сочувствие, с которыми был воспринят за границей труд русского ученого, впервые изложившего не только весьма ценные, но и «единственные в своем роде» данные, неизбежно ведущие к изменению способов производства артиллерийских орудий, к совершенствованию машиностроения и строительного дела. «Не трудно, — писал автор статьи, — понять поэтому те побуждения, в силу которых вопрос о внутренних напряжениях в стали начинает усиленно обсуждаться во Франции, Англии и Североамериканских Соединенных Штатах. В самом недалеком будущем нам, без сомнения, придется пользоваться услугами указанных стран как в отношении изменения конструкции артиллерийских орудий и снарядов, так и в усовершенствовании различных сооружений и частей машин согласно теории, выведенной из изучения внутренних напряжений» [60].

В заключение автор с горечью констатировал, что о таком важном научном событии, каким является книга Н. В. Калакуцкого, в отечественной специальной периодической печати — в журналах «Инженер» (СПб), «Артиллерийский журнал», «Морской сборник» — до сих пор не напечатано ни слова. В этом смысле автор статьи в «Новостях и биржевой газете» был безусловно прав. Исключение составлял лишь киевский журнал «Инженер». Одна из статей в журнале начиналась так: «Ввиду громадного значения, какое имеют внутренние напряжения в технике вообще, и той пользы, какую они могут оказать при дальнейшей разработке этого вопроса, ниже изложены

вкратце метод исследования внутренних напряжений, примененный г. Калакуцким (ссылка дана на первое издание книги Н. В. Калакуцкого.— А. Ч.) при его многочисленных опытах над стволами артиллерийских орудий и снарядами, а также достигнутые им результаты» [43. С. 505—506]. Затем шел реферат книги Н. В. Калакуцкого.

Тем временем за рубежом появляются не только отзывы на книгу Н. В. Калакуцкого, но и ее переводы. В частности, первый перевод был помещен в английском журнале «Engineer» уже в 1887 г. [35]. Во Франции текст книги русского ученого был опубликован дважды на протяжении одного года: сначала — в январской, февральской, мартовской и апрельской книгах журнала «Revue d'artillerie» за 1888 г. [37], затем — отдельным изданием [38].

Один из экземпляров французского издания книги хранится в Государственной библиотеке СССР имени В. И. Ленина. Она поступила туда 6 февраля 1924 г. В верхней части ее титульного листа можно прочесть фрагмент срезанной при переплете дарственной надписи, сделанной Н. В. Калакуцким: «...Афанасьевичу, при выражении глубокого уважения, автор. 23 ноября 1888». Казалось, установить, кому подарена книга невозможно. Однако на титуле остались еще и буквы первых двух слов, которые можно прочесть, как «Его превосходительству». Эти слова существенно сужали круг возможных владельцев книги. Допуская, что она могла представлять интерес прежде всего для металлургов и военных, мы провели специальное разыскание. Среди металлургов, хорошо знакомых Н. В. Калакуцкому, не оказалось никого, чье отчество было бы «Афанасьевич». Тогда пришлось обратиться к «Списку генералов по старшинству», выпущенному в 1888 г. Здесь обнаружили семь генерал-лейтенантов и генерал-майоров с таким отчеством. Полные генералы в расчет не принимались, так как они титуловались как высокопревосходительство. Крайне маловероятно, что получить эту весьма специальную книгу в дар от Н. В. Калакуцкого могли В. А. Бобохов — окружной интендант Одесского военного округа, Д. А. Шайтанов — атаман Третьего отдела Сибирского казачьего войска, С. А. Шкуринский — начальник штаба Кавказского армейского корпуса, Н. А. Репин — директор Воронежского кадетского корпуса, В. А. Абаза — воен-

ÉTUDE
SUR LES
TENSIONS INTÉRIEURES
DANS LA FONTE ET L'ACIER

PAR
N. V. KALAKOUTSKI
GÉNÉRAL DE L'ARTILLERIE RUSSIE

(Extrait de la Revue d'artillerie.)

PARIS
BERGER-LEVRULT & C^{ie}, LIBRAIRES-ÉDITEURS
5, rue des Beaux-Arts, 5
MÊME MAISON A NANCY

1888

Титульный лист французского издания книги
Н. В. Калакуцкого

ный историк, И. А. Стрельбицкий — военный топограф. Все они были весьма далеки от тематики книги, и никаких следов их личного знакомства с Н. В. Калакуцким не обнаружено. Остался генерал-лейтенант Николай Афанасьевич Демьянепков (1830—1907 гг.) — начальник и профессор Михайловской артиллерийской академии и училища, который окончил Дворянский полк в один год с Н. В. Калакуцким. Вероятность того, что именно ему подарил свою книгу Николай Вениаминович, почти абсолютна.

В феврале 1888 г. в американском журнале «Scientific American Supplement» был напечатан большой обзор книги Н. В. Калакуцкого. Как видим, она мол-

ниеносно обрела международную славу, став достоянием не только русской, но и английской, французской, американской научно-технических литератур.

Последней работой Н. В. Калакуцкого, вышедшей при его жизни, была небольшая статья «Заметки по поводу опытов для исследования внутренних напряжений в стали», опубликованная в 1888 г. в журнале «Revue d'artillerie» [39].

Неустанный труд, постоянные заботы, нелегкие условия деятельности все более давали о себе знать. Уже в течение нескольких лет Н. В. Калакуцкий страдал тяжелой сердечной болезнью — грудной жабой (старое название стенокардии). Через год с небольшим после выхода в свет его книги, 17(29) января 1889 г. Николай Вениаминович умер: очередной сердечный приступ оказался роковым. Ученый не дожил даже до полных 58 лет.

Вместо заключения

Уже после смерти Н. В. Калакуцкого в журнале «Revue d'artillerie» появилась его последняя статья «Заметки о внутренних напряжениях в чугунах» [40]. Интересно отметить, что редакция французского журнала в свое время обратилась к Н. В. Калакуцкому с просьбой подписать статью полным именем (некоторые свои статьи автор подписывал псевдонимом Н. К.), так как оно пользовалось широкой известностью во Франции [42]. Статья была подписана: Н. В. Калакуцкий, генерал русской артиллерии.

Последний труд ученого касался американских опытов по скреплению орудий кольцами, изложенных в работе капитана французской артиллерии Гастона Мога. Н. В. Калакуцкий начал свою статью с констатации того факта, что методы, применяемые американскими исследователями Говардом и Литчфильдом для изучения внутренних напряжений в чугунном стволе, очень похожи на методы, которые он описал в своей книге. Были близки и результаты опытов — характер и распределение внутренних напряжений в 9-дюймовом чугунном орудии.

Рассматривая последствия скрепления орудия, Н. В. Калакуцкий констатировал, что американские опыты «подтверждают то, что мы говорили о скреплении, а именно, что оно может привести к неблагоприятным последствиям при осуществлении его как стальными обручами, так и проволочными обмотками... Эти опыты являются новым доказательством того предположения, которое мы выдвигали, утверждая, что „порочная практика скрепления чугунных пушечных стволов явилась, весьма вероятно, причинной уменьшения сопротивляемости этих орудий, по меньшей мере в некоторых случаях или когда чугун был недостаточно хорошего качества“» [40. Р. 463]. Свою позицию ученый пояснил следующим примером. В 1882 г. 28-фунтовая чугунная пушка с нескрепленным стволом была проверена стрельбой и хорошо выдержала испытания. Затем такому же испытанию подверглось ана-

логичное чугунное орудие, но скрепленное в два ряда стальными обручами. После стрельбы орудие было повреждено настолько, что, по словам Н. В. Калакуцкого, для артиллерийских орудий этой модели невозможно было установить предел свыше 200 выстрелов (т. е. крайне малый.— А. Ч.). «Таким образом,— заключал ученый,— пушка с нескрепленным стволом прекрасно перенесла напряжение, в полтора раза превышающее теоретически допустимое, тогда как скрепленное орудие, подвергнутое напряжению, не превышающему $\frac{3}{4}$ расчетного, было полностью выведено из строя» [40, Р. 464].

Рассмотрением этой статьи, впервые введенной здесь в научный оборот, завершается анализ научно-литературного наследия Н. В. Калакуцкого, которое по подсчетам автора данной книги, составляет около 90 печатных листов. Однако, к сожалению, пока еще трудно представить себе полный объем рукописного наследия ученого, но говорить о его значении можно. В этой связи интерес представляют высказывания А. И. Скиндера — автора ряда работ о стали и стальных орудиях, и видимо, человека близкого Н. В. Калакуцкому. Об этом свидетельствует и написанный им некролог Н. В. Калакуцкого, где приведены некоторые подробности жизни ученого и дана характеристика его личных качеств. А. И. Скиндер стал держателем неопубликованного научно-литературного наследия Н. В. Калакуцкого, которое он передал ему, надо полагать, незадолго до смерти. Высоко оценивая научные заслуги ученого, А. И. Скиндер писал в 1890 г.: «Документы эти (речь идет о материалах Н. В. Калакуцкого по исследованию ружейной ствольной стали.— А. Ч.) получены мной от г. Калакуцкого; некоторая часть из них уже служила ему данными для опубликования работы „Испытания ствольной стали и опыты над малокалиберными стволами разных заводов“..., равно как „Материалы для изучения сталелитейного дела в России“; другая же, гораздо большая часть документов могла бы составить капитальное сочинение „Опыт систематического изучения свойств стали и других металлов, употребляемых в артиллерии“» [64. С. 310].

А. И. Скиндер имеет в виду крупный труд Н. В. Калакуцкого, обобщающий всю его научную деятельность в области производства стали и стальных

орудий. Все попытки разыскать эту работу ученого, являвшую собой дело его жизни, не увенчались успехом, и видимо, надо считать ее утраченной. Трудно предположить, почему Н. В. Калакуцкий не опубликовал свой труд, делал ли он к этому попытки и т. п. И тем не менее факт существования такой работы вполне достоверен и свидетельствует о стремлении Н. В. Калакуцкого подвести итог одного из важнейших направлений своего научного пути.

18 и 19 января 1889 г. в петербургских газетах появились траурные объявления, в которых вдова ученого Екатерина Федоровна Калакуцкая извещала родных и знакомых о кончине своего мужа, о месте и времени похорон. Артиллерии генерал-майор Николай Вениаминович Калакуцкий был похоронен 19 января 1889 г. на кладбище Александро-Невской лавры. На похоронах присутствовало много инженеров, ученых и писателей, пришедших отдать последний долг выдающемуся русскому ученому и организатору производства [42]. К сожалению, ныне могила Н. В. Калакуцкого не обнаружена.

