

Г.Н. Шумкин (Екатеринбург)

ПРОИЗВОДСТВО ЧУГУННЫХ ОРУДИЙ НА УРАЛЕ В СЕРЕДИНЕ XIX ВЕКА

В XVIII–XIX вв. предпринималось несколько попыток организовать на Урале производство артиллерийских орудий из чугуна. Как правило, они были вызваны обострением международной обстановки (например, войнами с Турцией или с Наполеоном). Но когда ситуация входила в норму, литье орудий прекращалось – организовать это технологически сложное производство за короткий срок на должном уровне не удавалось, а расходовать бюджетные средства на продолжение опытов, в то время как другие предприятия (прежде всего – Олонцекие заводы) изготавливали высококачественные орудия, не представлялось целесообразным. Исключение составила последняя попытка, в результате которой уральские заводы производили орудия из чугуна достаточно долго – более 40 лет – в 1830–1870-е гг.

Производство чугунных орудий в середине XIX в. не часто привлекало внимание исследователей¹ – оно оказалось «в тени» более ярких сюжетов (например, организации производства стальных орудий, стрелкового и холодного оружия; промышленного переворота и т. д.). Однако и в этой малоизученной теме есть период, который остался вне поля зрения историков – середина 1850 – середина 1860-х гг. Лучше всего эту лакуну в историографии иллюстрирует коллективная монография «Щит и меч отчизны. Оружие Урала с древнейших времен до наших дней», обобщающая результаты исследований по истории военной промышленности Урала, в которой сведения об этом периоде отсутствуют². Данное сообщение является попыткой проследить развитие производства чугунных орудий на Урале в середине XIX в., сосредоточив особое внимание на периоде середины 1850 – середины 1860-х гг.

В начале 1830-х гг. орудия из чугуна изготавливались только на одном предприятии – Александровском заводе Олонецкого горного округа. Его производственных мощностей было недостаточно для обеспечения орудиями флота, крепостей и береговой обороны, вследствие чего возникла идея возобновить их производство на Урале, где оно было прекращено 15 годами ранее. В 1833 г. Каменскому и Верхнетуринскому заводу было заказано 26 орудий³. Эти орудия предполагалось изготовить, используя шведские технологии, а затем сравнить со шведскими орудиями (чугунные орудия, отлитые шведскими заводами «Финспонг» и «Окер», считались лучшими в мире)⁴. Опыты растянулись на несколько лет, но в целом завершились успешно. По словам главного приемщика Бикбулатова, «отливка опытных орудий... под наблюдением артиллерийских офицеров... обнаружила обширные средства наших заводов и доказала на опыте, что наши орудия не только чистотою отделки, но и крепостью металла уже стали на ряду с орудиями шведской артиллерии»⁵. На уральские заводы стали поступать крупные заказы: в 1834 г им был дан наряд на 606 орудий для крепостной артиллерии; в 1838 г. – на 493 орудия для береговых батарей; в 1843 г. – на 460 орудий для вооружения южных крепостей⁶.

Таблица 1

Ежегодный объем производства артиллерийских орудий, установленный «Штатами и основными положениями» 1847 г. для казенных горных заводов Урала*

Заводы	Пушки						Карронады			Единороги			Всего	
	3-п	36-ф	24-ф	18-ф	12-ф	6-ф	90-ф	24-ф	12-ф	1-п	1/2-п	1/4-п	Кол-во	Вес, пуд
Каменский	4	11	11	-	-	-	-	-	-	11	-	-	37	7207
Нижнеисетский	4	11	11	-	-	-	-	-	-	11	-	-	37	7207
Итого, Екатеринбургский округ	8	22	22	-	-	-	-	-	-	22	-	-	74	17415
Верхнетуринский	-	4	5	6	7	9	6	7	9	7	8	9	77	7683
Всего	8	26	27	6	7	9	6	7	9	29	8	9	151	25098

*Штаты и основные положения казенных горных заводов хребта Уральского. СПб., 1847. С.

266, 282, 338.

