

Уроки истории
Lessons from History

DOI: 10.31857/S020596060026176-5

**СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ ЗЛАТОУСТОВСКОЙ
КНЯЗЕ-МИХАЙЛОВСКОЙ ФАБРИКИ И ОБРАЗЦЫ
ЕЕ ПРОДУКЦИИ В СОБРАНИИ ГОРНОГО МУЗЕЯ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ГОРНОГО УНИВЕРСИТЕТА**

ОБОЛОНСКАЯ Эдита Владимировна — Горный музей Санкт-Петербургского горного университета; Россия, 199106, Санкт-Петербург, Васильевский остров, 21-я линия, д. 2; эл. почта: musmet11@yandex.ru

© Э. В. Оболонская

В статье рассматривается история златоустовской Князе-Михайловской фабрики — первого сталепушечного предприятия России, где великим русским металлургом и выпускником Горного университета П. М. Обуховым была создана отечественная оружейная сталь, — и дается обзор и анализ изделий фабрики, отложившихся в Горном музее Санкт-Петербургского горного университета. Среди прочего рассматривается роль, которую сыграли в создании фабрики Обухов и другой известный выпускник Горного университета, Н. В. Воронцов, основатель сталепушечного предприятия в Перми. Особое внимание уделено значению Князе-Михайловской фабрики как своего рода лаборатории, где была получена особая обуховская сталь, которая послужила материалом для изготовления первого отечественного стального артиллерийского орудия и производства ружейных стволов для винтовки Бердана.

Отмечается, что история сотрудничества Горного музея со Златоустовским заводом, при котором 1859 г. была создана Князе-Михайловская сталепушечная фабрика, началась еще в 1819 г., когда по распоряжению Горного департамента в музей стали регулярно поступать лучшие образцы продукции завода. В статье рассматриваются экспонаты Горного музея из обуховской стали: ружейные стволы и образцы стали для ружей, а также инструменты для изготовления холодного оружия. Перечисленные изделия предназначались для выставок — XIV Всероссийской мануфактурной выставки 1870 г., прошедшей в Санкт-Петербурге, Политехнической выставки 1872 г. в Москве и Всемирной промышленной выставки 1873 г. в Вене. Важной задачей данной работы является анализ исторического контекста, в котором происходило становление и развитие производства вооружений на Князе-Михайловской фабрике.

Ключевые слова: Князе-Михайловская фабрика, Горный музей Санкт-Петербургского горного университета, обуховская сталь, стальная пушка, ружейные стволы, винтовка Бердана.

Статья поступила в редакцию 22 июля 2022 г.

PAGES FROM THE HISTORY OF THE ZLATOUST PRINCE-MICHAEL PLANT AND THE SAMPLES OF ITS PRODUCTS IN THE COLLECTION OF THE MINING MUSEUM OF ST. PETERSBURG MINING UNIVERSITY

OBOLONSKAYA Edita Vladimirovna — *The Mining Museum of St. Petersburg Mining University; Vasilyevsky ostrov, 21-ia liniia, 2, St. Petersburg, 199106, Russia; E-mail: musmet11@yandex.ru*

© E. V. Obolonskaya

Abstract: The paper considers the history of the Zlatoust Prince-Michael Plant (“Knyaze-Mikhailovskaya fabrika”), the first steel-gun enterprise in Russia, where P. M. Obukhov, a great Russian metallurgist and graduate of Mining University, created the Russian gun steel, and reviews and analyzes the Plant’s products deposited at the Mining Museum of St. Petersburg Mining University. Among other things, the article analyzes the role of Obukhov and N. V. Vorontsov, another renowned Mining University graduate who founded the gun-steel plant in Perm, in the creation of this plant. Particular attention is given to the Prince-Michael Plant’s role as a laboratory for making the special Obukhov steel used for manufacturing the first Russian steel cannon and gun barrels for Berdan rifles.

The history of the collaboration between the Mining Museum and the Zlatoust Plant, under the auspices of which the Prince-Michael Plant was created in 1859, began in 1819 when, by order of the Mining Department, the best samples of the Plant’s products began to be regularly sent to the Museum. The article reviews the Mining Museum exhibits made from the Obukhov steel: gun barrels and samples of gun steel as well as the tools for making bladed weapons. These items were intended for the 14th All-Russia Industrial Exhibition held in St. Petersburg in 1870, Moscow Polytechnic Exhibition held in 1872, and 1873 Vienna World’s Fair. An important part of this work is the analysis of historical context in which the making and development of weapon manufacturing at the Prince-Michael Plant occurred.

Keywords: Prince-Michael Plant (“Knyaze-Mikhailovskaya fabrika”), Mining Museum of St. Petersburg Mining University, Obukhov steel, steel cannon, rifle barrels, Berdan rifle.

For citation: Obolonskaya, E. V. (2023) Stranitsy istorii zlatoustovskoi Kniaze-Mikhailovskoi fabрики i obraztsy ee produktsii v sobranii Gornogo muzeia Sankt-Peterburgskogo gornogo universiteta [Pages from the History of the Zlatoust Prince-Michael Plant and the Samples of Its Products in the Collection of the Mining Museum of St. Petersburg Mining University], *Voprosy istorii estestvoznaniia i tekhniki*, vol. 44, no. 2, pp. 269–287, DOI: 10.31857/S020596060026176-5.

Введение

В 2023 г. исполняется 250 лет Санкт-Петербургскому горному университету (СПГУ)¹. Профессия горного инженера возникла из необходимости обеспечения функционирования горных заводов. Одной из их основных задач было создание артиллерийских вооружений, а также огнестрельного и холодного оружия. Развитие артиллерии в России курировали два ведомства — Горный и Артиллерийский департаменты (с 1862 г. — Главное артиллерийское управление). Поэтому Горный институт, наряду с другими специализированными учебными заведениями, вел подготовку металлургов и механиков для работы на оружейных заводах. Более того, во второй половине XIX в. здесь давали профильное образование офицерам Военного министерства, которые исполняли обязанности артиллерийских приемщиков на горных заводах². Уровень подготовки в институте был высоким благодаря квалифицированному профессорско-преподавательскому составу, лабораторному и музейному комплексам. Здесь учащиеся получали знания о современных вооружениях и их производстве. Наглядным свидетельством уровня подготовки специалистов для военно-промышленного комплекса являются экспонаты существующего при СПГУ Горного музея, которые в XIX в. использовались прежде всего для обеспечения образовательного процесса. На протяжении всей дореволюционной истории университета в музей поступали образцы, связанные с самими вооружениями и их производством. Коллекция артиллерии, металлургии и металлообработки Горного музея говорит о вкладе горных инженеров в развитии артиллерийской науки и о высоком уровне их подготовки. Среди них есть образцы, переданные в Горный музей со златоустовской Князе-Михайловской фабрики — первого сталепушечного предприятия России. Они выполнены из литой стали, созданной выпускником Горного института П. М. Обуховым: ружейные стволы и ружейная сталь с испытаниями, инструменты для выделки холодного оружия. Ранее данные экспонаты не были упомянуты в каких-либо публикациях и находились в забвении. В свете вышеизложенного представляется актуальным дать описание этих образцов, исследовать их культурно-историческое значение и показать роль Горного института и его выпускников в организации производства вооружений из литой стали на Князе-Михайловской фабрике.