«Можно без преувеличения сказать, что если в настоящее время в России изготавливаются удовлетворительные стальные пушки, то в значительной мере этому делу способствовал генерал-майор Калакуцкий... Вообще генерал-майор Калакуцкий был работник усердный и неутомимый, масса труда, им исполненного, огромна, и труд этот имел решительное влияние на снабжение артиллерии доброкачественными пушками и ружейными стволами русского приготовления»¹. Эта весьма лестная, хотя и неполная оценка научных и практических заслуг Н. В. Калакуцкого, его деловых качеств принадлежит выдающемуся русскому ученому, специалисту в области механики, металлургии, артиллерии академику А. В. Гадолину, хорошо знавшему Николая Вениаминовича и сотрудничавшему с ним.

Смерть Н. В. Калакуцкого нашла широкий отклик в русской печати. Некрологи были напечатаны в «Артиллерийском журнале» [65], в газетах «Новости и биржевая газета» [42], «Минута» [55], «Петербургский листок» [56], «Сын отечества» [57] и др. Все они подчеркивали большое значение научных работ и практической деятельности Н. В. Калакуцкого, отмечали

¹ АВИМАИВиВС. Ф. Гл. арт. упр. 1 отд. Св. 2. Д. 859. Л. 8.

широкую известность его трудов за границей. Вместе с тем в некоторых некрологах обращалось внимание на тот факт, что Н. В. Калакуцкий не был по достоинству оценен в России и занимал весьма скромное положение.

Большую и прочувственную статью, посвященную памяти Н. В. Калакуцкого, поместила «Новости и биржевая газета». «В смерти этой,— писал ее автор,— артиллерийская наука и техника сталелитейного дела понесли невозгладимую потерю, а русское общество лишилось прекрасного, общительного всегда отзывчивого к добру и замечательного по трудолюбию человека». Отмечая широкую известность Н. В. Калакуцкого в России и за границей, его роль в качестве консультанта иностранных заводов, автор статьи с гордостью констатировал, что «самые выдающиеся иностранные заводы и техники, не исключая и знаменитого Круппа, не раз обращались к Н. В. Калакуцкому за сведениями и советами в деле практической техники. Имя Николая Вениаминовича пользовалось почетной известностью среди специалистов сталелитейного и артиллерийского дела как в Европе, так и в Америке...». В заключение статьи, правда, в завуалированной форме автор выражал свое возмущение отношением царского правительства к талантливому ученому. «Несмотря на свои заслуги Н. В. Калакуцкий,— подчеркивал он,— был самый скромный человек и быть может благодаря этой скромности и отчуждению от всяких искательств занимал у нас весьма обыденное служебное положение. В 1884 г. Калакуцкий выпущен был даже в отставку за выслугой 35 лет, как бы за ненужностью его для нашего артиллерийского ведомства» [42].

Теплую статью об ученом напечатала газета «Минута». «По характеру своему Н. В. Калакуцкий,— отмечал ее автор,— был менее всего военным человеком... Он не затерся в заурядных условиях армейского быта и прошел тяжелую школу самообразования... Изучив иностранные языки и аналитическую химию, пополнив свои математические знания, Н. В. Калакуцкий получил доступ к знакомству с современным движением техники и занял в ней благодаря своим способностям и замечательной настойчивости видное положение... Весьма естественно, что преждевременная смерть Н. В. Калакуцкого будет отмечена в военной

и технической журналистике и произведет самое печальное впечатление не только у нас, но и за границей» [55].

Посмертная судьба ученого тесно связана с признанием его трудов и научных достижений, применением их в народном хозяйстве. Н. В. Калакуцкий вошел в историю науки прежде всего как автор глубокого исследования внутренних напряжений в чугуне и стали. Это заслуженная, но неполная слава. Она в значительной мере заслонила от нас славу Н. В. Калакуцкого как одного из пионеров термической обработки стали, непосредственного предшественника Д. К. Чернова, славу его как теоретика и организатора приемки артиллерийских орудий, основанной на строго научных основах.

В сложившейся ситуации есть своя закономерность. Работы Н. В. Калакуцкого в указанной области обработки стали и стальных изделий перекрыты трудами Д. К. Чернова и других ученых и стали достоянием истории. Несколько по-другому обстоит дело с его исследованиями в области внутренних напряжений. Несмотря на то что эти работы Н. В. Калакуцкий проводил более 100 лет назад, они принадлежат истории лишь отчасти. И это неудивительно — ведь проблемы внутренних напряжений исключительно сложны и далеко не все из них решены даже к настоящему времени. Такова логика исторического развития науки и техники.

В отношении к работам Н. В. Калакуцкого по внутренним напряжениям можно выделить несколько периодов. Сначала был блистательный взлет всероссийской и международной славы ученого в связи с выходом в свет его «Исследования внутренних напряжений в чугуне и стали». Хронологические рамки этого периода невелики; он завершается концом XIX в., почти сразу же после смерти Н. В. Калакуцкого. Затем наступило время забвения его имени и трудов в этой области. Проблема внутренних напряжений не разрабатывалась в течение десятилетий. По словам советского специалиста в области внутренних напряжений И. В. Кудрявцева, «долгое время исследования Н. В. Калакуцкого не получали развития ввиду того, что уровень запросов машиностроительной промышленности был в то время недостаточно высоким» [48. С. 7]. И только начиная с 1907 г. появляется ряд

работ немецкого ученого Е. Гейна, посвященных внутренним напряжениям². Однако имя Н. В. Калакуцкого в них даже не упоминалось. Более того, в зарубежной научной литературе внутренние напряжения стали называть напряжениями Гейна³.

Истинное значение внутренних напряжений по достоинству оценили только в 20-х годах, когда появился целый ряд работ, осветивших многие до того времени не совсем ясные вопросы о характере и роли внутренних напряжений. В СССР ведущим учреждением в этой области стал Ленинградский физико-технический институт, где была создана специальная лаборатория под руководством профессора Н. Н. Давиденкова. Именно он спустя 60 с лишним лет после выхода книги Н. В. Калакуцкого провел сравнительный анализ методов изучения внутренних напряжений Калакуцкого и Закса, блестяще доказав, что «к методу Закса следует обращаться только в крайних случаях (например, при длинных и тонких стержнях), когда вырезка колец по методу Калакуцкого невозможна. Во всех остальных случаях следует предпочесть метод Калакуцкого» [45. С. 188]. Так был открыт период вторичного признания Н. В. Калакуцкого и его выдающегося исследования. В 1951 г. И. В. Кудрявцев, давая оценку этому труду, писал: «Это был первый капитальный научный труд, дающий не только глубокий теоретический анализ, но и содержащий большой экспериментальный материал. Работой Н. В. Калакуцкого был впервые дан метод количественного измерения остаточных напряжений путем разрезки изделия и последующих наблюдений за деформацией. Этот метод в различных модификациях применяется до настоящего времени в экспериментальных работах во всех странах мира» [48. С. 7].

Высоко оценил работы Н. В. Калакуцкого и всемирно известный ученый С. П. Тимошенко. В своем фундаментальном труде по истории науки о сопротивлении материалов он подтвердил большую практическую роль внутренних напряжений, привел примеры

² *Mein E. Ueber bleibende Spannungen in Werkstücken infolge Abkühlung // Stahl und Eisen Zeitschrift für das deutsche eisenhüttenwesen. Düsseldorf, 1907. N 37. 11 Sept. S. 1309–1315; N 38. 18 Sept. S. 1347–1353.*

³ *Зейтц Ф. Физика металлов. Пер. с англ. М.; Л.: Гостехиздат, 1947. С. 170.*

их разрушающего воздействия в различных металлических изделиях. Придавая большое значение измерениям внутренних напряжений, С. П. Тимошенко признал эффективность метода Н. В. Калакуцкого и в настоящее время. «Для того чтобы измерить остаточные напряжения в каком-либо элементе конструкции,— писал он,— нам следует разрезать этот элемент на тонкие слои. Измеряя возникающие при этом деформации, мы получаем данные, из которых остаточные напряжения могут быть получены вычислением. Первые опыты такого рода были произведены Н. В. Калакуцким, изучающим остаточные напряжения в сплавах орудий»⁴. При этом С. П. Тимошенко ссылаясь на книгу Н. В. Калакуцкого в русском и иностранных изданиях. За последние десятилетия это высказывание С. П. Тимошенко является наиболее авторитетным подтверждением заслуг Н. В. Калакуцкого в области внутренних напряжений.

Как видим, проблема воздействия внутренних напряжений на прочность изделий до сих пор не потеряла своего практического значения, а в ряде случаев стоит особенно остро. По мнению И. В. Кудрявцева, «можно считать несомненным весьма существенное проявление остаточных напряжений в сопротивляемости стальных изделий усталостным разрушениям...» [48. С. 265]. Однако он не ограничивался этим утверждением, созвучным с наблюдениями Н. В. Калакуцкого, а подтверждал вывод ученого о возможности и целесообразности использования полезных внутренних напряжений. Более того, И. В. Кудрявцев считал эту задачу полностью еще не решенной. «Использование благоприятных остаточных напряжений,— писал он,— для повышения циклической прочности и долговечности деталей машин является рациональным и весьма перспективным» [48. С. 266]. Уже в 70-х годах в одной из работ по внутренним напряжениям указывалось, что «в 1887 г. Н. В. Калакуцким было положено начало систематических исследований остаточных напряжений и впервые разработан метод их расчета»⁵. При этом авторы статьи также подчеркивали значимость

⁴ Тимошенко С. П. История науки о сопротивлении материалов с краткими сведениями из истории теории упругости и теории сооружений. Пер. с англ. М.: Гостехиздат, 1957. С. 462—463.

⁵ Туровский М. Л., Биргер А. И. Остаточные напряжения //

изучения внутренних напряжений для дальнейшего прогресса в металлургии. Как уже отмечалось, в наши дни не забыты работы Н. В. Калакуцкого и по проблемам внутренней баллистики.

Деятельность Н. В. Калакуцкого сейчас приобретает новый и весьма интересный аспект актуальности в связи с тем, что он был первым организатором государственной приемки изделий от промышленности, основанной на разработанной им системе рациональных принципов и приемов. Вероятно, это может стать предметом самостоятельного исследования.

Жизнь и деятельность Николая Вепяминовича Калакуцкого, ученого-самоучки, экспериментатора и теоретика, внесшего громадный вклад в науку и практику сталелитейного производства, в дело обороны страны,— яркий пример самоотверженного служения Родине и народу.