Производительность Верхнетурунского завода по выплавке чугуна была выше, чем Каменского завода (четыре домны на первом и одна на втором), но из-за высокой ломкости чугуна, выплавленного преимущественно из твердоплавкого магнитного железняка, Верхнетурунский завод специализировался на орудиях средних и малых калибров, а Каменский – на крупнокалиберных орудиях (см. табл. 1). На Каменском заводе орудия отливались прямо из домны. На Верхнетурунском заводе перед отливкой чугуна дополнительно переплавляли в отражательной печи; затем (с 1840 г.) орудия отливали из вагранки либо прямо из домны. Вспомогательным предприятием Каменского завода, на котором осуществлялась механическая отделка части отлитых орудий, являлся Нижнеисетский завод; для Верхнетурунского – Верхнебаранчинский.

Орудийное производство постоянно модернизировалось. В 1834–1853 гг. станочный парк заводов увеличился с 20 до 44 единиц; были построены железные дороги для перевозки отлитых орудий. В Верхнетурунском заводе построен линейный чан, вмещавший сразу две опоки. На Каменском заводе, испытывавшем острый дефицит энергоресурсов, были установлены новые водяные колеса и три паровые машины⁷. Управляющий Каменского завода Грамматчиков разработал технологию литья орудий с гладкой поверхностью, не нуждавшихся в последующей обточке⁸ («валовое» производство орудий без наружной обточки заводы так и не смогли освоить, поэтому в 1859 г. от использования этой технологии, имевшей исключительно эффект снижения издержек, отказались).

Однако вследствие недостаточной технической базы, слабости энергетики заводов, необходимости выполнения сверхнарядных заказов, изменения нарядов, технологических трудностей и иных причин годовой наряд по орудиям систематически не выполнялся. В 1834–1852 гг. уральские заводы выполнили только 47,5 % нарядов – 1542 орудия (18 % чугунных орудий, произведенных в стране). Их производительность была более чем в 4 раза ниже, чем производительность Александровского завода. В итоге, к началу Крымской войны дефицит орудий в крепостной артиллерии достигал 1586 единиц⁹. Более того, артиллерии катастрофически недоставало новейших бомбических пушек.

**Производство артиллерийских орудий заводами Урала
в 1837-1861 гг.***

Год	Пушки							Единороги		Карронады		Чугунные пробные мортирки
	3-п.	36-ф.	30-ф.	24-ф.	18-ф.	12-ф.	6-ф.	1-п.	1/2-п.	96-ф.	12-ф.	
1837	-	20	-	14	-	4	5	16	-	-	-	-
1838	-	-	-	6	3	1	-	1	-	-	-	-
1839	-	9	-	-	-	-	5	42	-	8	-	-
1840	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1841	-	1	-	-	-	-	-	13	14	-	-	-
1842	12	-	-	-	-	-	-	16	12	-	-	-
1843	12	-	-	-	-	-	-	11	3	-	-	-
1844	9	3	-	2	-	-	-	29	21	-	-	-
1845	8	-	-	2	-	-	-	10	27	-	-	-
1846	10	2	-	-	-	-	-	13	81	-	-	-
1847	11	9	-	6	-	1	-	1	122	-	-	-
1848	8	7	-	9	-	-	-	4	84	-	-	50
1849	11	3	-	18	-	-	-	17	45	-	-	-
1850	3	-	-	22	-	24	25	10	24	-	-	-
1851	-	2	-	-	-	10	31	7	-	-	-	-
1852	-	-	-	16	-	-	-	11	67	-	-	-
1853	-	-	-	8	-	-	18	12	19	-	15	-
1854	4	6	-	4	-	28	14	9	120	-	8	-
1855	14	1	-	23	-	-	-	16	141	-	-	-
1856	1	-	1	3	-	1	1	11	1	-	-	-
1857	-	-	-	-	-	-	-	30	15	-	-	-
1858	-	-	-	-	-	-	-	97	-	-	-	-
1859	-	-	-	15	-	-	-	17	-	-	-	-
1860	-	-	-	84	-	-	-	-	-	-	-	-
1861	-	-	-	25	-	-	-	-	-	-	-	-
Всего	103	63	1	257	3	69	99	393	796	8	23	50

* Скиндер А. Некоторые факты исторического развития чугунно-литейного дела для артиллерийских припасов в России //Артиллерийский журнал. 1863. №. 5. Отдел неофициальный. С. 342–343.