Князе-Михайловская фабрика — первое сталепушечное предприятие России — стала известна благодаря Павлу Матвеевичу Обухову (1820—1869),

¹ Основан в 1773 г. как Горное училище, в 1804—1833 гг. именовался Горным кадетским корпусом, в 1833—1834 гг. — Горным институтом, в 1834—1866 гг. — Институтом Корпуса горных инженеров, с 1866 г. — Горным институтом, с 2016 г. — Горным университетом. В дальнейшем будет использоваться название «Горный институт» как наиболее исторически известное.

² *Сергиевский И. А., Сыскин Г. А.* Подготовка артиллерийских офицеров в Горном институте во второй половине XIX века // Война и оружие. Новые исследования и материалы. Труды Девятой международной научно-практической конференции. 15—17 мая 2019 г. / Ред. С. В. Ефимов. СПб.: Военно-исторический музей артиллерии, инженерных войск и войск связи, 2019. Ч. 2. С. 363—373.



Рис. 1. Общий вид Златоустовского завода. Фотография конца XIX в. (из фондов Горного музея Санкт-Петербургского горного университета)

создавшему особую сталь. Она была построена в Златоусте в 1859 г. и предназначалась для производства литой стали и отливки различных болванок для орудий, ствольных трубок, инструментов и клинков. Фабрика была частью Златоустовского завода, основанного в 1754 г., в состав которого входила также Златоустовская оружейная фабрика, организованная в 1815 г. Она располагалась по обоим берегам реки Ай и состояла из сырцового, сталелитейного и сверлильного отделений (рис. 1).

Обухов был выпускником Горного института, где школа металлургии была традиционно сильной. Это подтверждают и другие знаменитые ученые-металлурги, учившиеся здесь: П. П. Аносов, Г. А. Иосса и Н. А. Иосса, Н. В. Воронцов, А. А. Износков, а также А. С. Лавров, прошедший в Горном институте специальный курс артиллерийских приемщиков.

Обухов поступил в Горный институт в 1832 г., когда ему было 12 лет, и закончил обучение в 1843 г. с большой золотой медалью. Он был признан первым в выпуске, одновременно получив чин поручика. В конференц-зале института находится памятная бронзовая позолоченная доска с обрамлением из дубовых ветвей и знаменательным заголовком: «Первыми по испытанию состояли». На ней выгравированы имена лучших выпускников с 1823 по 1843 г. Напротив 1843 г. указано имя Павла Обухова.

Павел Матвеевич приехал в Златоуст в марте 1854 г. как новый управляющий Златоустовской оружейной фабрикой. Ученый достаточно давно размышлял над изготовлением пушек из стали. Он знал, что Аносов имел дело с выплавкой небольших объемов стали, а чтобы получить доброкачественную отливку стальных орудий, необходимо было разрешить важную и технически трудную задачу получения крупных стальных слитков. Обухов начал опыты по получению литой стали еще когда был управляющим Кушвинским заводом, где прослужил три года, с 1848 по 1851 г. Работая в Кушве, он приобрел немалый опыт, поскольку завод был ведущим предприятием по изготовлению железа и изделий из него в Гороблагодатском округе. На заводе он внедрил множество усовершенствований, идеи которых он вынес из заграничной стажировки в Бельгии и Германии, куда был направлен после окончания Горного института³. Свои опыты ученый продолжил на Юговском медеплавильном заводе, куда был переведен на должность управителя в 1851 г. и где проработал до 1854 г. В 1853 г. в результате экспериментов с литой тигельной сталью, различной шихтой, температурами нагревания и ковкой Обухов получил сталь, пластина из которой при ружейной пробе не пробивалась пулей. О результатах опытов Обухов сообщил горному начальнику Златоустовского округа Александру Андреевичу Иоссе, который, оценив перспективы разработки, перевел Обухова в Златоуст.

В Златоусте новый управитель оружейной фабрики прежде всего приступил к организации промышленного производства улучшенных кирас. Шла Крымская война (1853–1856), и перед Обуховым была поставлена задача изготовить более легкие и прочные кирасы для тяжелой кавалерии. Проводимые в течение года опыты по выплавке литой стали завершились в 1854 г. полным успехом: пластинка из литой стали в 1,5 дюйма шириной и в одну линию толщиной, зажата в слесарных тисках, выдерживала от 40 до 60 сгибаний под прямым углом, тогда как обычная кирасная рафинированная сталь — только от 2 до 8⁴.

Продолжая и развивая исследования Аносова по выплавке качественной стали, Обухов ставил перед собою две задачи: во-первых, найти надежные способы получения металла в больших количествах, а во-вторых, резко снизить себестоимость стального литья. Обе эти задачи оказались весьма сложными. Не было еще мартеновских печей и конвертеров, которые позволили бы сразу получить столько стали, сколько ее нужно для отливки орудийного ствола. Весь металл лучшего качества, предназначенный для производства оружия и инструментов, варился в тиглях. Процесс получения тигельной стали по способу Аносова был запечатлен в произведении искусства — гравированном подносе Златоустовской оружейной фабрики, изготовленном для Московской мануфактурной выставки 1843 г. и хранящемся сегодня

³ Виноградова Н. А., Путин О. Н., Шерстнев Г. Р. Павел Матвеевич Обухов. СПб.: Грейт-Принт, 2020. С. 92.

⁴ Там же. С. 112.

в Горном музее. О нем в 2020 г. вышла подробная публикация ⁵. Интересно, что сам поднос получен из литой тигельной стали путем прокатки. На нем в аллегорических сюжетах показаны все основные процессы получения холодного оружия и среди них гравированные изображения получения стали в тигле и ее прокатки между валками прокатного стана.

Продолжая свои опыты, Обухов к концу 1856 г., кроме кирасной, получил и другие сорта стали: инструментальную твердую, инструментальную средней твердости, клинковую и сталь для заварки стволов ⁶. Технология производства стали хорошего качества ученым достигалась при помощи соответствующих расчетов шихты:

1) через сплавление чугуна со стальными и железными обсечками, магнитным железняком, черным шлихом, мышьяком, селитрою и глиною, и 2) через сплавление чугуна с магнитным железняком и мышьяком, без других примесей ⁷.

Второй способ использовался для выплавки твердых сортов стали. Масса закладываемой в тигли шихты составляла 1 пуд 25 фунтов, плавка продолжалась от 3,5 до 5 час.

Технология Обухова отличалась как от способа Аносова, который науглероживал железо, получаемое при расплавлении обсечков, так и от способа Хантсмана ⁸, который переплавлял цементованную сталь, не регулируя ее состав. Вестфальский металлург Альфред Крупп в качестве основного компонента шихты использовал пудлинговую сталь. Главным достижением Обухова был способ регулирования состава металла. Для того чтобы получать сталь с необходимым содержанием углерода, Обухов ввел в шихту «регулятор» содержания углерода, роль которого играла железная руда. Это в дальнейшем дало возможность производить в большом количестве тиглей одновременно сталь идентичного состава и получать из нее крупные отливки.