Основные даты жизни и деятельности Н. В. Калакуцкого

- 1831, 11 февраля – родился в с. Дятлове Смоленской губернии.
1845 – окончил Тульскую гимназию.
1845–1849 – обучение в Дворянском полку.
1849–1861 – служба в войсках, участие в Крымской войне (1853–1856 гг.).
1861 – прибытие в Златоуст в качестве приемщика стальных орудий с Княземихайловской фабрики.
1866 – публикация статьи «Проба стальной орудий».
1867 – выход в свет исследования «Материалы для изучения стальных орудий».
1869 – публикация исследования «Материалы для изучения сталелитейного дела в России».
1870–1871 – переезд в Петербург. Руководство комиссией по испытанию ствольной стали. Выход в свет работы «О некоторых сплавах меди».
1870–1884 – правитель дел II отдела Артиллерийского комитета.
1871 – публикация исследования «Испытания ствольной стали и опыты над малокалиберными стволами разных заводов».
1871–1884 – приемщик орудий с Обуховского сталелитейного завода.
1874 – выход в свет статьи «Александровский чугунопушечный завод».
1875 – участие в работе съезда Главных по машиностроительной промышленности деятелей.
1877 – выход в свет исследования «Подробное изложение результатов механических испытаний, произведенных над сталью Обуховского завода».
1877–1878 – участие в работе комиссии по перевооружению полевой артиллерии.
1878 – награждение научной премией имени генерала А. В. Дядина.
1879 – публикация исследования «Работы по определению давления пороховых газов в стальных малокалиберных стволах при различных условиях стрельбы».
1883–1884 – участие в работе Особой комиссии артиллеристов.
1884 – отставка от военной службы. Назначение на должность Главного техника Обуховского завода.
1886 – публикация работы «Новая английская артиллерия в начале 1886 г.».
1887 – выход в свет книги «Исследование внутренних напряжений в чугуне и стали».
1888 – выход в свет второго русского, английского и французских изданий книги Н. В. Калакуцкого.
1888–1889 – публикация исследований «Заметки по поводу опытов для исследования внутренних напряжений» и «Заметки о внутренних напряжениях в чугуне» во французской печати.
1889, 17 января – умер в Петербурге. Похоронен на кладбище Александро-Невской лавры.

Приложение

Н. В. Калакуцкий

Заметки о внутренних напряжениях в чугуне [40]

Методы, применяемые М. М. Говардом и Литчфилдом для изучения внутренних напряжений в чугунном стволе¹, очень похожи на методы, которые были ранее описаны в Revue². Сравнивая результаты, полученные американскими экспериментаторами, с теми, к которым мы пришли, изучая чугунный 9-дм ствол³, можно констатировать, что характер и распределение напряжений в обоих случаях были похожи; только величины напряжений не были одинаковы, что легко объясняется различием условий охлаждения металла. В американском диске сжатие верхнего слоя сердечника было $-0,00023$, тогда как в стволе русской 9-дм пушки величина этого сжатия составляла $0,00137$.

После наложения стальной проволоки было снова произведено сжатие $-0,0015034$ сердечника американского орудия. Итак, сумма начального сжатия и сжатия при скреплении достигает $0,00173$.

Но это общее сжатие превосходит то, которое соответствует пределу упругости; действительно, это последнее сжатие по отношению к пределу упругости равно модулю упругости, т. е. $\frac{15,74}{12650} = 0,00124$. Допустим, что ствол русского 9-дм орудия скреплен таким же образом, что и американского; тогда металл по окружности сердечника испытывал сжатие $(0,00137 + 0,00150) = 0,00287$, т. е. он был бы подвергнут силе, величина которой составляет три четверти той силы, которая разрушила бы чугун.

Скрепление ствола орудий

Американские опыты, таким образом, подтверждают то, что мы говорили о скреплении, а именно, что оно может привести к неблагоприятным последствиям при осуществлении его как стальными обручами, так и проволочными обмотками. В самом деле, скрепление орудийного ствола пушки Вудбрижа произвело значительные изменения в свойствах металла. Чугун испытывал постоянное сжатие, которое по окружности сердечни-

¹ Voir p. 450.

² Voir Revue d'artillerie, janner 1888, t. XXXI, p. 301.

³ Voir Revue d'artillerie, février 1888, t. XXXI, p. 397 et 412.

ка достигало — 0,000165. Сопротивляемость по отношению к силе тяги уменьшалась так же, как и по отношению к сжатию. Предел упругости металла, работающего при тяге, понизился в значительной пропорции, тогда как предел упругости относительно сжатия оставался сравнительно постоянным⁴. Эти опыты являются новым доказательством того предположения, которое мы выдвинули, утверждая, что «порочная практика скрепления чугунных пушечных стволов явилась, весьма вероятно, причиной уменьшения сопротивляемости этих орудий по меньшей мере в некоторых случаях или когда чугун был недостаточно хорошего качества»⁵.

Приведем в качестве примера по этому поводу результаты еще одного опыта, произведенного в 1882 году. 28-фунтовая чугунная пушка с нескрепленным стволом была подвергнута испытательной стрельбе в условиях, указанных в следующей таблице. Внешний радиус орудия составлял 442 мм, 952, а радиус патронника 144 мм, 777. Предел упругости чугуна был 1464 атм, а сопротивляемость упругости ствола исчислялась в 1180 атм. Порох употреблялся призматический с удельным весом 1,75.

Испытательная стрельба из 28-фунтовой чугунной пушки с нескрепленным стволом

| Количество выстрелов | Вес заряда, кг | Вес выброшенного снаряда, кг | Начальная скорость, м | Напряжение | |
|----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------------|
| | | | | в аппарате Родмана, атм | посредством крешера, атм |
| 400 | 34,8 | 217 | 274 | 1061 | 1086 |
| 50 | 39,7 | 217 | 293 | 1240 | 1278 |
| 50 | 45,5 | 217 | 308 | 1737 | 1628 |

Второй ствол из того же чугуна, что и предыдущий, но скрепленный в два ряда стальными обручами с зажимом, идентичным зажиму орудий, применяемых в настоящее время в артиллерии, был затем подвергнут испытательной стрельбе в условиях, указанных ниже. Внешний радиус пушки составлял 654 мм, 0,38, а сопротивляемость 2600 атм.

Испытательная стрельба из чугунной 28-фунтовой пушки со скрепленным стволом

| Количество выстрелов | Вид пороха | Вес заряда, кг | Вес снаряда, кг | Начальная скорость, м | Напряжение, атм |
|----------------------|-----------------------------------|----------------|-----------------|-----------------------|-----------------|
| 507 | Порох призматический 1878, D=1,75 | 52,4 | 250' | 349 | 1927 |
| | | 54,5 | 217 | 377 | 1909 |
| 100 | Порох призматический 1879, D=1,75 | 52,4 | 250 | 357 | 2238 |
| | | 54,5 | 217 | 386 | 2203 |

⁴ Voir p. 460.

⁵ Voir Revue d'artillerie, février 1888, t. XXXI, p. 398.

После стрельбы пушка была повреждена настолько, что невозможно было установить предел свыше 200 выстрелов для артиллерийских орудий этой модели.

Таким образом, пушка с нескрепленным стволом прекрасно перенесла напряжение, в полтора раза превышающее теоретически допустимое, тогда как скрепленное орудие, подвергнутое напряжению, не превышающему $\frac{3}{4}$ расчетного, было полностью выведено из строя.

Работы Калакуцкого по определению давлений пороховых газов в стальных малокалиберных стволах при различных условиях стрельбы [46]

Работы эти предприняты были Калакуцким с целью установления пробы черновых ружейных стволов винтовок Бердана.

Опыты стрельбы из стволов при разных условиях производились с 1876 по 1878 г.

Приступая к опытам, Калакуцкий прежде всего постарался выяснить величину того наибольшего давления, которое не следовало бы превосходить при пороховой пробе ружейных стволов и которое в то же время было бы достаточно для раскрытия пороков в металле стволов.

По мнению Калакуцкого, предельное наибольшее давление при пробе должно определяться в зависимости от механических свойств стали и не превосходить значительно предельной упругости стали. С другой стороны, оно должно быть несколько выше того наибольшего давления, которое развивается в винтовках во время стрельбы обыкновенным патроном при употребляемых сортах пороха и при различных случайностях, могущих иметь место на службе.

Второй элемент, который по его мнению необходимо иметь в виду для правильной пороховой пробы,— это предел распространения по длине ствола давлений, достаточных, чтобы обнаружить пороки в металле, а вместе с тем назначение той предельной величины, ниже которой не должны быть давления ни в какой части канала.

Основываясь на опытах Пермского завода над стволиками, которые вынимались по оси кованных орудийных болванок, Калакуцкий пришел к заключению, что минимум давлений, развивающихся при пороховой пробе не должен быть ни в одной части ствола ниже 1000 атм.

Имея в виду, что при установке пороховой пробы главным образом нужно стремиться лишь к повышению наименьших давлений, достигаемых в стволе с ограничением при том наибольших давлений пределами прочного сопротивления металла.

Так как решить такую задачу при существовавших условиях пробы было невозможно, явилась мысль изменить самый способ пробы, а для этого оказалось необходимым предварительно исследовать зависимость давлений пороховых газов на изменения условий стрельбы и решить, на чем остановиться. В этом и заключалась цель опытов, произведенных Калакуцким.

Опыты производились стрельбой из обыкновенных берданок, из берданки со специально подготовленным нарезным стволом, у которого камора была отделана по чертежу внутренней пустоты снаряжаемой гильзы, и из черновых стволов. Одна винтовка была снабжена одним прибором Родмана, другая — тремя; винтовка со специально подготовленным стволом делясью приборами, к черновому стволу также было приспособлено 10 приборов Родмана, расположенных вдоль ствола. Места расположения приборов обозначены на чертежах короткими черточками. От казенного обреза ствола приборы были на расстоянии¹ 0,75; 1,25; 2,00; 3,06; 5,06; 7,06; 11,06; 15,06; 20,31; 25,87 и 31,87.

На медных плитках приборов делались предварительные отпечатки длиной от 2 до 3 м соответственно давлениям от 150 до 250 атм. По длине отпечатков, полученных при выстреле на медных плитках, определялись давления посредством воспроизведения новых отпечатков на тех же сторонах плиток под рычажным прессом, вдавливающим тот же нож Родмана в плитку.

По обмеренным отпечаткам, полученным при выстреле и на прессе, и усилию, производящему отпечаток на прессе, вычислялась величина давления при выстреле, причем принималось, что квадраты длин отпечатков пропорциональны усилиям, их производящим. Пуля для пробы черновых стволов принята была цилиндрическая с кольцеобразными поясками; диаметр пули по пояскам был на 1 точку, а в цилиндрической части на 3 точки менее калибра ствола. При зарядении на заряд клали один войлочный пыж; заряд прибавали тремя ударами шомпола весом в 1 фунт; на пыж опускали пулю, и раздавали ее в ствол 3-я ударами шомпола, и затем на пулю клали и прибавали второй войлочный пыж. Воспламенение заряда воспроизводилось или стопином через заправку, наполненную мякотью, индукционным током, или при помощи ударного приспособления.

Стрельба из винтовок и черновых стволов производилась разными порохами: обыкновенным ружейным порохом; порохом, предложенным Кайгородовым, и порохами разных государств.