Во время Крымской войны объемы выпуска увеличились (см. табл. 2). Если до войны ежегодно изготовлялось, в среднем, 80–90 орудий, то в 1854 г. было выпущено 193, в 1855 г. – 195. Чтобы стимулировать производство, был расширен станочный парк, модернизировано энергетическое хозяйство. Военное ведомство ослабило требования при приемке орудий (в 1855 г. разрешило принимать орудия с отбитым винградом; в 1856 г. – с сыпью и царапинами на стволе)¹⁰. Однако с валом заказов заводы не справлялись. Особенно

тяжелая обстановка сложилась на Каменском заводе, где с 1853 г. наблюдалось «расстройство литья». В 1854 г. Каменскому заводу было назначено в наряд орудий общим весом 23,7 тыс. пуд., а изготовлено только 7,9 тыс. пуд.¹¹. К изготовлению орудий подключилась Екатеринбургская механическая фабрика, которая начала отливать пушки из чугуна, подаренного частными заводчиками.

В результате прочность орудий, сдававшихся Каменским заводом, резко упала. «Дурное качество приготавливаемых там орудий» было «доказано положительно»¹². В 1856 г. Каменскому заводу «валовое» производство было запрещено впредь до подбора «благонадежного рудного смешения»; все орудия, отлитые во время войны, были признаны «сомнительными»¹³. С 1856 по 1860 г. на Урале орудия в наряд изготовлял только Верхнетуринский завод. Несмотря на то, что его орудия не вызывали особых нареканий, Верхнетуринскому заводу также было рекомендовано провести исследования с целью выявления лучшего «рудного смешения».

В 1857–1859 гг. на Каменском и Верхнетуринском заводах были проведены обширные исследования. Анализировалось влияние на крепость чугуна состава шихты; печей, в которой переплавлялся чугун; размер прибыли; влияние вторичной переплавки чугуна; отбеливания чугуна в процессе переплавки; качества топлива и т. д. В результате были подобраны оптимальные «рудные смешения» и режимы литья¹⁴. По образцу Александровского завода для переплавки чугуна на заводах были построены по четыре отражательных печи. Результаты исследования оказались очень благоприятными. По свидетельству главного приемщика Одинца все опытные 12-фунтовые пушки «не только выдержали усиленную пробу, но и многие выдержали весьма большее число разрывных выстрелов»¹⁵. В 1859 г. горным заводам был дан наряд на 156 3-пудовых, 40 36-фунтовых бомбических пушек и 30 1-пудовых единогогов¹⁶.

Но главная проблема – отливка однородных больших болванок – решена не была¹⁷. Еще в 1856 г. горным заводам был дан заказ на новейшие 60-фунтовые бомбические пушки – первые орудия, специально спроектированные для борьбы с броненосцами. Однако с организацией их производства возникли затруднения: если Верхнетуринский завод и Александровский завод Олонцкого округа изготовляли слабые орудия, то на Каменском заводе пушечно-литейное дело было в неудовлетворительном состоянии. Поэтому основной заказ на 500 60-фунтовых бомбических пушек достался шведским

заводам «Ставшё» и «Финдспонг» (однако, как выяснилось позже, шведские пушки также оказались «мало благонадежны»¹⁸). В 1859 г. после завершения опытов по подбору «рудного смешения» заводы вернулись к отливке 60-фунтовых пушек. Но, как оказалось, «в орудиях больших калибров чугун тех шихт, которые при испытании орудий 12-фунтового калибра оказались наилучшими, не дал вполне удовлетворительных результатов»¹⁹ – на испытаниях выгорало запальное отверстие, появлялись трещины, пушки преждевременно рвались. В 1861 г. в связи с отсутствием «уже надобности в 60-фунтовых пушках», Артиллерийский комитет предложил «опыты над отливкою этих орудий» прекратить, «тем более, что при нынешнем состоянии уральских заводов нельзя и ожидать, в скором времени благоприятных результатов по этому делу»²⁰. Тем не менее, изготовление 60-фунтовых пушек для опытов продолжилось.