Сорта инструментальной стали вскоре после опытов Обухова были введены в производство «на наварку и приготовление инструментов для Златоустовской оружейной фабрики взамен английской стали» ⁹. Инструменты из обуховской стали на практике очень быстро показали свои преимущества, обладая высокой твердостью и износостойкостью. В коллекции Горного музея находятся сделанные из нее инструменты, служащие для выделки холодного оружия и промаркированные «Златоустовская фабрика, 1875 г.» Они поступили с партией горнозаводских изделий с «бывшей московской Политехнической выставки» ¹⁰, прошедшей в 1872 г. В музей образцы поступили

⁵ Оболонская Э. В. Златоустовский поднос из литой стали — художественный шедевр и энциклопедия производственной жизни // Художественный металл в России и Европе в XVIII—XXI веках: сборник материалов международной научно-практической конференции 21—23 октября 2020 года / Сост. К. А. Гилева. Екатеринбург: [б. и.], 2020. С. 205—213.

⁶ О литой стали подполковника Обухова // Горный журнал. 1857. Кн. 9. С. 191—209.

⁷ Там же. С. 192.

⁸ Бенджамин Хантсман (1704—1776) — английский металлург, изобретатель тигельного способа производства литейной стали.

⁹ О литой стали подполковника Обухова... С. 194—195.

¹⁰ Архив Горного музея Санкт-Петербургского горного университета (АГМ СПбГУ). Ф. 1. Оп. 2. Д. 89. Л. 3.



Рис. 2. Инструменты из литой обуховской стали, служившие для изготовления холодного оружия. Златоустовская оружейная и Князе-Михайловская фабрики, 1872 г. (из фондов Горного музея Санкт-Петербургского горного университета, фотография Е. Зотовой)

в 1875 г. В архиве Горного музея они идут в списке экспонатов Златоустовской оружейной и Князе-Михайловской фабрик. Это инструменты дляковки клинков — молотки-набойки и вкладыши-подбойки и накладка для проверки размеров клинка в разных частях (рис. 2).

В 1857 г. Обухов получил привилегию (патент) на изобретенный им способ массового производства тигельной стали высокого качества. За свое изобретение Павел Матвеевич был награжден орденом Св. Анны 3-й степени. Основное преимущество стали Обухова состояло в том, что она была отечественной, обходилась казне в разы дешевле, чем импортные аналоги (например, цена на английскую сталь была в 5–7 раз выше), и никакая политика на ее производство и приобретение не влияла. Обуховский металл стоил всего рубль за килограмм. Две копейки с каждого килограмма стали, выплавленной в России по технологии Обухова, полагались изобретателю в качестве вознаграждения от Российского государства.

Самым главным результатом опытов Обухова стала демонстрация возможности получения крупных стальных слитков для производства артиллерийских орудий. После поражения в Крымской войне перед Россией стояла задача создания импортозамещающего сталепушечного предприятия. Еще в 1847 г. Крупп изготовил первую в мире пушку из литой стали. Она оказалась прочнее орудий из пушечных медных сплавов и чугуна, а также была сравнительно недорогой. Немецкий металлург начал получать заказы на орудия от европейских правительств. Не стала исключением и Россия. Но

устойчивый интерес к орудиям Круппа сложился только во время Крымской войны, когда недостатки имевшихся гладкоствольных артиллерийских систем (прежде всего малая дистанция и низкая точность стрельбы) проявились со всей очевидностью и стала очевидной необходимость перехода к нарезным орудиям. Литая сталь являлась наиболее подходящим металлом для изготовления нарезного оружия. Было необходимо организовать валовое производство стальных орудий для перевооружения армии и флота.

В начале 1857 г. Обухов добился разрешения на строительство в Златоусте сталелитейной фабрики. Он поручил ее постройку Николаю Васильевичу Воронцову (1833–1893) — механику Златоустовского завода. Горный инженер Воронцов, талантливый металлург и выдающийся механик, известен как основатель сталепушечного производства в Перми. На Златоустовский завод он прибыл в 1853 г. в качестве практиканта после окончания Института Корпуса горных инженеров. В тот период выпускники института по окончании учебы на полтора года распределялись на казенные и владельческие заводы в качестве практикантов. В течение этого времени они должны были подготовить два реферата и сдать их в Ученый комитет, и только с его одобрения они могли войти в штат завода и получить следующий чин.

К лету 1857 г. планы и сметы Воронцова по строительству новой фабрики уже были одобрены Обуховым. Для усовершенствования своего способа получения стали в этом же году Обухов был командирован за границу, где пробыл около года, успев осмотреть в Германии знаменитый завод Круппа. И строительство новой фабрики, и сталелитейное производство он оставил на Воронцова. Вернувшись из-за границы, Обухов остался очень доволен работой Николая Васильевича и добился его награждения большой денежной премией. Работа по устройству сталелитейной фабрики для скорейшего приготовления стальных орудий валовым образом пошла полным ходом. В это время обуховская сталь употреблялась уже при производстве холодного оружия, инструментов и частей машин¹¹. К осени 1859 г. были построены каменное здание литейной, здание проковочной с молотом в 200 пудов и небольшая сверлильная. 8 ноября новая фабрика была освящена и получила название Князе-Михайловской в честь генерала-фельдцейхмейстера, великого князя Михаила Николаевича, который содействовал ее пуску и принимал большое участие в создании сталепушечного производства в России. В честь этого события великий князь подарил Златоусту образ своего небесного покровителя архангела Михаила.

Перед самым Новым годом Обухов командировал Воронцова на полтора года за границу для «практического изучения механики и осмотра лучших по сей части заводов»¹². Эта поездка очень много дала Воронцову как специалисту. Он посетил лучшие механические заводы Германии, Бельгии и Франции, слушал курс механики у знаменитого в то время профессора, директора Политехнической школы в Карлсруэ Ф. Редтенбахера, который

¹¹ *Скальковский К. А.* Павел Матвеевич Обухов (некролог) // Горный журнал. 1869. Вып. 2. С. 186–187.

¹² *Рафиенко Л. С.* Горный инженер Н. В. Воронцов. Пермь: Пермское книжное издательство, 1989. С. 33.

не только давал своим слушателям теорию, но и привлекал их к конструированию машин. Кроме того, Воронцов следил за поставкой оборудования для Князе-Михайловской фабрики с бельгийского завода компании «Джон Кокериль», крупнейшего машиностроительного предприятия мира. При устройстве Князе-Михайловской фабрики Николай Васильевич впервые показал свои выдающиеся способности в области механики. По его чертежам Екатеринбургская механическая фабрика изготовила 200-пудовый молот и часть станков. Здесь он установил еще неизвестные к тому времени на Урале турбины Швамкруга, заменив ими устаревшие деревянные гидравлические колеса ¹³.

Фабрика состояла из трех основных отделений — литейного, кузнечного и сверлильного, вспомогательных мастерских — модельной, инструментальной, тигельной, ремонтной — и лаборатории ¹⁴.

В литейном цехе располагались 96 горнов, в каждый из которых помещались по два тигля. Для обеспечения дутьем использовались две воздуходувные машины — одна имела привод от 160-сильной паровой машиной, изготовленной в Бельгии, а вторая (изготовленная на месте Воронцовым) приводилась в движение водяной турбиной Швамкруга мощностью 100 л. с. В одном тигле можно было выплавить до 1,5 пуда стали, а во всех 96 горнах — до 288 пудов (4,6 т). Плавка шихты на древесном угле длилась от 3,5 до 5 час.