Результаты всех произведенных опытов при стрельбе из гладкого ствола сгруппированы Калакуцким в 3-х таблицах и демонстрированы диаграммами, построенными по средним цифрам давлений для каждой серии выстрелов в зависимости от положения приборов на стволе. Сгруппированные результаты дают возможность видеть: 1) развитие давления пороховых газов в стволах в зависимости от различных комбинаций из веса зарядов и пули при данном сорте черного пороха, 2) изменение давления пороховых газов в зависимости от места и способа воспламенения заряда и 3) изменение давления пороховых газов в зависимости от объема канала ствола за пулей и от места нахождения заряда и пули. По поводу цифровых данных таблиц Калакуцкий замечает нижеследующее: если рассмотреть в таблицах отдельные цифры давлений, полученные для одних и тех же серий выстрелов, то эти цифры иногда весьма значительно различаются для одного и того же поперечного сечения канала, хотя опыты ведены с возможной тщательностью. Чтобы

¹ В дюймах. — А. Ч.

объяснить эти аномалии, Калакуцкий пользуется замечанием Нобля, сделанным в его сочинении по исследованию действия воспламененного пороха. Нобль говорит, что при устрелении пороха, быстро воспламеняющегося или действующего разрушительно, продукты разложения части, сгоревшей сначала, врываються с весьма большой скоростью в промежутки заряда или в зазор между зарядом и стенками ружья, причем, встречаясь с каким-либо препятствием, их живая сила снова обращается в давление, и могут происходить весьма большие и волнообразные местные давления, которые и указывает Калакуцкий. По мнению Калакуцкого, когда является такое местное большое давление, то газы приходят в сильное волнение, и волны давлений движутся взад и вперед от одного конца заряда к другому, и это продолжается иногда во время движения снаряда по каналу. Таким образом, движение сообщается пуле не только давлением, но и рядом ударов большей или меньшей силы, хотя время действия этих местных давлений весьма мало, но существование их отмечается приборами Родмана.

На основании своих опытов Калакуцкий приходит к положительному заключению, что волны давлений имеют место при стрельбе из ружейных стволов. Наиболее наглядно существование волн показывают опыты Калакуцкого, произведенные им с целью изучения зависимости давлений пороховых газов от изменения объема канала ствола позади пули и от относительного положения заряда и пули.

Относящиеся до этих опытов результаты продемонстрированы диаграммами. Опыты были ведены следующим образом. Если предполагалось оставить пространство между зарядом и пулей, то ствол заряжали как обыкновенно, т. е. ставили вертикально и в него всыпали заряд, клали пыж и прибивали ударом шомпола. Затем ствол укрепляли горизонтально, загоняли с дула шомполом пыж, туго входящий в канал ствола, а на пояс надвигали пулю в определенном расстоянии от дульного среза, так что пуля в стволе лежала совершенно свободно. Следовательно, сама пуля представляла весьма слабое препятствие движению пороховых газов.

При опытах же, когда желали заряд и пулю поместить вместе и оставить свободное пространство между дном ствола и зарядом, поступали следующим образом: укрепляли в тисках стержень надлежащей длины и насаживали на него ствол со стороны дула, затем с казны вводили в канал пулю и разбивали ее на стержне ударами шомпола настолько, чтобы она осталась на своем месте при переворачивании снятого со стержня ствола дулом к низу. Тогда на пулю помещали пыж и всыпали порох, а на него осторожно надвигали туго входящий пыж.

Произведенные опыты распадаются на три группы. К первой относится стрельба обыкновенным ружейным порохом с оставлением свободного пространства между зарядом и пулей, ко второй группе — те же опыты, но при стрельбе более медленным порохом, и, наконец, к третьей группе — опыты при оставлении свободного пространства позади заряда. Из рассмотрения результатов опытов первой группы усматривается следующее. При увеличении объема канала позади пули вдвое и втрое против нормального объема данного заряда на кривой замечаются две волны наибольшего давления, одна — у дна, а другая — против пули. При двойном объеме пространства за пулей высота

волны, ближайшей к дну, возрастает сильно. Так, при двойном заряде и двойной пуле давление с 2200 атм поднимается до 4223 атм; с достижением тройного объема пространства позади пули высота двух главных волн сравнивается. С дальнейшим увеличением объема позади пули высота волны у дна начинает понижаться, а волна у дульной части возрастать и подвигаться к дульному срезу. Возрастание последней волны достигает наибольшей высоты лишь при четверном объеме пространства позади пули. Затем при дальнейшем увеличении объема она начинает убывать. Результаты опытов второй группы, т. е. с более медленным порохом, вполне аналогичны с результатами опытов 1-й группы.

В опытных данных замечаются случаи, когда точка наибольшего давления, по-видимому, получается между двумя приборами, когда она как бы передвигается по длине ствола между двумя смежными приборами. Для наглядности в пояснение сказанного приводятся кривые давлений, полученных при 3 выстрелах одной и той же серии при двойном объеме пространства за пулей. Громадное развитие давлений выразилось не только сильным увеличением длин отпечатков на медных плитках приборов, но и другими признаками, как-то: появлением сильной раздутости ствола в местах этих давлений, отрывом приборов от стоек и т. д. Результаты опытов третьей группы показывают, что при существовании свободного пространства позади заряда и употреблении медленно сгорающего пороха у дна ствола образуется одна только характерная волна высокого давления. По замечанию Калакуцкого это давление достигает значительной величины и может перейти в очень опасное давление в тех только случаях, когда волны пороховых газов достигают дна ствола с наибольшею живою силой, что имеет место при известной длине пространства за зарядом и известной величине заряда. В этом случае волны отражаются и давления накаплиются до громадных величин вследствие того, что газы встречают здесь препятствие, совершенно останавливающее их давление. Такой же случай может быть и при существовании свободного пространства между зарядом и пулей, когда при том пуля заклинена в стволе. Так, в опытных данных приводится выстрел, при котором давление у дна пули возросло до 7400 атм, между тем, как пространство между зарядом и пулей было более того предела, при котором можно ожидать, по выводу Калакуцкого, появления столь опасных давлений. Заряд при этом выстреле был 3 зол 54 д., пуля 11 зол 18 д. Пуля вылетела. Давления на приборах были такие: 2950; 2200; 1600; 1230; 1826; 2900; 7400; 765; 787 и 270 (пуля продвинулась на 3,5 дм при предвыстреле и задела; положение до выстрела — объем позади пули равен 3 объемам заряда). При этих опытах были сделаны между прочим определения скоростей, причем получилось следующее:

1. При заряде и пуле двойного веса и нормальном объеме канала за пулей (восплам. заряда сзади) получилась скорость 1094 ф. сек., 1099 и 1028.

2. То же, но объем канала за пулей вдвое против нормального и между зарядом и пулей оставлено свободное пространство — 992 фут. сек., 851, 928, 999.

3. То же, что и в предыдущем случае, только заряд помещен непосредственно за пулей. Свободное пространство оставлено за зарядом 739, 743, 786 ф. сек.

Примечание. Отверстие для запала было большого диаметра, могла быть значительная потеря газов через отверстие, чем и объясняется малая скорость. Волны значительной высоты близ дна пули при порохе быстро сгорающем и две волны повышенных давлений при медленно сгорающем порохе наблюдались и при обыкновенных условиях заряжения, т. е. когда заряд и пуля занимали пространство, равное собственному объему. Все однако случаи повышенных давлений относятся к тем выстрелам, когда употреблялись заряды и пули увеличенного веса. При опытах по определению давлений пороховых газов в нарезном стволе при употреблении различных сортов пороха и веса заряда и пули нормального явления волн, подобных выше описанным, судя по приведенным в таблицах данным не наблюдалось. Кривые давлений пороховых газов в этом случае имеют один общий характер: неизменяемость положения точки наибольшего давления газов при всех сортах пороха, взятых для испытания.

На основании результатов своих опытов Калакуцкий пришел к твердому убеждению, что наиболее рациональная пороховая проба (в смысле испытания металла ствола) может быть достигнута, если воспользоваться свойством пороховых газов переносить точки наибольшего давления на различные расстояния по длине ствола, что возможно при отодвигании пули от заряда.

**Технические условия
по приему с Обуховского завода
стальных орудий и мортир,
заказываемых без окончательной их отделки
на заводе ¹**

§ 1

Прием с Обуховского завода орудий и мортир для сухопутного ведомства производится на основании результатов механических испытаний металла от орудийных стволов и скрепляющих колец, причем, однако же, завод при валовой работе обязан строго держаться раз принятого им способа приготовления им орудий, т. е. 1, употреблять для орудийных стволов и скрепляющих колец тигельную сталь; 2, не вводить в состав шихты новых материалов, не употреблявшихся заводом прежде при литье орудий; и 3, подвергать орудийные стволы и скрепляющие кольца отжиганию теми способами, которые существуют на означенном заводе, как-то или отжиганию в масле или отжиганию при медленном охлаждении, не употребляя, однако же, тот и другой способ безразлично для орудий одного и того же калибра.

Примечание. Если завод найдет полезным принять для орудийных стволов отжигание одним, а для скрепляющих колец

¹ Разработаны Н. В. Калакуцким и приняты членами Артиллерийского комитета 31 мая 1872 г. (ЦГВИА СССР. Ф. 504. Оп. 9. Д. 76. Л. 222—234, 237).

другим способом, то это не считается нарушением вышеупомянутого правила, лишь бы только завод готовил все орудия данного калибра одинаково.

§ 2

Ни одно существенно важное изменение в способе приготовления орудий, как-то: употребление вместо тигельной стали иной литой стали, например, получаемой на поде газовых печей, бессемерованием и т. п., составление шихты, существенно различающейся от ныне принятой на заводе по характеру входящих в нее материалов; замена кованых скрепляющих колец прессованными или прокатанными на машине и введение новых видов отжига стволов и колец допускается лишь по особенному разрешению Главного артиллерийского управления. Что же касается до сырых материалов, то завод должен для составления орудийной шихты заготавливать только те из них, которые он до сих пор употреблял, а именно: чугуны, выплаваемые из Бакальских руд в округе Златоустовских и Юрезанских заводов; пудлинговую сталь с Финляндских заводов Арпе и Путилова; с Уральских заводов — Саткинского, Юрезанского и Серебрянского, а также приготовляемую на Обуховском заводе из чугунов Арпе, Саткинского, Юрезанского, Гороблагодатского, Невьянского и Шпигельейзена; железо с заводов Демидова; окисляющие вещества: магнитный железняк из Незминской горы близ Златоуста и имеющийся в продаже порошок марганца.

Выводить другие здесь непоименованные материалы, в особенности если они значительно отличаются от прежних, завод не может без согласия на то Главного артиллерийского управления, которое определяет и те условия, на основании которых это может быть допущено.