Поскольку проблема с литьем чугунных орудий кардинально не решалась, начались опыты с иными технологиями. В качестве альтернатив предлагались: навивка на железный стержень стальной проволоки, ее проварка и проковка²¹; сварка орудий из железных полос и обручей по технологии английского фабриканта У. Дж. Армстронга²²; скрепление чугунных пушек железной проволокой или стальными кольцами и др. Самой перспективной альтернативой представлялось изготовление орудий из литой стали, которая и была реализована в результате строительства златоустовской Князе-михайловской фабрики, а затем Пермского сталепушечного завода и Обуховского сталелитейного завода.

Из прочих вариантов неплохие результаты были получены в ходе опытов с укреплением чугунных пушек железной проволокой, навивавшейся на вертлюжную и казенную часть ствола под натяжением, которые провел артиллерийский приемщик Семашко в 1859–1860 гг. на Верхнетуринском заводе и в 1861–1862 гг. на Каменском заводе. Для своих опытов он использовал забракованные орудия. В Верхней Туре в результате испытания стрельбою на разрыв скрепленная проволокой 12-фунтовая пушка разорвалась на 108-м выстреле – оторвалась торельная часть, при этом все остальное орудие осталось целым (лучшие нескрепленные орудия выдерживали в среднем 71 выстрел); 60-фунтовая пушка вообще не разорвалась – в ней только образовалась трещина²³. Опыты на Каменском заводе дали такой же результат – скрепленные орудия оказывались в разы прочнее нескрепленных: скрепленная 60-фунтовая пушка разорвалась на 152-м выстреле, а нескрепленная – на 15-м²⁴.

В 1863–1864 гг. была, наконец, разрешена проблема литья тяжеловесных чугунных орудий. Во время гражданской войны в США Россия проявила себя одним из немногих союзников северян. Американцы передали России технологию литья чугунных орудий в опоку со вставленным стержнем, изобретенную Т. Родманом. Способ литья в опоку со стержнем был хорошо известен. Специфика метода Родмана заключалась в том, что чугун заливался в предварительно нагретую опоку, а стержень охлаждался водой; в результате чего

Таблица 3

**Производство артиллерийских орудий Каменским
и Верхнетуринским заводами в 1854–1867 гг.
(по данным ежегодных отчетов Государю Императору)**

Год	Пушки							Единороги		Карронады		Чугунные пробные мортирки
	3-п.	36-ф.	30-ф.	24-ф.	18-ф.	12-ф.	6-ф.	1-п.	½-п.	96-ф.	12-ф.	
1837	–	20	–	14	–	4	5	16	–	–	–	–
1838	–	–	–	6	3	1	–	1	–	–	–	–
1839	–	9	–	–	–	–	5	42	–	8	–	–
1840	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
1841	–	1	–	–	–	–	–	13	14	–	–	–
1842	12	–	–	–	–	–	–	16	12	–	–	–
1843	12	–	–	–	–	–	–	11	3	–	–	–
1844	9	3	–	2	–	–	–	29	21	–	–	–
1845	8	–	–	2	–	–	–	10	27	–	–	–
1846	10	2	–	–	–	–	–	13	81	–	–	–
1847	11	9	–	6	–	1	–	1	122	–	–	–
1848	8	7	–	9	–	–	–	4	84	–	–	50
1849	11	3	–	18	–	–	–	17	45	–	–	–
1850	3	–	–	22	–	24	25	10	24	–	–	–
1851	–	2	–	–	–	10	31	7	–	–	–	–
1852	–	–	–	16	–	–	–	11	67	–	–	–
1853	–	–	–	8	–	–	18	12	19	–	15	–
1854	4	6	–	4	–	28	14	9	120	–	8	–
1855	14	1	–	23	–	–	–	16	141	–	–	–
1856	1	–	1	3	–	1	1	11	1	–	–	–
1857	–	–	–	–	–	–	–	30	15	–	–	–
1858	–	–	–	–	–	–	–	97	–	–	–	–
1859	–	–	–	15	–	–	–	17	–	–	–	–
1860	–	–	–	84	–	–	–	–	–	–	–	–
1861	–	–	–	25	–	–	–	–	–	–	–	–
Всего	103	63	1	257	3	69	99	393	796	8	23	50