Кузнечное отделение находилось в трех кирпичных зданиях. В двух из них были установлены три паровых молота: 550-пудовый (8,8 т) системы Конди, 150-пудовый (2,4 т) и 50-пудовый (0,8 т) системы Несмита. На самом мощном ковались 12- и 24-фунтовые орудийные болванки, на среднем — 4-фунтовые, последний служил дляковки изделий весом до 31 пуда (1,5 т). Третье здание предназначалось для 1000-пудового (16 т) молота системы Нейлора, который не успели установить при Обухове, а позже перевезли на Пермский пушечный завод. Все четыре молота были изготовлены бельгийской компанией «Джон Кокериль». Для нагрева перед ковкой были построены четыре сварочные печи, калильная печь, два якорных горна и ручные кузнечные горны. Воздуходувная машина для снабжения горнов дутьем приводилась в действие паровой машиной в 12 л. с. Ковка орудийных стволов занимала от 6 до 48 час. в зависимости от калибра орудия, при этом производилось от 4 до 24 нагревов. В сверлильном отделении прокованные орудийные болванки подвергались сверлению, обточке и отделке. Для привода станков использовались паровые машины мощностью 15 и 25 л. с.

На сооружение Князе-Михайловской фабрики и оборудование ее передовыми техническими устройствами горным ведомством по настоянию артиллерийского ведомства были выделены огромные капиталы. В 1859–1865 гг. стоимость строений и имущества Златоустовской оружейной и Князе-Михайловской фабрик (в организационном плане Князе-Михайловская фабрика подчинялась Оружейной) выросла почти в три раза — с 345,7 до 921,8 тыс. руб. и составила почти 40 % стоимости имущества всего

¹³ Российский государственный исторический архив (РГИА). Ф. 945. Оп. 1. Д. 19. Л. 45 об.

¹⁴ *Виноградова, Путин, Шерстнев*. Павел Матвеевич Обухов... С. 130.

Златоустовского горного округа¹⁵. По сведениям Н. В. Калакуцкого, к концу 1867 г. капитал Князе-Михайловской фабрики в изделиях, припасах и инструментах достиг 1,5 млн руб.¹⁶

В 1860 г. на фабрике впервые в России началось производство стальных пушек. Осенью того же года в Санкт-Петербург для испытаний на Волковском полигоне доставили три орудия, но проверили лишь одно. Ни одна иностранная пушка не смогла выдержать более двух тысяч выстрелов, а обуховская 12-фунтовая выдержала в два раза больше. За период с 26 ноября 1860 г. по 8 марта 1861 г. из 12-фунтовой пушки Обухова были произведены 4000 выстрелов¹⁷. На Всемирной выставке в Лондоне (1862) эта пушка отмечена золотой медалью. Сегодня она находится в Военно-историческом музее артиллерии, инженерных войск и войск связи в Санкт-Петербурге. На стволе пушки выгравировали надпись: «Отлита в 1860 году на Князе-Михайловской фабрике из стали Обухова. Выдержала более 4000 выстрелов». Таким образом, в 1861 г. первая уральская стальная пушка благополучно прошла испытания в столице, и это стало первым шагом к освобождению России от монополии европейского производителя стальных пушек Круппа.

Но, как следует из дальнейшей истории Князе-Михайловской фабрики, на ней так и не был налажен валовый выпуск стальных орудий. Она, по сути дела, так и осталась испытательным полигоном. Уральский военный историк Г. Н. Шумкин называет ряд причин, приведших к полному прекращению попыток наладить на фабрике производство орудий¹⁸. Главной было то, что, несмотря на передовое оборудование, фабрика стала выпускать много брака, орудия при испытаниях взрывались. Причины брака определились быстро — это слабая проковка отливок и несоблюдение технологии при производстве стали. Тщательная проковка была необходима для уплотнения слитка, поскольку литая обуховская сталь была крупнозернистой и проковка устраняла этот недостаток. Нарушение технологии началось практически сразу после триумфального испытания 12-фунтовой пушки. Сам Обухов технологию производства сделал более дешевой, заменив сравнительно дорогую сырцовую сталь на железо, что, как полагали приемщики, и привело к снижению качества продукции. Изначально шихта составлялась из сырцовой стали (уклада), чугуна и магнитного железняка. В 1864–1866 гг., уже при новом управляющем фабрикой А. Х. Деви, в тигель перестали класть магнитный железняк, т. е. сталь начали изготавливать только из чугуна и железа. Когда в 1866 г. фабрике запретили изготавливать орудия в наряд и предписали решить проблему качества продукции, местное начальство попыталось

¹⁵ Шумкин Г. Н. «Приготавливать орудия, данные в наряд, тем же способом, как и пробную пушку, она положительно не в состоянии». Вклад Князе-Михайловской сталепушечной фабрики в перевооружение русской армии и флота в 1860-х гг. // Военно-исторический журнал. 2018. № 10. С. 42–49.

¹⁶ Калакуцкий Н. Материалы для изучения сталелитейного дела в России // Артиллерийский журнал. 1869. № 9. Отдел неофициальный. С. 290; Шумкин. «Приготавливать орудия...»

¹⁷ Архив Военно-исторического музея артиллерии, инженерных войск и войск связи. Ф. 4. Оп. 41. Д. 24. Л. 228.

¹⁸ Шумкин. «Приготавливать орудия...»

вернуться к первоначальной технологии Обухова, но было поздно — производство уклада к этому времени находилось уже в упадке.

Но, как показали исследования Дмитрия Константиновича Чернова (1839–1921) на Обуховском заводе в 1867–1868 гг., возвращение к технологии Обухова не предотвратило бы брака¹⁹. Чернов изучал дефекты орудий из обуховской стали больших калибров (с увеличением калибра брак возрастал). Ученый опирался на практические работы П. П. Аносова, П. М. Обухова, А. С. Лаврова и Н. В. Калакуцкого. Да, безусловно, слабая проковка и отход от запатентованного Обуховым состава шихты снижало качество стали и увеличивало брак, но суть проблемы была не в этом. Он установил, что при изменении температуры сталь меняет свои свойства и проходит полиморфические превращения. Чернов вычислил точки, известные сейчас как точки Чернова. Ученый сумел правильно определить значение этих точек как моментов полиморфических превращений в стали и даже нарисовал первый набросок фазовой диаграммы железо — углерод. Причем эти пороговые значения он установил визуально, не имея приборов (через много лет, с появлением такого оборудования, догадки ученого подтвердились). Чернов доказал, что структура сплава, а значит и его качество, при определенной термической обработке сильно меняются, а позже создал теорию кристаллизации стали (один из ее типов был назван в его честь кристаллом Чернова). В 1868 г. он опубликовал результаты своих исследований²⁰. Многие авторы считают, что именно после этой публикации металлургия превратилась из ремесла в науку. Таким образом, только в конце 1860-х гг. проблема качественных отечественных орудий из литой стали была решена путем их правильной термической обработки, предшествующей механической обработке (ковке и прокатке), которая теперь была нужна только для придания внешней формы изделию.