§ 3

Металл всех орудий, изготовляемых на Обуховском заводе по нарядам Артиллерийского ведомства, должен быть подвергнем таким механическим испытаниям, которые давали бы возможность судить об его свойствах в совершенно готовом изделии, указывали бы на сорт пушечной стали и ее однокачественность в одной и той же кованой болванке и позволяли бы определять степень влияния обоих принятых на заводе способов отжига в зависимости от степени нагрева металла при этой операции. Производить эти испытания Артиллерийское ведомство ставит в неперемное условие заводу при выполнении заказа; но разделяет их на испытания, служащие для выработки побочных данных для оценки орудий, и на испытания, результаты которых принимаются в расчет при скреплении орудий. Как те, так и другие должны состоять в следующем:

а) от каждой кованой болванки для орудийного ствола по ее оси следует вынимать стержень, из которого приготовляются стволы и испытываются на разрыв нагнетанием воды. Стволы делаются одной и той же длины для каждого калибра, при толщине их стен в $\frac{1}{4}$ калибра. Для разрыва стволыков следует устроить пресс, подобный тому, который имеется для этой цели на Пермском заводе. Давление при разрыве стволыков определяется помощью прибора Родмана. Стержни, вынимаемые по оси орудийных болванок, должны иметь по возможности большую длину и больший диаметр.

б) Для испытания на растяжение металла в неотожженном состоянии берутся два бруска; один по оси заклиновой части, а другой от дульного среза каждой кованой ствольной болванки; последний следует вырезать по касательной к каналу.

в) После отжига ствола отрезаются диски от его казенной части, от дульной части, из этих дисков по касательной к каналу затачиваются бруски для испытания на растяжение. Кроме того, по оси клинового отверстия берется два образца по одному с каждой стороны для испытания на разрыв.

г) От каждой болванки, служащей для изготовления скрепляющих колец, берется по указанию приемщика два бруска после расковки колец на штреве и их отжига.

д) Каждый орудийный ствол после отжига его непременно должен быть подвергнут пробе гидравлическим давлением на основании правил, которые будут изложены ниже. Результаты испытаний, означенных в пунктах а) и б), служат только как руководство при сравнении и оценке орудий между собой, результаты же испытаний, изложенных в последних трех пунктах, определяют пригодность ствола и колец на дело орудий.

Примечание. Для производства всех вышеизложенных испытаний завод обязывается установить на свой счет рычажный пресс Брауна с двумя катетометрами; сильный гидравлический пресс для испытания как орудийных стволов, так и вынимаемых из них стволиков и достаточное количество небольших токарных станков для затачивания и высверливания образцов. На первое же время, т. е. до установки необходимых приборов, заводу дозволяется ограничиться только испытаниями, означенными в пунктах в) и г), производя их — как то принято заводом на прессе Киркальди.

§ 4

Артиллерийское ведомство принимает с Обуховского завода только те орудия, металл которых по результатам механических испытаний, определяемых растяжением до разрыва длинных брусков на прессе Киркальди, не выходит из поставленных заводу пределов, а именно: предел прочного сопротивления металла в орудийных стволах и скрепляющих кольцах при принятых на заводе способах отжигания не должен быть ниже 2300 атмосфер. Для металла же в кольцах, нагоняемых впереди цапф, а также и в цапфельных кольцах, за низший предел прочного сопротивления принято 2000 атмосфер. Что же касается до высшего предела прочного сопротивления стали, то в этом отношении не признается необходимым назначать какие-либо численные данные.

Сопротивление разрыву длинных брусков, вырезанных из стволов и колец, может быть от 4000 до 8000 атмосфер, но при этом однако требуется, чтобы полное удлинение при разрыве брусков, взятых из казенной части ствола и от колец, не было менее 0,05.

Что же касается до сопротивления стволиков, вынимаемых по оси орудийных болванок и испытываемых гидравлической пробой, то в этом отношении пределы должны быть определены для Обуховского завода путем опыта. Необходимо, однако же, иметь в виду, что те орудия, в которых сопротивление стволиков ниже 1000 атмосфер или разница в сопротивлении смежных

стволов более 600 атмосфер, будут принимаемы на службу не иначе как после испытания их 100 выстрелами.

Примечание. Если предел прочности сопротивления металла отожженного оружейного ствола будет заключаться между 2300 и 2000 атмосфер по определению приемщиком на диаграммах, то такой ствол допускается на приговление орудия лишь с ответственностью завода, т. е. он принимается на службу после испытания его 100 выстрелами на заводской счет и при том, если расширение камеры по измерению ее звездкой Витворта совершенно прекратится к концу пробы. Стволы, прочные сопротивления которых ниже 200 атмосфер, к приему не допускаются.

Что же касается до металла в кольцах, то никаких отступлений в меньшую сторону против предела, назначенного для прочного сопротивления, делать не дозволяется.

§ 5

Ни одна кованая болванка не может быть употреблена на ствол для орудия, если ее металл по результатам механических испытаний образцов, вырезанных после отжига ствола из казенного диска и клиновых отверстий, выходит из пределов, указанных в предыдущем параграфе, то же самое правило относится и до отожженного металла в скрепляющих кольцах.

Если из трех образцов, взятых от диска казенной части отожженного ствола, два дадут удовлетворительные результаты, то ствол признается годным, в противном случае опыт повторяется еще над тремя образцами, вырезанными оттуда же, и если при этом два окажутся неудовлетворительными, то ствол не поступает на дело орудия. Что же касается до колец, то если один из двух взятых образцов окажется неудовлетворительным или даст окончательное относительное удлинение менее 0,05 д, то опыт над брусками повторяется. Получение в этом случае снова дурных результатов служит для приемщика основанием требовать от завода, чтобы из испытываемой таким образом болванки на скрепление орудия были употреблены только те кольца, которые дадут удовлетворительные результаты, для чего берутся и испытываются образцы от каждого отдельного кольца, а будет таких образцов взять нельзя, кольца не поступают в нагонку.

§ 6

Никакие другие механические испытания кроме тех, которые определены в трех предыдущих параграфах, для завода не обязательны. Все эти испытания непосредственно производятся самим заводом. На случай повторения испытаний приемщиком завод сохраняет до сдачи орудий диски, отрезаемые от ствола и колец. На первое время до окончания устройства приборов, необходимых для испытания гидравлической пробой стволов, вынимаемых по оси оружейных болванок, завод имеет право отправлять орудия для отделки в оружейную мастерскую без испытания стволов, но с тем, однако же, условием, чтобы такое испытание было окончено до пробы отдельных орудий стрельбой.

§ 7

По определении механических свойств пушечного металла завод приступает к скреплению орудий, причем стягивание между стволом и кольцами, а равно между последовательными рядами колец, должно быть вычислено на основании теории, изложенной генерал-майором Гадолиным (Артиллерийский журнал № 12 за 1862 год и № 2 за 1869 год) и указанной в журнале Комитета № 105 за 1868 год, принимаемая за пределы прочного сопротивления те данные, которые будут найдены на основании испытаний брусков отожженного металла растяжением.

§ 8

Наружные диаметры обточенного ствола и внутренние диаметры колец перед их нагонкой измеряются с помощью точных инструментов. Разность между диаметрами скрепляемой кольцами частью ствола допускается в 0,0125 д, но с тем, однако, чтобы разница во внутренних диаметрах каждого отдельного кольца не превосходила 10% вычисленной величины сжатия и на такую же точно величину разнились между собой по наружным диаметрам соответствующие кольцам части ствола. Требуется также, чтобы разность среднего диаметра ствола в месте нагонки данного кольца и среднего внутреннего диаметра этого кольца не отличалась более чем на 10% от той разности этих диаметров, которая вычислена по теории и которую предполагается достигать на деле. Ширина колец может быть изменяема по усмотрению завода, но при этом, однако, требуется, чтобы отступления в толщине колец были незначительны, а швы между ними перекрываются.

§ 9

Орудия, в канале которых при сверлении будут замечены раковины или центровые трещины, хотя они и выходили во время работы, к приему не допускаются. Для обнаружения недостатков, незамеченных при сверлении, но могущих существовать в стенках орудий, а равно для открытия тех тонких трещин, которые иногда могут появляться в стволах после отжига их в масле, вводится гидравлическая проба. Давление при этой пробе назначается для 8 д мортир и 9 д орудий не менее 500 атмосфер, и самая проба производится следующим образом: нагнанная прессом при означенном выше давлении вода остается в стволе в течение получаса, а затем диаметр канала измеряется точной звездкой, измерения делаются до и после пробы, причем если окажется, что канал при испытании расширяется, то проба прессом повторяется и если будет снова замечено появление возрастающих расширений канала, то орудие должно подвергаться такой же пробе третий раз, причем, если снова получится расширение канала, то орудие бракуется. Стволы, сквозь стенки которых будет просачиваться вода при испытании гидравлическим давлением, не могут подлежать приему.

§ 10

По мере изготовления орудий завод представляет их для осмотра и проверки приемщику, который руководствуется при этом правилами, изложенными в приказе по артиллерии № 189 за 1869 год. Обмер орудия и снятие слепков производится по

указанию приемщика людьми, назначенными для этого от завода, который заготавливает на свой счет необходимую для слепков гуттаперчу. Все орудия до сдачи их в Петербургскую оружейную мастерскую должны быть после скрепления их кольцами на Обуховском заводе обточены снаружи до нормальных размеров с допусками, положенными для окончательно отделанных орудий, а канал пройден предпоследним сверлом вслед за отжигом стволов в масле, причем на концах ствола должны быть оставлены пояса для установки орудий и мортир на станках при дальнейшей работе в Оружейной мастерской. Канал должен быть пройден предпоследним сверлом так, чтобы для последнего (красного) сверла Оружейной мастерской оставалось не менее одной и не более $2\frac{1}{2}$ линий на сторону. В этих пределах допускается в каналах конечность и другие неправильности сверления. Но если эти неправильности таковы, что Главное артиллерийское управление вследствие оных признает невозможным хорошо отделать орудие, то Обуховский завод должен взять такое орудие и сам его отделать или заменить другим. В первом случае заводу уплачиваются деньги по цене, определенной им для орудий окончательно отделанных — и в обоих случаях перевозка орудий из мастерской и обратно лежит на обязанности Обуховского завода.

§ 11

Длина средней и казенной части орудия не должна превосходить допусков, положенных для окончательно отделанных орудий, но в дульной части следует оставлять несколько большую длину, дабы Оружейная мастерская имела возможность, пользуясь этой частью, сохранить требуемый перевес. Вообще определение размеров длины частей орудия следует предоставить взаимному соглашению начальника Оружейной мастерской и приемщика с Обуховского завода, по отделке первого экземпляра каждого заказанного калибра и рода орудий.