* Скиндер А. Некоторые факты исторического развития чугуно-литейного дела для артиллерийских припасов в России // Артиллерийский журнал. 1863. №. 5. Отдел неофициальный. С. 342–343.

вначале происходила кристаллизация не внешнего слоя чугуна, а, наоборот, внутреннего, пузырьки газа успевали выйти из отливки, а не оставались в отливке в виде «раковин». Освоение данной технологии решило проблему изготовления крупнокалиберных чугунных орудий. В 1863–1864 гг. к производству орудий по американскому способу приступили Каменский и Верхнетуринский заводы. Объемы выпуска начали расти (см. табл. 3), но успех был недолгим. В 1867 г. Горный департамент распорядился производство орудий в Верхней Туре и Каменске прекратить, сославшись на то, что сопротивление разрыву чугуна верхнетуринских и каменских орудий оказалось меньше, чем орудий нового Пермского чугунопушечного завода.

Технология Т. Родмана позволила получить от чугуна то, чего так долго добивались артиллеристы – стабильного литья прочных орудий крупных калибров. В 1864 г. в связи с предполагавшимися заказами армии и флота на крупнокалиберные чугунные орудия директор горного департамента В.К. Рашет и главный начальник горных заводов Урала А.А. Иосса приняли решение построить на Каме, рядом с Пермским сталепушечным, Пермский чугунопушечный завод. Каменский и Верхнетуринский заводы в принципе могли изготавливать 15-дюймовые орудия весом до 1000 пуд. каждое, «но по отдаленности их от сплавных рек и вследствие чрезвычайной тяжести орудий, доставка сих последних к пристаням была бы сопряжена с чрезвычайными затруднениями и потребовала бы огромных расходов». Стоимость строительства нового завода должна была определена в 112 тыс. руб., а его оборудования — в 170 тыс. руб.²⁵.

В 1864 г. под руководством Г. Л. Грасгофа началось строительство Пермского чугунопушечного завода. К 1868 г. оно было завершено. Завод обошелся казне в 325,3 тыс. руб.²⁶ Он был оборудован шестью отражательными печами, двумя мостовыми кранами, 12 сверлильными станками. Сырьем для литья орудий служили чугуны Верхнетурского, Каменского и Уткинского заводов. В 1865 г. была успешно испытана опытная 12-фунтовая пушка, а со следующего года началось «валовое» производство. При переходе к серийному выпуску качество орудий упало – пушки не выдерживали пробы 35-ю прогрессивно-усиленными выстрелами. Требования при приемке были вновь ужесточены, что решило проблему с прочностью орудий²⁷. Завод приступил к производству 12- и 24-фунтовых пушек и 5-пудовых мортир (см. табл. 4). Крупнокалиберных орудий, ради которых он строился, завод не выпускал, единственным исключением стала

**Производство артиллерийских орудий
Пермским заводом в 1866–1873 гг.**

Год	Заказ тыс. руб.	Изготовлено								Всего тыс. руб.
		пушки				мортиры				
		12-фн		24-фн		5-п		8-дм		
		шт.	тыс. руб.	шт.	тыс. руб.	шт.	тыс. руб.	шт.	тыс. руб.	
1866	108,8	—	—	82	50,3	—	—	—	—	50,3
1867	98,6	—	—	116	80,5	—	—	—	—	80,5
1868	173,8	19	6,3	105	65,8	49	33,8	—	—	105,9
1869	140,3	101	39,7	65	42,8	13	7,9	—	—	90,4
1870	90,8	93	52,7	34	34,3	—	—	—	—	87
1871	81,9	139	101,4	3	4,6	—	—	—	—	106
1872	103,7	187	116,3	2	1,9	—	—	—	—	118,2
1873	261,1	41	31,5	42	88,6	—	—	1	2,2	122,3

Составлено по: РГИА. Ф. 37. Оп. 35. Д. 48. Л. 60; Д. 54. Л. 57; Д. 60. Л. 76; Д. 66. Л. 70; Д. 72. Л. 147; Д. 78. Л. 311; 84. Л. 267; Д. 90. Л. 280.