В 1863 г. Обухов уехал в Петербург, чтобы возглавить новый сталелитейный завод, названный в честь него Обуховским. Павел Матвеевич признавал, что возможности для развития сталепушечного производства в Златоусте были объективно ограничены. Князе-Михайловскую фабрику разместили на двух небольших площадках по берегам р. Ай между горой Косотур и Златоустовской оружейной фабрикой, Златоуст испытывал острый дефицит энергоресурсов, доставка оборудования в расположенный в долине между горными хребтами Златоуст и отгрузка из него готовой продукции по мелководной и извилистой р. Ай были весьма непростыми задачами. Эта причина, а также другая — невозможность выполнения заказов Военного министерства из-за брака орудий — привели к тому, что в 1863 г. директор Горного департамента В. К. Рашет выбрал площадку для нового сталелитейного предприятия на берегу р. Камы, к северу от Перми, на месте

¹⁹ *Шерстнев Г. Р., Морозова С. Г.* Д. К. Чернов. Взгляд сквозь время. СПб.: Первый издательско-полиграфический холдинг, 2019.

²⁰ *Чернов Д. К.* Критический обзор статей г. г. Лаврова и Калакуцкого о стали и стальных орудиях Д. К. Чернова и собственные его исследования по этому же предмету, сообщенные на беседах в Русском техническом обществе в апреле и мае 1868 г. СПб.: Тип. Экспедиции заготовления государственных бумаг, 1868.

закрытого Мотовилихинского медеплавильного завода. Руководителем этого завода, получившего название Пермского сталепушечного (а неофициально продолжавшего именоваться Мотовилихинским), был назначен Воронцов — бывший помощник и правая рука Обухова. С собой Обухов и Воронцов постарались забрать из Златоуста лучших специалистов сталепушечного производства.

В 1865 г. началось время неудач для сталепушечного производства — Главное артиллерийское управление прекратило прием пушек практически одновременно с новых Пермского и Обуховского заводов и с Князе-Михайловской фабрики, что свидетельствовало о несовершенстве технологического процесса получения стали. Нужно отметить, что проблемы были не только у российских заводов. Австро-прусская война 1866 г. показала, что дефекты стальных орудий присутствовали и у Круппа. Князе-Михайловская фабрика не смогла преодолеть кризиса и прекратила производство пушек в 1866 г., а Пермский и Обуховский заводы успешно вышли из кризиса и смогли добиться массового выпуска доброкачественной продукции. Обуховский завод был обязан этим Чернову, а Пермский — Воронцову. Эти заводы вывели Россию в число первых военных держав.

Князе-Михайловская фабрика, построенная специально для производства артиллерийского вооружения, оснащенная самым совершенным иностранным оборудованием, не смогла наладить массового выпуска орудий. Основной вклад Князе-Михайловской фабрики в производство стальных орудий заключался в том, что она послужила своего рода лабораторией для создания в дальнейшем нужного металла. В 1866—1868 гг. опытами на фабрике занимались выдающиеся российские металлурги, тогда артиллерийские приемщики, Н. В. Калакуцкий и А. С. Лавров. Они получили ряд важнейших результатов. Из них наиболее известны открытие Лавровым неоднородности химического состава (ликвация) различных частей слитка, возникающей в процессе его остывания, и исследования Калакуцким влияния нагрева и проковки на кристаллическую структуру стали ²¹.

Златоустовская Князе-Михайловская сталепушечная фабрика вошла в историю как первое отечественное сталелитейное предприятие, изготовившее стальную пушку, не уступавшую лучшим мировым образцам. И хотя производство пушек на ней не было налажено, она внесла свой вклад в перевооружение армии — здесь стали изготавливать качественные стволы для винтовок, а также холодное оружие и инструменты. Вместо сталепушечной Князе-Михайловская фабрика стала именоваться сталелитейной.

В отчете о работе златоустовских заводов 1855 г. Иоссы, опубликованном в «Горном журнале» в марте 1857 г., упоминается об опытах подполковника Обухова:

Кроме того производились испытания над различными изделиями из литой стали, приготовляемыми г. подполковником Обуховым по особенному, им придуманному способу <...> Над ружейными стволами, также сравнительно со стволами Круппа, произведенные испытания показали, что стволы, приготовленные

²¹ Шумкин. «Приготовлять орудия...» С. 48.



Рис. 3. Ружейный ствол из литой обуховской стали, изогнутый в холодном состоянии. Князе-Михайловская фабрика, 1868–1873 гг. (из фондов Горного музея Санкт-Петербургского горного университета, фотография П. Долганова)

из литой стали г. Обухова, отличаясь чистотой снаружи и внутри канала, выдерживают необыкновенно сильную пороховую пробу и так же могут быть в холодном состоянии согнуты в кольцо, без всякого повреждения ²².

В собрании Горного музея находится свернутая в кольцо ружейная трубка с внутренним каналом порядка 10 мм, что говорит о ее принадлежности к 4-линейной винтовке Бердана. Трубка сплошная без заварки, с высверленным каналом (рис. 3).

У экспоната имеется сопроводительная этикетка: «Ружейный ствол, изогнутый в холодном состоянии». Трубка без точной архивной привязки. Время изготовления винтовочной трубки вписывается в хронологические рамки 1868–1873 гг., поскольку образец винтовки Бердана № 1 был принят на вооружение в 1868 г., а Бердана № 2 в 1870 г. В рассматриваемый период были три партии поступлений изделий Златоустовской оружейной и сталелитейной фабрик. Изделия предназначались для выставок – XIV Всероссийской мануфактурной выставки 1870 г., прошедшей в Санкт-Петербурге, Политехнической выставки 1872 г. в Москве и Всемирной промышленной выставки 1873 г. в Вене.

²² Иосса А. А. Отчет о действии златоустовских заводов в 1855 году // Горный журнал. 1857. Кн. 3 (март). С. 411.

Возможность использования литой обуховской стали в качестве ствольного металла обсуждалась долгое время. На пути к этой цели имелись трудноразрешимые технологические проблемы²³. В связи с отсутствием технологии сверления литых ствольных заготовок были попытки делать стволы сварными, но технология заварки стволов требовала от стали хорошей свариваемости. Это технологическое свойство противоречило основному назначению стали — повысить прочность и живучесть стволов. Для обработки стволов из литой стали требовалась инструментальная сталь с более высокой стойкостью.

Отечественные металлургические заводы не всегда соблюдали технологию получения литой стали, что приводило к недопустимому снижению ее качества. Заказы на литую сталь размещались на частных металлургических предприятиях, на казенных заводах горного и артиллерийского ведомств. Технологические свойства стали, полученной с разных предприятий, могли отличаться. При заказе металлургическим заводам выдавались лишь образцы стали. Не были выработаны технические требования на литую сталь, что также приводило к снижению качества продукции. Решение этих проблем при существовавшем во второй половине XIX в. уровне развития российской промышленности заняло продолжительное время.

В 1858–1860 гг. проводились испытания литой стали Обухова в качестве материала для ружейных стволов. Исследовалась структура стали, ковкость, свариваемость, закаливаемость и обрабатываемость. По результатам экспериментов были даны рекомендации по технологии заварки стволов, т. е. по режимам нагрева,ковки и пр., и принято решение о том, что сталь Обухова следует признать вполне годной на изготовление из нее стволов²⁴.