§ 12

Осмотренные приемщиком орудия по выдаче им удостоверения в осмотре перевозятся Обуховским заводом в Петербургскую оружейную мастерскую, где они окончательно отделываются, снабжаются запирающими механизмами и по перевозкам их средствами Артиллерийского ведомства испытываются на Волковом поле общей пробой 10 выстрелами обыкновенным принятым для службы зарядом, а некоторые из них по указанию приемщика кроме того и большим числом выстрелов, не свыше, однако же, 100. По окончании пороховой пробы заводу выдается квитанция в приеме орудий. Если при пробе орудия лопнет ствол или он получит расширение еще заметное по звездке Витворта при последних 10 выстрелах из 100, то завод заменяет это орудие другим — причем как доставка орудия с Волкова поля на завод, так и окончательная отделка и затем следующее испытание орудия стрельбой производится средствами завода без всякой дополнительной платы за то от Артиллерийского ведомства. Точно также следует поступить и в тех случаях, когда лопнет одно из колес.

§ 13

Пороховая проба должна производиться с предосторожностями и непременно в присутствии представителя Обуховского завода и приемщика стальных орудий с означенного завода, при этом представитель завода имеет право осмотреть пригонку запирающего механизма до стрельбы и, если признает ее неудовлетворительной, то, заявляя об этом, слагает с завода ответственность за случай отрыва заклиновой части. Если относительно удовлетворительности пригонки клина последует разногласие во мнениях, то вопрос переносится на рассмотрение Артиллерийского комитета и решается при участии представителей Морского ведомства; Комитет определяет также, на кого должна падать ответственность за отрыв заклиновой части орудия при стрельбе.

§ 14

Вместе с орудиями Обуховский завод доставляет в Петербургскую орудийную мастерскую в черновом виде клинья со всею к ним принадлежностью, как-то — зажимными винтами, зарядной трубкой с двумя плитками и тремя кольцами на каждое орудие и кроме того по одной запасной плитке и одному кольцу на каждые пять орудий. Ответственность за качество металла во всех этих предметах лежит на заводе, а размеры определяются по возможному соглашению между начальниками Обуховского завода и Орудийной мастерской после отделки первых экземпляров.

§ 15

Положенные надписи на каждом орудии, а равно вес орудий и замка и номера всех частей клина вычеканиваются в Орудийной мастерской, на обязанности которой лежит также и окраска орудий. Формуляры по занесению в них приемщиком заключений о качествах металла при работе на заводе и других сведений передаются начальнику Орудийной мастерской, который отправляет их вместе с орудиями по окончании отделки и пробы.

§ 16

Все вышеизложенные Технические условия имеют силу для тех орудий, на приготовление которых заключается ныне контракт с Обуховским заводом.

Генерал-адъютант Ферсман; Свиты Его Величества генерал-майор Маиевский; Свиты Его Величества генерал-майор Гадолин; Генерал-майор Мусселиус; Капитан 1 ранга Колокольцов; Полковник Семенов; Полковник Говоруха-Отрок; Полковник Григоров; Полковник Лавров; Полковник Эри; Подполковник Калауцкий; Капитан Шпицберг; Капитан Стрижев; Штабс-капитан Майоров; Штабс-капитан Пашкевич.

Библиографический список

Труды Н. В. Калакуцкого

1. Сталь¹. Пер. с фр. // Арт. журн. 1865. № 9, Отд. неофиц. С. 637—692; № 10, Отд. неофиц. С. 759—811.
2. Проба стальных орудий // Там же. 1866. № 1, Отд. неофиц. С. 28—60.
3. Материалы для изучения стальных орудий // Там же. 1867. № 5, Отд. неофиц. С. 784—817; № 7, Отд. неофиц. С. 1205—1239; № 9, Отд. неофиц. С. 1601—1642; № 10, Отд. неофиц. С. 1737—1760.
4. Руководство для обработки стальных изделий, составлено мастером Вуличского арсенала. Пер. с англ. СПб., 1868. 213 с.
5. Руководство к обработке стальных изделий. Пер. с англ. // Арт. журн. 1868. № 4, Отд. неофиц. С. 75—122; № 11, Отд. неофиц. С. 123—170; № 12, Отд. неофиц. С. 171—213.
6. Громадные орудия прежнего времени // Там же. 1869. № 7, Отд. неофиц. С. 1—37.
7. Материалы для изучения сталелитейного дела в России // Там же. № 1, Отд. неофиц. С. 48—119; № 4, Отд. неофиц. С. 750—814; № 9, Отд. неофиц. С. 276—307.
8. По поводу заметки с Княземихайловской фабрики // Голос. 1869. 23 марта. С. 4.
9. О некоторых сплавах меди // Арт. журн. 1870. № 12, Отд. неофиц. С. 863—883; 1871. № 1, Отд. неофиц. С. 45—65.
10. О старинных русских орудиях // Там же. 1870. № 3, Отд. неофиц. С. 507—540.
11. Monstregeschütze der Vorzeit² Aus d. Russe von Phister. Cassel, 1870.
12. Испытания ствольной стали и опыты над малокалиберными стволами разных заводов // Оружейн. сб. 1871. № 1, Отд. 2. С. 1—17; № 2, Отд. 2. С. 35—78; № 3, Отд. 2. С. 76—91.
13. По поводу разрыва дульной части в 11-дюймовом орудии // Рус. инвалид. 1871. 15 окт. С. 3—4.
14. Александровский чугунно-пушечный завод // Арт. журн. 1874. № 11, Отд. неофиц. С. 1455—1489; № 12, Отд. неофиц. С. 1595—1613.
15. Дополнение к статье «Испытания ствольной стали» // Оружейн. сб. 1874. № 2, Отд. 2. С. 71—80.
16. Выступление по докладу: «Какие желательно ввести изменения в тарифных постановлениях по привозу чугуна, железа, стали (со включением рельсов) и меди» // Тр. Съезда глав. по машиностроит. пром-сти деятелей. СПб., 1875. Заседания 4 отд-ния съезда. С. 85—89.

¹ Статья подписана: *Н. К.*

² Выявлено по источнику: Gesamtverzeichnis des deutschsprachigen Schrifttums (GU). 1700—1910. München; New York; London; Paris. B. 72. S. 1.

17. Выступление по докладу (вторичное): «Какие желательно ввести изменения...» // Там же. С. 116—124.
18. Значение фосфористой стали для промышленных целей // Голос. 1875. 9 июня. С. 3.
19. Какое значение на нашем железном рынке будет иметь ежегодный выпуск на него железными дорогами изношенных и негодных рельсов и какое наилучшее употребление можно из них сделать // Тр. Съезда глав. по машиностроит. пром-сти деятелей. СПб., 1875. Вып. 1, Докл. С. 281—290.
20. То же // Зап. Рус. техн. об-ва. 1875. Вып. 3, Тр. Съезда глав. по машиностроит. пром-сти деятелей. С. 281—290.
21. Разъяснение по поводу фосфористой стали // Голос. 1875. 19 июня. С. 4.
22. Выступление по докладу: «Какие желательно ввести изменения...» // Зап. Рус. техн. об-ва. 1876. Вып. 2, Тр. Съезда глав. по машиностроит. пром-сти деятелей. Заседания 4 отд-ния съезда. С. 85—89.
23. Выступление по докладу (вторичное): «Какие желательно ввести изменения...» // Там же. С. 116—124.
24. Выступление по поводу необходимости отличать литой металл от железа // Там же. Вып. 4, Техн. беседы и заявления, делаемые о-ву. С. 283—284.
25. Особое мнение г. Калакуцкого // Там же. Действия о-ва. С. 177—178.
26. О 8-дюймовых пушках Обуховского завода с результатами испытания стрельбой двух пушек за №№ 171 и 158 (В статье этой заключаются также данные из опыта о прочности запальных задвижек при продолжительной стрельбе) // Отчет Арт. отд-ния Мор. техн. ком. за 1876 г. СПб., 1877. С. 40—60.
27. Подробное изложение результатов механических испытаний, произведенных над сталью Обуховского завода // Там же. Прил. С. 1—63.
28. Работы по определению давления пороховых газов в стальных малокалиберных стволах при различных условиях стрельбы // Оружейн. сб. 1879. № 1, Отд. 1. С. 108—163; № 2, Отд. 1. С. 83—133; № 3, Отд. 1. С. 1—77.
29. Expériences sur les pressions dans les canons de fusil, par le colonel russe Kalakoutsky/Resumé par P. Ploix. Paris: Berger — Levrault, 1880. 19 p.³
30. Idem // Revue d'artillerie. 1880. Vol. 16, N 2. P. 201—217.
31. Новая английская артиллерия в начале 1886 г.— // Мор. сб. 1886. № 12, Отд. неофиц. С. 1—87.
32. Отдельное мнение по вопросу об устройстве при Русском техническом обществе химико-технической лаборатории // Зап. Рус. техн. об-ва. 1886. Вып. 3, Действия об-ва. С. 91—93.
33. Отчет, представленный Николаем Вениаминовичем Калакуцким об опытах по исследованию внутренних напряжений и свойств стали в орудиях // Отчет Арт. отд-ния Мор. техн. ком. за 1885 г. СПб., 1886. С. 309—316.
34. Исследование внутренних напряжений в чугунах и стали. СПб.: М. О. Вольф, 1887. 126 с.
35. Investigations into the Internal stresses in Cast Iron and

³ Выявлено нами по изданию: Catalog General des livres imprimés de la bibliothèque des Nationaux Auteurs. Paris, 1894. Vol. 80. P. 378. N 20343.

- Steel // Engineer. London. 1887. December 9. N 1667. P. 467—468; December 16. N 1668. P. 487—488; December 23. N 1669. P. 507.
36. Исследование внутренних напряжений в чугуна и стали. СПб.: Горн. учен. ком., 1888. 116 с.
37. Etude sur les tensions intérieures dans la fonte et l'acier // Revue d'artillerie. 1888. Vol. 31. Janv. P. 289—324; févr. P. 389—414; mars. P. 485—497; avril. P. 5—23.
38. Idem // Paris: Berger-levrault E C^a, Libraires-éditeurs, 1888. 104 p.
39. Note relative à des expériences sur les tensions intérieures dans l'acier // Revue d'artillerie. 1888. Vol. 32, N 2. P. 165—175.
40. Note sur les tensions intérieures dans la fonte ⁴ // Ibid. 1889. Vol. 33, N 5. P. 462—464.
41. Исследование внутренних напряжений в чугуна и стали // Русские ученые-металловеды П. П. Аносов, Н. В. Калакуцкий, А. А. Ржевотарский, Н. И. Беляев, А. Л. Бобошин, М. Т. Окнов: Жизнь, деятельность и избр. тр. М.; Л.: Машгиз, 1951. С. 131—213.