пермская «царь-пушка» – 20-дюймовая гладкоствольная колумбиада (копия орудий морских и береговых орудий США). Она была изготовлена в виде опыта, но в серию не пошла. Такими орудиями предполагалось вооружать русские мониторы, если бы опыты с 9-дюймовыми стальными пушками закончились неудачей, но поскольку эти опыты оказались успешны, от производства 20-дюймовых орудий отказались²⁸.

В 1867 г. ГАУ поставило перед Горным департаментом задачу организовать на пермских заводах производство чугунных орудий, скрепленных стальными кольцами. Опыты по скреплению чугунных орудий, которые были начаты Семашко в 1859 г., продолжались в течение 1860-х гг. Перевести исследования в плоскость выполнения военных заказов побудили успехи, достигнутые Францией. В 1859 г. на вооружение французского флота были приняты чугунные орудия, скрепленные стальными кольцами, однако их эффективность была низкой. В 1864 г. во Франции начались исследования с целью выработки рационального способа скрепления орудий. Как только в 1867 г. опыты принесли положительный результат – 7 пушек выдержали испытание в 500 выстрелов, – ГАУ потребовало от горных заводов того же. Чугунные скрепленные стальными кольцами орудия были крайне необходимы для вооружения береговой артиллерии. Прочных отечественных стальных орудий еще не было, а бронза была слишком мягким металлом для производства берего-

вой артиллерии. Оставалось либо заказывать за границей стальные орудия, либо организовать на русских заводах производство чугунных, скрепленных стальными кольцами.

В 1868 г. завод изготовил скрепленную 8-дюймовую пушку. Она была признана удовлетворительной, но на вооружение не поступила. Вследствие чего в горном ведомстве возникло впечатление, что такие орудия артиллерии больше не нужны, и работы по производству скрепленных орудий были приостановлены. В 1871 г. Артиллерийский комитет вернулся к вопросу о скрепленных пушках. Члены Комитета заявили, «что опыты непременно следует вести, и притом так, чтобы вслед за окончанием опытов завод, в случае успеха их, мог бы прямо приступить к валовому изготовлению орудий»²⁹. Без чугунных скрепленных орудий (несмотря на то, что они уступали стальным в прочности) не было возможности быстро выполнить план вооружения крепостей – его реализация растянулась бы на десятилетия. В 1871 г. произошло слияние Пермских сталепушечного и чугунопушечного заводов в единое предприятие – «Пермские пушечные заводы». Слияние было произведено «в том предположении, чтобы в случае приготовления чугунных орудий, одетых стальными кольцами, производство это не встретило препятствия»³⁰. С 1873 г. Пермский пушечный завод начал изготавливать скрепленные чугунные орудия. Объединенный завод изготовлял из чугуна орудия для крепостной артиллерии: 12-фунтовые пушки, 24-фунтовые длинные и короткие пушки, 11-дюймовые береговые пушки, 8-дюймовые и 9-дюймовые мортиры.

Последними чугунными орудиями, поступившими на вооружение русской артиллерии, были скрепленные стальными кольцами 11-дюймовые пушки. В 1879 г. Пермский завод получил условный заказ на 20 11-дюймовых (280-мм) чугунных пушек обр. 1877 г. Отливка стволов была закончена в 1880 г. В 1881 г. были проведены испытания первой пушки, которые показали низкое качество стволов с чугунным каналом. Было принято решение вставить в стволы чугунных пушек стальные трубы. В 1886 г.³¹ (по другим данным – в 1887 г.³²) размер заказа был сокращен до 10 пушек. Первая чугунная пушка со стальным стволом была изготовлена в 1890 г. Последние три пушки были сданы артиллерийскому приемщику в 1895 г.