В 1860-е гг. ружейные стволы изготавливались из железа Ижевского завода, стали немецкого фабриканта Бергера и стали Князе-Михайловской фабрики. В сравнении с ижевскими железными златоустовские стволы почти не имели брака (в железных стволах он достигал 50 %) и не «расстреливались» (т. е. металл не выгорал, стволы были практически вечными), в сравнении со стволами Бергера — не зависели от внешней политики²⁵. В 1860-е гг. Златоуст выполнял небольшие заказы на стальные полосы, «глухие» болванки, «черновые» ствольные трубки. В этот период здесь были произведены более 40 тыс. ствольных трубок.

Однако для получения высококачественных ствольных заготовок были необходимы жесткие технические требования на литую сталь. Также требовалась надежная методика испытания стальных стволов с помощью пороховой пробы.

²³ Михайлов А. В., Астахов С. А., Ефимов Р. В. 150 лет с начала производства 4,2-лин. винтовки образца 1870 г. системы Бердана № 2 // Война и оружие. Новые исследования и материалы. Труды Десятой международной научно-практической конференции. 12–14 мая 2021 г. / Ред. С. В. Ефимов. СПб.: Военно-исторический музей артиллерии, инженерных войск и войск связи, 2021. Ч. 2. С. 449–459.

²⁴ Русилович. Об испытании ствольного железа // Артиллерийский журнал. 1861. № 6. С. 414–420.

²⁵ Шумкин. «Приготовлять орудия...» С. 43.

Для выработки технических требований и разработки методики испытаний были нужны фундаментальные исследования. Исследованиями свойств стали и влияния способов ее обработки на качество стволов с 1870 г. занимался Калакуцкий. Он проводил огромное количество опытов по определению химического состава литой стали ряда отечественных и зарубежных производителей²⁶. Кроме того, он исследовал механические свойства образцов; определял зависимость механических свойств стали от ее химического состава, структуры и способа обработки; с помощью пороховой пробы испытывал ствольные заготовки и стволы с целью определения влияния последствий механического воздействия и различных дефектов на прочность ствола. На основе результатов экспериментов Калакуцкий выработал методики испытания и приема стволов с помощью пороховой пробы.

Горный музей СПГУ хранит в своей коллекции ствольные трубки для ружей, испытанные с помощью пороховой пробы, и образцы стали для ружейных стволов с испытаниями Князе-Михайловской фабрики (рис. 4, 5).

Они поступили с XIV Всероссийской мануфактурной выставки, прошедшей в Санкт-Петербурге с 15 мая по 1 августа 1870 г.²⁷ На ружейных стволах есть гравировка — «З. О. Ф.» Златоустовская оружейная фабрика и Князе-Михайловская сталелитейная фабрика, как уже говорилось, работали как одно предприятие.

Образцы ствольных трубок Горного музея были предназначены для винтовки Бердана № 2, которая в 1870 г. была принята на вооружение, и являются одними из первых опытных образцов. Старая авторская этикетка к ружейным трубкам подтверждает это: «№ 135. Три ствола из литой стали для винтовок 4,2-линейного калибра, испытанных пороховою пробой златоустовской Князе-Михайловской фабрики. Цена при фабрике за штуку 3 р. 30 к.». Испытаниям на фабрике подвергалась и сама сталь, перед тем как из нее производили стволы, что так же следует из старой этикетки к образцам ствольной стали: «К № 135. Образцы ствольной литой стали, подвергнутые испытаниям на сопротивление разрывающему и раздавливающему усилиям».

О продукции фабрики можно судить по выставочным образцам, которые перечислены в указателе Всероссийской мануфактурной выставки 1870 г., где изделия Златоустовской оружейной и Князе-Михайловской сталелитейной фабрик даны под одним пунктом. В этом источнике фигурируют «винтовые стволы из литой стали»²⁸.

В 1870 г. на вооружение русской армии взамен винтовки Крнки и иных остававшихся на вооружении образцов была принята вторая модель винтовки Бердана — «Скорострельная малокалиберная винтовка Бердана № 2», в которой Х. Бердан, приехавший в Санкт-Петербург, заменил откидной

²⁶ Калакуцкий Н. В. Испытание ствольной стали и опыты над малокалиберными стволами разных заводов // Оружейный сборник. 1871. № 1. Отд. 2. С. 1—17; № 2. Отд. 2. С. 34—78; № 3. Отд. 2. С. 76—91.

²⁷ АГМ СПГУ. Ф. 1. Оп. 2. Д. 88. Л. 187 об.

²⁸ Указатель Всероссийской мануфактурной выставки 1870 года в С.-Петербурге. 2-е изд. СПб.: Тип. Товарищества «Общественная польза», 1870. С. 293—294.

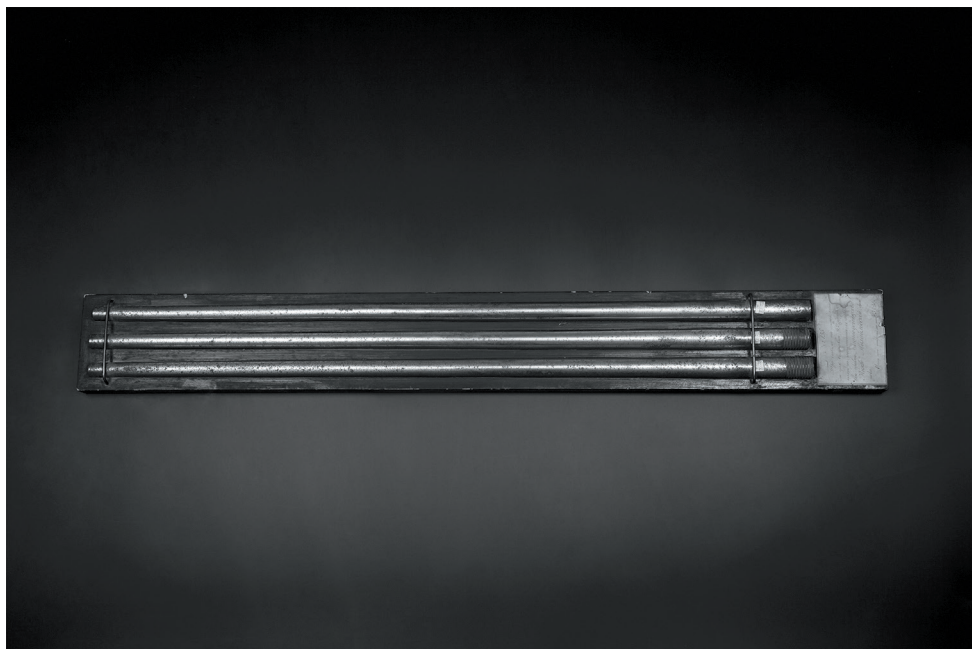


Рис. 4. Три ствола из литой обуховской стали для винтовки 4,2-линейного калибра, испытанные с помощью пороховой пробы. Князе-Михайловская фабрика, 1870 г. (из фондов Горного музея Санкт-Петербургского горного университета, фотография Е. Зотовой)

затвор на более совершенный продольно-скользящий ²⁹. Русские изобретатели внесли в нее еще десятка полтора существенных изменений и разработали модификации — винтовки драгунскую (полковник В. Л. Чебышев) и казачью и кавалерийский карабин (полковник И. И. Сафонов) ³⁰.