Литература о Н. В. Калакуцком

42. Артиллерии генерал-майор Н. В. Калакуцкий: Некролог // Новости и биржевая газ. 2-е изд. 1889. 19 янв. С. 2.
43. *Голензовский С.* О внутренних напряжениях в чугуна и стали // Инженер. Киев, 1888. № 12. С. 505—510.
44. *Гудцов Н., Абрамов И.* Правда о Н. В. Калакуцком // Лит. газ. 1949. 3 авг. С. 2.
45. *Давиденков Н. Н.* Об измерении остаточных напряжений // Завод. лаб. 1950. № 2. С. 188—192.
46. *Дроздов Н. Ф.* Работы Калакуцкого по определению давлений пороховых газов в стальных малокалиберных стволах при различных условиях стрельбы: Докл. на заседании Комис. особых арт. опытов 13 марта 1920 г. Пг., 1920. 23 с. Стеклограф.
47. *Колчак В. И.* История Обуховского сталелитейного завода в связи с прогрессом артиллерийской техники. СПб., 1903. 385 с.
48. *Кудрявцев И. В.* Внутренние напряжения как резерв прочности в машиностроении. М.: Машгиз, 1951. 278 с.
49. *Лавров А. С.* О приготовлении стальных орудий // Арт. журн. 1866. № 10, Отд. неофиц. С. 505—529; № 11, Отд. неофиц. С. 555—577.
50. *Лавров А. С.* Работы и заметки по литейному делу. СПб., 1904. Ч. 1. С. 1—2.
51. *Моделевич Д. М.* Об одном неопубликованном письме Н. В. Калакуцкого Д. К. Чернову. (К вопр. о получении стал. изделий методом фасон. литья. С публ. текста письма) // Литейн. пр-во. 1961. № 11. С. 46—47.
52. *Монозон А. И.* О работах Н. В. Калакуцкого по исследованию внутренних напряжений (в чугуна и стали) // Завод. лаб. 1950. № 4. С. 490—491.

⁴ Работа выявлена также в брошюре: Note. Voir mogh (Capitaine Gaston). Expériences américaines sur le frettage des bouches à feu. Paris, 1889.

53. [Нахимов Д. М.], Н. В. Калакауцкий // Русские ученые-металловеды П. П. Аносов, Н. В. Калакуцкий, А. А. Ржешотарский, Н. И. Беляев, А. Л. Бобошин, М. Т. Окнов: Жизнь, деятельность и избр. тр./Общ. ред. и вступ. очерки Д. М. Нахимова и А. Г. Рахштадта. М.; Л.: Машгиз, 1951. С. 115—130.
54. Н. В. Калакуцкий // Шк. и пр.-во. 1966. № 1. С. 96.
55. Н. В. Калакуцкий: Некролог // Минута. 1889. 20 янв. С. 2.
56. Н. В. Калакуцкий: Некролог // Петербург. листок. 1889. 19 янв. С. 3.
57. Н. В. Калакуцкий: Некролог // Сын отечества. 1889. 20 янв. С. 3.
58. Новое русское исследование // Новости и биржевая газ. 1-е изд. 1887. 17 окт. С. 2.
59. О присуждении премии генерала от артиллерии Дядина за пятилетие 1873—1878 гг. // Арт. журн. 1879. № 4, Отд. офиц. С. 127—128.
60. О чем говорят // Новости и биржевая газ. 1-е изд. 1888. 16 мая. С. 1.
61. Ржонсницкий Б. Н. Н. В. Калакуцкий // Люди русской науки: Очерки о выдающихся деятелях естествознания и техники. Техника. М.: Наука, 1965. С. 208—217.
62. Ржонсницкий Б. Н. Николай Вениаминович Калакуцкий: Биогр. очерк. // Н. В. Калакуцкий (1831—1889): Библиогр. указ. М.: Гос. науч. б-ка, 1953. С. 4—18.
63. Сергеева О. П. Н. В. Калакуцкий (1831—1899): Библиогр. указ. М.: Гос. науч. б-ка, 1953. 40 с.
64. Скиндер А. И. Литая сталь, ее свойства и ее применение в артиллерии // Арт. журн. 1890. № 4, Отд. неофиц. С. 295—377.
65. Скиндер А. И. Николай Вениаминович Калакуцкий: Некролог // Там же. 1889. № 12, Отд. неофиц. С. 5—11.
66. Чернов Д. К. Критический обзор статей гг. Лаврова и Калакуцкого о стали и стальных орудиях и собственные Д. К. Чернова исследования по этому же предмету // Чернов Д. К. Избр. тр. по металлургии и металлвоведению. М.: Наука, 1983. С. 9—48.
67. Черняк А. Я. История присвоения одного русского открытия // Лит. газ. 1949. 3 авг. С. 2.
68. Черняк А. Я., Нахимов Д. М. Русский ученый-металловед Н. В. Калакуцкий. М.: Машгиз, 1951. 146 с.
69. Шевченко Е. П. [Н. В. Калакуцкий] // Вестн. машиностроения, 1954. № 2. С. 103—104.

Именной указатель

- Абаза В. А. 118
Александр II 13, 99, 100, 145, 147
Александр I 27
Александров А. А. 27
Андреев Е. Н. 71, 85
Аносов П. П. 10, 26, 27, 28, 35, 122
Апухтин В. Р. 13
Аракчеев А. А. 27
Армстронг 113, 124, 125, 126
- Бадаев С. И. 27
Барановский В. С. 15, 135
Баранцов А. А. 100, 104, 135
Бек Л. 26
Беляев И. И. 156
Белинский В. Г. 19
Бергер 146, 147, 149, 150, 151
Бердан 144, 153, 202
Бессемер Г. 125
Бестужев-Рюмин В. 145
Биргер А. И. 166, 197
Благодрагов А. А. 48
Благосветлов Г. Е. 21
Блекли 124
Бобохов В. А. 188
Бобринский А. 12
Богданович 18
Бородин А. П. 85
Бранденбург Н. Е. 76
Брандт Ф. 81
Браун 208
Буныковский В. Я. 144
- Васильев А. Ф. 182
Введенский И. И. 18, 20
Вснюков М. И. 20
- Вентцель Д. А. 158
Ветчинкин В. П. 158
Вигель Ф. Ф. 16
Витворт Д. 126, 209, 211
Витман Ф. Ф. 6
Вольф М. О. 167
Воронцов Н. В. 74, 122
Вышнеградский И. А. 74, 75, 85, 105, 107, 137
- Гадолин А. В. 11, 32, 48, 74, 75, 85, 102, 104, 107, 109, 111, 131, 137, 138, 139, 145, 146, 153, 155, 156, 163, 167, 193, 210, 212
- Гаскойн К. К. 78
Гейн Е. 196
Геннин В. И. 78
Герцен А. И. 19
Говард М. М. 191, 200
Говоруха-Отрок 212
Гоголь Н. В. 19
Гольмдорф М. 17, 19
Горлов А. П. 144, 145
Граббе П. X. 25
Граве И. П. 158
Григоров 212
Гродницкий А. Н. 103
Гуниус К. И. 144, 145
Густелев 75
- Давиденков Н. Н. 196
Дальгрэн 127
Деви X. 41, 42, 69, 70
Демидов 207
Демьяненко Н. А. 189
Дзержинский Ф. Э. 158
Дик 37

- Диккенс Ч. 20
 Драгомиров М. И. 5, 21
 Дроздов Н. Ф. 157, 158
 Дядин А. В. 11, 165
- Егерштром Н. Ф. 85
- Жуковский Н. Е.** 158
- Забудский Г. А. 10, 126, 130, 158, 163
 Зайончковский А. М. 24
 Зайончковский П. А. 6
 Закс 196
 Зейтц Ф. 196
 Зотин Я. 27
 Зыбин С. 157
- Износков А. А.** 68, 69, 73
 Иосса А. А. 81, 90
 Иосса Н. А. 122
 Ипатьев В. Н. 158
- Кавадеров А.** 31, 64, 65
 Кайгородов 203
 Калакуцкая Е. В. 13
 Калакуцкая Е. Ф. 193
 Калакуцкая Л. П./Трегер/ 13
 Калакуцкий А. В. 14, 15, 21
 Калакуцкий В. В. 13
 Калакуцкий В. С. 13
 Калакуцкий В. Ф. 15, 26
 Калакуцкий Г. П. 12
 Калакуцкий Я. П. 12
 Касторский 18
 Кашинцев Д. А. 26
 Керн С. 123, 126, 127
 Киреев 75
 Киркальди 114, 115, 208
 Кирпичев В. Л. 75
 Кирпичев Л. Л. 156, 163
 Колокольцов А. А. 74, 75, 102, 104, 106, 139, 163, 212
- Колчак В. И. 63, 115, 121, 134, 139, 163,
 Корф Ю. Ф. 90
 Костомаров В. М. 80, 98
 Костылев П. М. 103, 124, 163
 Котляревский И. П. 72
 Кочубей П. А. 74, 75, 76
 Крупп А. 26, 29, 31, 32, 51, 73, 74, 101, 106, 107, 109, 112, 128, 130, 131, 132, 137, 138, 139, 142, 143, 144, 163, 165, 182, 187, 194
 Крылов А. Н. 158
 Кудрявцев И. В. 195, 197
 Кузьминский П. Д. 85
 Кулибин Н. А. 75, 85
 Кюнтцель 96, 97, 98
- Лабзин Н. Ф.** 85
 Лавров А. С. 10, 26, 35, 36, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 52, 53, 54, 55, 59, 61, 62, 63, 75, 96, 97, 98, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 121, 126, 136, 212
 Лазарев П. П. 158
 Ламе Г. 169
 Лебель 138
 Левицкий М. 128, 130
 Ленин В. И. 8, 9, 19, 23, 79, 82, 96
 Лисенко К. И. 85
 Литчфильд 191, 200
 Лоранский А. М. 85
 Львов Н. Ф. 75
 Лященко П. И. 80, 81
- Маиевский Н. В.** 10, 32, 48, 104, 109, 137, 139, 156, 163, 212
 Майоров 212
 Манфред А. З. 6
 Маркс К. 24, 25, 143
 Мартен П. 87, 88, 150
 Матимон 37
 Меллер В. И. 85
 Миклашевский А. 17, 20