Таким образом, в производстве чугунных орудий на предприятиях Урала в середине XIX в. выделяется ряд этапов. В середине 1830-х гг., адаптировав к местным условиям шведские технологии,

Верхнетури́нский и Каменский заводы приступили к производству орудий. До Крымской войны качество орудий не вызывало нареканий артиллеристов, однако производительность заводов сохранялась на низком уровне. Модернизация производства была направлена на расширение производительности и снижение производственных издержек. Резкий рост объемов производства во время Крымской войны привел к падению качества продукции. В 1857–1859 гг. заводы провели исследования по подбору «рудного смешения», которые дали благоприятный результат в отношении 12-фунтовых пушек, но качество 60-фунтовых орудий по-прежнему оставалась нестабильным, вследствие чего опыты по подбору шихты и режима плавления были продолжены. В 1863–1864 гг. Каменский и Верхнетури́нский заводы перешли на технологию Т. Родмана, благодаря которой была решена проблема литья крупнокалиберных орудий. Однако в 1867 г. орудийное производство на этих заводах было закрыто. Центр производства чугунных орудий переместился в Прикамье, где в 1864–1868 гг. был построен Пермский чугунопушечный завод. Орудия из чугуна производились до 1880-х гг., они существенно уступали в прочности стальным орудиям, но рассматривались как дешевая замена дорогим стальным. С переходом к «дальнобойным системам» обр. 1878 г. артиллерия перестала заказывать чугунные орудия.

¹ Бескровный Л.Г. Русская армия и флот в XIX в. Военно-экономический потенциал России. М., 1973; Вострокнутов В.Д. Краткий исторический обзор Гороблагодатского горного округа. Б.м., 1901; Путилова М.В. Казенные горные заводы Урала в период перехода от крепостничества к капитализму. Красноярск, 1980; Ружосув Е.Ю., Суржикова Н.В. «...Построить и завести большой железной завод...»: От Каменского чугуноплавильного до ЗАО «Уралэлектромаш». Екатеринбург, 2011; Скиндер А. Некоторые факты исторического развития чугунно-литейного дела для артиллерийских припасов в России // Артиллерийский журнал. 1863. №. 5. Отдел неофициальный. С. 249–343; Щит и меч отчизны. Оружие Урала с древнейших времен до наших дней. Екатеринбург, 2008.

² Щит и меч отчизны. Оружие Урала с древнейших времен до наших дней. С. 135–137, 159.

³ По два экземпляра из тугоплавких и легкоплавких руд: 36-фунтовых, 24-фунтовых, 12-фунтовых пушек крепостной артиллерии; 12-фунтовых и 6-фунтовых пушек, 1-пудовых и ½-пудовых единорогов полевой артиллерии; 24-фунтовых и 12-фунтовых пушек, 1-пудовых, 1-пудовых единорогов и 5-пудовых, 2-пудовых и ½-пудовых мортир осадной артиллерии.