В войска винтовки Бердана № 2 начали поступать с 1871 г. и по мере расширения их выпуска на отечественных заводах постепенно вытесняли винтовки более старых систем. По состоянию на 1 января 1877 г. на вооружении армии имелось винтовок Бердана № 2 1870 г. (пехотных, драгунских, казачьих и карабинов) — 253 152 на вооружении и 103 616 в запасе ³¹.

«Мелкокалиберная» винтовка Бердана № 2 благодаря меньшему калибру (4 линии (8,4 мм) вместо 6 линий (10,6 мм) обладала большей убойной силой при том же весе оружия. Однако с переходом к 4-линейному калибру железо перестало удовлетворять требованиям, предъявлявшимся к ствольному металлу. Необходимо было переходить к производству стволов исключительно

²⁹ *Защук И. И.* Малокалиберная скорострельная винтовка со скользящим затвором Бердана № 2-й. СПб.: Тип. Министерства путей сообщения (А. Бенке), 1874.

³⁰ *Иванов А.* Оружие солдат-освободителей // Не смолкнет эхо над Балканами. Воспоминания. Письма. Публицистика. Статьи / Сост. В. Кастрева, Ю. Лошиц. М.: Молодая гвардия; София: Народна младеж, 1988. С. 283.

³¹ *Дююи Р. Э., Дююи Т. Н.* Всемирная история войн. Харперская энциклопедия военной истории. В 4 т. СПб.: Полигон; М.: АСТ, 1998. Т. 3: 1800 год — 1925 год. С. 419—420.

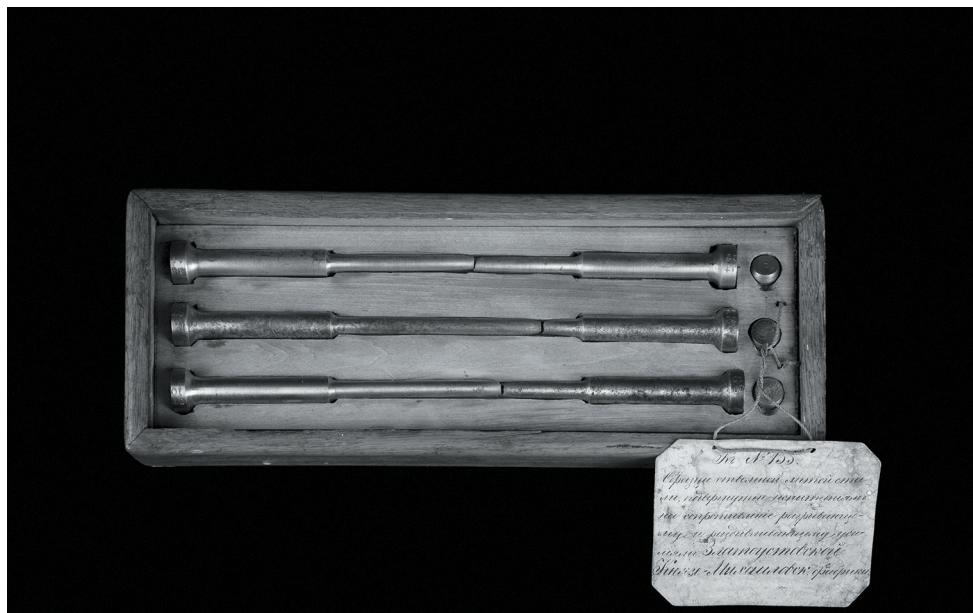


Рис. 5. Образцы ствольной литой обуховской стали, подвергнутые испытаниям на сопротивление разрывающему и раздавливающему усилиям. Князе-Михайловская фабрика, 1870 г. (из фондов Горного музея Санкт-Петербургского горного университета, фотография Е. Зотовой)

из стали. В 1871 г. Бергеру было заказано стволов на 115 тыс. руб. Зависимость от иностранных поставщиков приняла угрожающие масштабы. В 1872 г. Военное министерство обратилось к изготовлявшим литую сталь русским заводам — частному Обуховскому и казенным горным Пермскому пушечному и Златоустовскому. В 1870-х гг. Обуховский завод достаточно исправно изготовлял стволы по 25 тыс. штук ежегодно. Пермский завод к 1877 г. изготовил 10 тыс. стволов, Златоустовский к 1883 г. — более 80 тыс. стволов.

В 1873 г. на Венской всемирной промышленной выставке были представлены образцы ствольных трубок, выпускаемые Князе-Михайловской фабрикой. В архивной книге они идут под заголовком: «Образцы стволов для четырехлинейных винтовок»³². Всего восемнадцать трубок: шестнадцать трубок были закреплены на деревянном щите, выстланном красным бархатом, и две трубки отдельно. Поступили они из Горного музея, который служил своеобразной площадкой, где собирались экспонаты для выставок с различных предприятий России. По окончании Венской выставки ружейные трубки вернулись в музей.

Но, несмотря на хорошее качество выпускаемой Князе-Михайловской фабрикой ствольной стали, она так и не стала центром производства металла для стрелкового оружия. Военное ведомство не могло допустить монополии горных заводов на производство ствольного металла. Гарантии того, что, став монополистом, Златоуст не пойдет по пути удешевления производства

³² АГМ СПбГУ. Ф. 1. Оп. 2. Д. 89. Л. 13.

и снижения качества продукции, никто дать не мог. Кроме того, разместив крупные заказы на ствольную сталь в Златоусте, военное ведомство должно было прекратить недавно начатые работы по организации производства ствольного железа в Ижевске и признать нерентабельность своего проекта³³. Небольшие заказы на холодное оружие и металл для винтовок не могли загрузить производственных мощностей объединенных Златоустовской оружейной и Князе-Михайловской фабрик. До начала 1880-х гг. оружейное производство в Златоусте находилось в состоянии кризиса.

Заключение

Таким образом, подводя итог рассмотренной в данной работе истории производства вооружений на Князе-Михайловской фабрике, можно констатировать, что здесь впервые в России началось производство пушек из отечественной литой стали и произведено первое стальное орудие превосходного качества. Для России фабрика сыграла роль своего рода лаборатории, где отработывались методы по производству и обработке литой стали разного назначения. Она была центром для подготовки кадрового потенциала, который в дальнейшем успешно проявил себя при работе на других оборонных предприятиях. На фабрике было налажено производство качественных материалов для производства винтовок — ствольных трубок и оружейной стали, что сыграло значительную роль в перевооружении нашей армии огнестрельным оружием. Решающую роль в создании и организации производства на Князе-Михайловской фабрике сыграли выпускники Горного института. Стволы для винтовки Бердана, образцы ствольной стали и инструменты, хранящиеся в Горном музее, являются материальными свидетельствами производственного процесса на златоустовской Князе-Михайловской фабрике, а также служат бесценным материалом по истории изучения структуры и свойств стали.