- Милютин Д. А. 9, 33, 70, 100,
 101, 105, 106, 143, 145
 Минаев Д. Д. 21
 Мог Г. 191
 Моделевич Д. М. 76
 Морен 97
 Монтефиоре 96, 97
 Мусселиус Р. В. 30, 106, 108,
 139, 163, 212
 Мюризье О. И. 182
- Нахимов Д. М. 6, 7, 54, 166, 184
 Николай II 13
 Николай I 19
 Нобель Л. Э. 83, 84, 85, 89, 90,
 91, 92, 93, 94, 95
 Нобль А. 204
 Нолэн 126
- Обухов П. М. 10, 26, 28, 29, 30,
 31, 32, 35, 41, 49, 65, 100, 101,
 102, 122, 143, 147
 Озерский А. Д. 51
 Окунев К. 94
 Орлов М. Ф. 15, 16
 Остроградский М. В. 18
 Охотников К. А. 15
- Паррот 127
 Паустовский К. Г. 78
 Пашкевич В. А. 212
 Петрашевский М. В. 20
 Петрович С. П. 158
 Перси Д. 39
 Петров Н. П. 85
 Покровский В. И. 80
 Покровский Ю. М. 96
 Полетика В. А. 32, 73
 Прохоров Д. 70
 Пузыревский А. 135
 Путилов Н. И. 101, 207
 Пуятин 104
 Пушкин А. С. 16
 Пыпин А. Н. 21
- Раевский В. Ф. 15, 16
- Рейтерн М. Х. 70
 Репин Н. А. 188
 Ржешотарский А. А. 10
 Ржонсницкий Б. Н. 7
 Родман В. И. 127, 148, 165, 166,
 201, 203, 204, 207
 Руссел 37
 Рылеев К. Ф. 16
- Семейский В. И. 20
 Семенов 212
 Сигов С. П. 25
 Сизанкур 37, 38
 Симсис Э. В. 87, 88
 Скиндер А. И. 22, 23, 53, 54,
 121, 152, 187, 192
 Смит 66
 Сорби 28
 Стрельбицкий И. А. 189
 Стрижев 104, 212
- Теккерей У. 20
 Теннер Э. К. 83, 84
 Тиме И. А. 82
 Тимирязев Д. А. 85
 Тимирязев К. А. 85
 Тимошенко С. П. 196, 197
 Томас С. Д. 96
 Трофимов В. М. 158
 Туровский М. Л. 166, 197
 Тюрган 128
- Умов Н. А. 166
 Ухацис 126
- Федоров В. Г. 145
 Фелькнер 30, 48
 Ферсман А. Ф. 107, 108, 156,
 212
 Филиппенко И. И. 70, 71
 Фридман Я. Б. 166, 198
 Фурье Ш. 20
- Ханьков А. В. 20
 Хромов П. А. 80

- Чагин Н. И. 155
Чаплыгин С. А. 158
Чебышев В. Л. 34, 82, 84, 144,
155
Чебышев П. Л. 34, 156
Чернов Д. К. 10, 26, 28, 61, 62,
63, 74, 75, 76, 89, 103, 114,
123, 129, 131, 133, 139, 164,
165, 195
Чернышевский Н. Г. 21
Черняк А. Я. 6
Шайтанов Д. А. 188
Швинцинг В. 131
Шкуринский С. А. 188
Шмид Е. 16
Шнейдер 126
Шпицберг Р. В. 84, 106, 108
Эде О. 38, 39, 41
Энгельс Ф. 24, 25, 143
Эрн 212
Яковлев В. А. 28
Ярцов А. С. 78
Ястржембский И. Л. 19, 20
Яцыно И. 124

Содержание

| | |
|---|------------|
| От автора | 5 |
| Введение | 8 |
| В начале жизненного пути | 12 |
| На Урале | 23 |
| Итоги Крымской войны и русская артиллерия | 23 |
| Русское сталелитейное производство в первой половине XIX в. | 26 |
| Первые русские стальные пушки. Возникновение Княземихайловской фабрики | 28 |
| В Златоусте. Первые работы о стали и стальных орудиях | 33 |
| Упадок Княземихайловской фабрики | 64 |
| Экономические взгляды Н. В. Калакуцкого. Борьба за развитие отечественной сталелитейной промышленности | 79 |
| На Обуховском заводе | 99 |
| Работа Н. В. Калакуцкого по повышению качества русских пушек | 104 |
| Успехи Обуховского завода. Разрывы орудий в России и за границей. Вставление внутренних труб | 123 |
| Русско-турецкая война 1877—1878 гг. Участие Н. В. Калакуцкого в работе Комиссии по перевооружению полевой артиллерии | 135 |
| Особая комиссия артиллеристов 1883—1884 гг. Отставка Н. В. Калакуцкого от военной службы | 138 |
| Работы в области развития производства скорострельных винтовок в России | 143 |
| Работы Н. В. Калакуцкого по ствольной стали и по определению давления пороховых газов в стальных ружейных стволах. Дядинская премия | 148 |
| Исследование внутренних напряжений. Последние годы жизни | 159 |
| Состояние артиллерии в 80-х годах XIX в. | 159 |
| Главная книга жизни | 165 |
| Вместо заключения | 191 |
| Основные даты жизни и деятельности Н. В. Калакуцкого | 199 |
| Приложение | 200 |
| Библиографический список | 213 |
| Именной указатель | 217 |

Научное издание

Черняк Арон Яковлевич
Николай Вениаминович
Калакуцкий

1831—1889

Утверждено к печати
редколлекцией научно-биографической серии
Академии наук СССР

Редактор издательства В. П. Большаков
Художественный редактор В. В. Алексеев
Технический редактор Э. Б. Павлюк
Корректоры Т. М. Ефимова, Л. В. Щеголев

ИБ № 39738

Сдано в набор 17.02.89

Подписано к печати 12.05.89

Т-07573. Формат 84×108¹/₃₂

Бумага типографская № 1

Гарнитура обыкновенная

Печать высокая

Усл. печ. л. 11,76. Усл. кр. отт. 11,87. Уч.-изд. л. 12,5

Тираж 2400 экз. Тип. зак. 2642

Цена 55 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени
издательство «Наука»

117864, ГСП-7, Москва, В-485,

Профсоюзная ул., 90

2-я типография издательства «Наука»
121099, Москва, Г-99, Шубинский пер., 6

**В издательстве «Наука»
готовятся к печати книги:**

Рахимбеков Р. У.

**Даниил Николаевич Кашкаров
(1878—1941)**

Эта книга — первая научная биография известного советского биолога профессора Туркестанского — Среднеазиатского университета (в Ташкенте), одного из основателей советской экологии Даниила Николаевича Кашкарова. Автор проанализировал основные труды ученого в области исследования фауны наземных позвоночных Средней Азии, познакомил читателей с работами Д. Н. Кашкарова «Среда и сообщество», «Основы экологии животных», «Животные Туркестана» и многими другими, осветил участие ученого в организованных им биоконплексных экспедициях для изучения природных условий и ресурсов пустынь и высокогорий с целью их хозяйственного освоения.

Для широкого круга читателей, интересующихся историей отечественной науки.

Розенфельд Б. А., Хайретдинова Н. Г.

**Сабит ибн Корра
(836—901)**

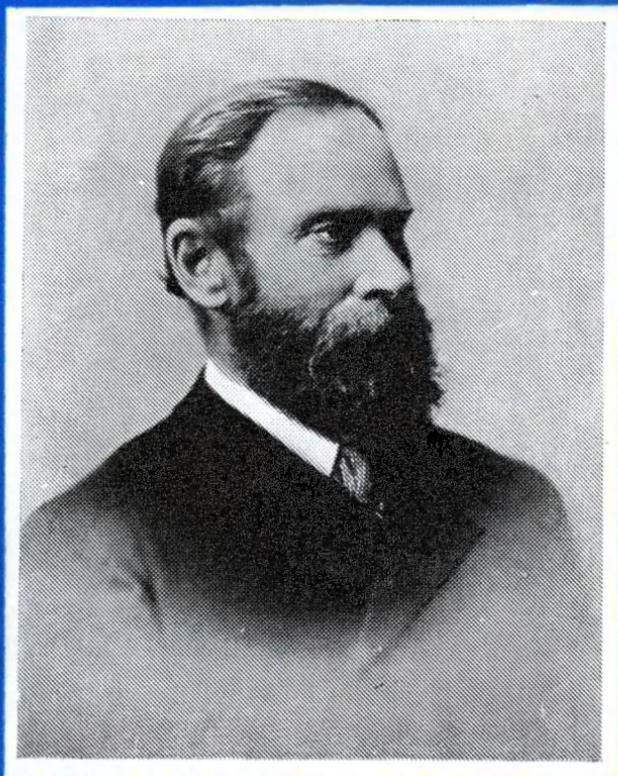
Книга посвящена жизни и деятельности выдающегося ученого-энциклопедиста Сабита ибн Корры, уроженца северной Сирии, работавшего во второй половине IX в. в Багдаде. Труды Сабита ибн Корры по математике, астрономии, механике, физике, теории музыки, географии, медицине, философии и истории оказали значительное влияние на развитие этих наук как в странах Востока, так и в Европе.

Для востоковедов, математиков, механиков, астрономов, географов, врачей, историков и философов и всех интересующихся историей мировой науки.

Для получения книг почтой заказы просим направлять по одному из адресов: 117192 Москва, Мичуринский проспект, 12, магазин «Книга — почтой» Центральной конторы «Академкнига»; 197345 Ленинград, Петрозаводская ул., 7, магазин «Книга — почтой» Северо-Западной конторы «Академкнига» или в ближайший магазин «Академкнига», имеющий отдел «Книга — почтой».

- 480091 Алма-Ата, 91, ул. Фурманова, 91/97;
- 370005 Баку, 5, Коммунистическая ул., 51;
- 690088 Владивосток, Океанский проспект, 140;
- 320093 Днепропетровск, проспект Ю. Гагарина, 24;
- 734001 Душанбе, проспект Ленина, 95;
- 664033 Иркутск, ул. Лермонтова, 289;
- 252030 Киев, ул. Пирогова, 4;
- 277012 Кишинев, проспект Ленина, 148;
- 343900 Краматорск, Донецкой области, ул. Марата, 1;
- 443002 Куйбышев, проспект Ленина, 2;
- 220012 Минск, Ленинский проспект, 72;
- 630090 Новосибирск, Академгородок, Морской проспект, 22;
- 620151 Свердловск, ул. Мамина-Сибиряка, 137;
- 700185 Ташкент, ул. Дружбы народов, 6;
- 450059 Уфа, 59, ул. Р. Зорге, 10;
- 720000 Фрунзе, бульвар Дзержинского, 42;
- 310078 Харьков, ул. Чернышевского, 87.

А. Я. Черняк Николай Вениаминович КАЛАКУЦКИЙ



А. Я. Черняк

**Николай Вениаминович
КАЛАКУЦКИЙ**

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»



ГОТОВИТСЯ К ПЕЧАТИ КНИГА

Леднева Л. Д.

ПАВЕЛ ОСИПОВИЧ СОМОВ

1852—1919

Книга является первой научной биографией известного русского ученого в области механики и математики Павла Осиповича Сомова, профессора Петербургского университета, Политехнического института в Варшаве, одного из основоположников теории механизмов и машин и векторного исчисления.

Для читателей, интересующихся историей отечественной науки.

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. Гагарина, 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.

55 коп.