- ⁴ Скиндер А. Некоторые факты исторического развития чугунно-литейного дела для артиллерийских припасов в России // Артиллерийский журнал. 1863. № 5. Отдел неофициальный. С. 249.
- ⁵ Там же. С. 266.
- ⁶ Щит и меч отчизны. Оружие Урала с древнейших времен до наших дней. С. 135–136.
- ⁷ Ляпин В.А. Военная промышленность Урала в первой половине XIX в. (технико-экономический аспект развития) // Уральский исторический вестник. № 9. Екатеринбург, 2003. С. 91.
- ⁸ ПСЗ II. № 25093.
- ⁹ Ляпин В.А. Военная промышленность Урала в первой половине XIX в. С. 92.
- ¹⁰ РГВИА. Ф. 503. Оп. 1. Д. 833. Л. 3; Оп. 2. Д. 897. Л. 58 об.; ПСЗ II. № 29317, 31037.
- ¹¹ РГВИА. Ф. 506. Оп. 1. Д. 11. Л. 178.
- ¹² Перечень занятий в заседаниях Артиллерийского отделения Военно-ученого комитета. За октябрь 1856 г. // Артиллерийский журнал. 1856. № 5. Официальный отдел. С. 93.
- ¹³ Перечень занятий в заседаниях Артиллерийского отделения Военно-ученого комитета. За январь 1857 г. // Артиллерийский журнал. 1857. № 1. Отдел официальный. С. 13.
- ¹⁴ Ботышев Ф. 1) Об испытаниях, производящихся в Верхнетуринском заводе с целью улучшения в нем пушечнолитейного производства и некоторые замечания относительно этого производства и сделанных по предмету его испытаний в Каменском заводе // Артиллерийский журнал. 1860. № 3. Отдел ученый и технический. С. 126–140; 2) Отчет о занятиях комиссии по предмету усовершенствования пушечного дела в Верхнетуринском заводе // Горный журнал. 1860. № 4. С. 3–51. Режим доступа: <http://elib.uraic.ru/handle/123456789/6295>.
- ¹⁵ Перечень занятий в заседаниях Временного Артиллерийского комитета за август месяц // Артиллерийский журнал. 1859. № 6. Отдел официальный. С. 180.
- ¹⁶ Всеподданнейший отчет о действиях Военного министерства за 1859 г. СПб., 1861. С. 196.
- ¹⁷ Очерк преобразования в современной артиллерии. СПб., 1889. Т. 1. С. 249.
- ¹⁸ Труды Комиссии, высочайше учрежденной для пересмотра системы податей и сборов. Т. XIII. О горном промысле. Часть II. О нарядах, делаемых казенным горным заводам военным и морским ведомствами. СПб., 1867. Приложение X. С. 16.
- ¹⁹ Н.П. Об испытаниях, производившихся на заводах Каменском и Верхнетуринском с целью приискания наилучших рудных смесений на отливку чугунных крепостных орудий // Артиллерийский журнал. 1864. № 10. Отдел неофициальный. С. 763.
- ²⁰ Перечень занятий в заседаниях Временного артиллерийского комитета. За июнь 1861 г. // Артиллерийский журнал. 1861. № 9. Отдел официальный. С. 376–377.
- ²¹ ГАСО. Ф. 43. Оп. 1. Д. 283. Л. 1–8.
- ²² РГИА. Ф. 40. Оп. 2. Д. 44. Л. 13–15.
- ²³ Семашко В. Опыты над чугунными орудиями, скрепленными железом, произведенные по повелению его Императорского Высочества генерал-фельдцейхмейстера на Верхне-Туринском заводе в конце 1859 и начале 1860 года // Артиллерийский журнал. 1861. № 9. Отдел ученый и технический. С. 675–688.
- ²⁴ Семашко. Опыты над чугунными орудиями, скрепленными железом 1860–1862 года // Артиллерийский журнал. 1863. № 8. Отдел неофициальный. С. 621–631.
- ²⁵ РГИА. Ф. 40. Оп. 2. Д. 58. Л. 22 об.
- ²⁶ РГИА. Ф. 37. Оп. 35. Д. 66. Л. 79 об.

²⁷ РГВИА. Ф. 506. Оп. 1. Д. 16. Ч. 1. Л. 190, 228.

²⁸ Обзор деятельности морского управления в России в первое двадцатипятилетие благополучного царствования государя императора Александра Николаевича. 1855–1880. Часть вторая. СПб., 1880, С. 70–71.

²⁹ Обзор журналов артиллерийского комитета за июль 1871 г. // Артиллерийский журнал. 1871. № 11. Офиц. отдел. С. 759.

³⁰ РГИА. Ф. 40. Оп. 2. Д. 75. Л. 20–21.

³¹ ГАСО. Ф. 24. Оп. 16. Д. 324. Л. 1.

³² РГИА. Ф. 37. Оп. 77. Д. 188. Л. 1–1 об.; ГАСО. Ф. 24. Оп. 16. Д. 426. Л. 7.