References

- Diupuii, R. E., and Diupuii, T. N. (Dupuy, R. E., and Dupuy, T. N.) (1998) *Vsemirnaia istoriia vojn. Kharperskaia entsiklopedia voennoi istorii. V 4 t. [The World History of Wars: The Harper Encyclopedia of Military History. In 4 vols.]*. Sankt-Peterburg: Polygon and Moskva: AST, vol. 3: 1800–1925.
- Iossa, A. A. (1857) *Otchet o deistvii zlatoustovskikh zavodov v 1855 godu [A Report on the Work of the Zlatoust Plants in 1855]*, *Gornyi zhurnal*, vol. 3 (March), pp. 398–414.
- Ivanov, A. (1988) *Oruzhie soldat-osvoboditelei [The Arms of the Liberating Soldiers]*, in: Kastreva, V., and Loshchits, Iu. (comp.) *Ne smolknet ekho nad Balkanami. Vospominaniia. Pis'ma. Publitsistika. Sta'i [The Echo Will Not Stop over the Balkans. Recollections. Letters. Journalism. Articles]*. Moskva: Molodaia gvardiia and Sofiia: Narodna mladezh, pp. 280–295.
- Kalakutskii, N. V. (1869) *Materialy dlia izucheniia staleliteinogo dela v Rossii [Materials for Studying Steelmaking in Russia]*, *Artilleriiskii zhurnal*, no. 9, otдел neofitsial'nyi, pp. 276–307.

³³ Шумкин Г. Н. Проблема снабжения металлом для стволов оружейных заводов России в XIX — начале XX веков // Война и оружие. Новые исследования и материалы. Труды Седьмой международной научно-практической конференции. 18–20 мая 2016 г. / Ред. С. В. Ефимов. СПб.: Военно-исторический музей артиллерии, инженерных войск и войск связи, 2016. Ч. 5. С. 384–397.

- Kalakutskii, N. V. (1871) Ispytanie stvol'noi stali i opyty nad malokalibernymi stvolami raznykh zavodov [Testing Barrel Steel and Experiments with Small-Caliber Barrels from Different Factories], *Oruzheinyi sbornik*, no. 1, otel 2, pp. 1–17; no. 2, otel 2, pp. 34–78; no. 3, otel 2, pp. 76–91.
- Mikhailov, A. V., Astakhov, S. A., and Efimov, R. V. (2021) 150 let s nachala proizvodstva 4,2-lin. vintovki obraztsa 1870 g. sistemy Berdana № 2 [150 Years since the Beginning of the Production of 4,2-Line Rifles of the 1870 Berdan System No. 2], in: Efimov, S. V. (ed.) *Voina i oruzhie. Nove issledovaniia i materialy. Trudy Desiatoi mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. 12–14 maia 2021 g. [War and Weapons. New Research and Materials. Proceedings of the Tenth International Science-to-Practice Conference. May 12–14, 2021]*. Sankt-Peterburg: Voenno-istoricheskii muzei artillerii, inzhenernykh voisk i voisk sviazi, pt. 2, pp. 449–459.
- O litoi stali podpolkovnika Obukhova [On the Cast Steel of Lieutenant Colonel Obukhov] (1857), *Gornyi zhurnal*, vol. 9, pp. 191–209.
- Obolonskaia, E. V. (2020) Zlatoustovskii podnos iz litoi stali – khudozhestvennyi shedevr i entsiklopediia proizvodstvennoi zhizni [Zlatoust Cast Steel Tray, an Artistic Masterpiece and an Encyclopedia of Industrial Life], in: Gileva, K. A. (comp.) *Khudozhestvennyi metal v Rossii i Evrope v XVIII–XXI vekakh: sbornik materialov mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. 21–23 oktiabria 2020 goda [Artistic Metal in Russia and Europe in the 18th – 21st Centuries. Proceedings of the International Science-to-Practice Conference. October 21–23, 2021]*. Ekaterinburg: [b. i.], pp. 205–213.
- Rafienko, L. S. (1989) *Gornyi inzhener N. V. Vorontsov [Mining Engineer N. V. Vorontsov]*. Perm': Permskoe knizhnoe izdatel'stvo.
- Rusilovich (1861) Ob ispytanii stvol'nogo zheleza [On the Testing of Barrel Iron], *Artilleriiskii zhurnal*, no. 6, pp. 414–420.
- Sergievskii, I. A., and Syskin, G. A. (2019) Podgotovka artilleriiskikh ofitserov v Gornom institute vo vtoroi polovine XIX veka [Training Artillery Officers at the Mining Institute in the Second Half of the 19th Century], in: Efimov, S. V. (ed.) *Voina i oruzhie. Nove issledovaniia i materialy. Trudy Deviatoi mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. 15–17 maia 2019 g. [War and Weapons. New Research and Materials. Proceedings of the Ninth International Science-to-Practice Conference. May 15–17, 2019]*. Sankt-Peterburg: Voenno-istoricheskii muzei artillerii, inzhenernykh voisk i voisk sviazi, pt. 2, pp. 363–373.
- Sherstnev, G. R., and Morozova, S. G. (2019) *D. K. Chernov. Vzgliad skvoz' vremia [D. K. Chernov. A Glance Through Time]*. Sankt-Peterburg: Pervyi izdatel'sko-poligraficheskii kholding.
- Shumkin, G. N. (2016) Problema snabzheniia metallom dlia stvolov oruzheinykh zavodov Rossii v XIX – nachale XX vekov [The Problem of Supplying Metal for the Barrels to Russian Ordnance Factories in the 19th and Early 20th Century], in: *Voina i oruzhie. Nove issledovaniia i materialy. Trudy Sed'moi mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. 18–20 maia 2016 g. [War and Weapons. New Research and Materials. Proceedings of the Seventh International Research and Training Conference. May 18–20, 2016]*. Sankt-Peterburg: Voenno-istoricheskii muzei artillerii, inzhenernykh voisk i voisk sviazi, pt. 5, pp. 384–397.
- Shumkin, G. N. (2018) “Prigotovliat' orudiia v nariad, tem zhe sposobom, kak i probnuui pushku, ona polozhitel'no ne v sostoianii”. Vklad Kniaze-Mikhailovskoi stalepushechnoi fabрики v perevooruzhenie russkoi armii i flota v 1860-kh godakh [“It Is Absolutely Incapable of Producing the Ordered Guns in the Same Way as the Test Cannon”. The Contribution of the Knyaze-Mikhailovsky Steel Cannon Factory to the Rearmament of the Russian Army and Navy in the 1860s], *Voenno-istoricheskii zhurnal*, no. 10, pp. 42–49.
- Skal'kovskii, K. A. (1869) Pavel Matveevich Obukhov (nekrolog) [Pavel Matveyevich Obukhov (Obituary)], *Gornyi zhurnal*, vol. 2, pp. 186–187.
- Ukazatel' Vserossiiskoi manufakturnoi vystavki 1870 goda v S.-Peterburge. 2-e izd. [Index of the 1870 All-Russian Industrial Exhibition in St. Petersburg. 2nd ed.]* (1870). Sankt-Peterburg: Tipografiia Tovarishchestva “Obshchestvennaia pol'za”.
- Vinogradova, N. A., Putin, O. N., and Shesternev, G. R. (2020) *Pavel Matveevich Obukhov [Pavel Matveyevich Obukhov]*. Sankt-Peterburg: Greit-Print.
- Zashchuk, I. I. (1874) *Malokalibernaia skorostrel'naia vintovka so skol'ziashchim zatvorom Berdana № 2-i [Small-Caliber Rapid-Fire Rifle with Berdan Sliding Bolt No. 2]*. Sankt-Peterburg: Tipografiia Ministerstva putei soobshcheniia (A. Benke).