

ТЕХНОСФЕРА УРАЛЬСКОЙ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ В XVIII – ПЕРВОЙ ПОЛОВИНЕ XIX в.

Модернизация как общемировой процесс перехода от традиционного, аграрного общества к современному, индустриальному, начавшись в Западной Европе, постепенно захватывала одну за другой «периферийные» страны, интегрируя их в общемировой модернизационный поток. Будучи комплексным явлением, охватывая все сферы жизни общества — экономику, социальные отношения, политику, право, культуру, модернизация проявилась прежде всего в «обновлении» техносферы в развитии тяжелой промышленности (металлургии, топливной, машиностроения), в успехах машинной индустрии, развитии транспорта и коммуникаций в расширяющемся участии в мировом хозяйстве. В России модернизация проходила с запозданием, имела «догоняющий» характер, получала импульсы развития от ушедших вперед стран Запада, приобрела скачкообразный вид, когда ее отставание от западных стран то сокращалось, то увеличивалось. Существенной особенностью российской модернизации было активное вмешательство в экономическую жизнь страны со стороны государства, его абсолютистского правительства, в целях наращивания военного могущества, энергично насаждавшего «сверху» крупную промышленность и связанную с ней инфраструктуру.

В черной металлургии ввиду особенностей производства модернизационные процессы начались раньше, чем в других отраслях промышленности, еще на мануфактурной стадии ее развития. Основа черной металлургии — чугуноплавильное производство — представляет химическую реакцию, автоматически протекающую в сосудистых системах (анклавах, печах и т.п.). Человеческий труд, а также заменяющие или облегчающие его механизмы и машины, требуются здесь только на вспомогательных операциях (загрузка рудой, углем, флюсами; поддержание хода металлургического процесса; разгрузка, транспортировка). Возможность массового, поточного выпуска продукции в больших масштабах в чугуноплавильном производстве достигается не путем внедрения системы машин, а за счет расширения емкости химической аппаратуры и перехода от прерываемого, периодического к непрерывному течению химических реакций в металлургических агрегатах.

Качественным скачком, настоящей технической революцией в черной металлургии стал переход от получения металла в сыродутных «домницах» к выплавке чугуна в доменных печах. Домницы имели небольшой объем (их высота была около одного метра), действовали периодически, после изготовления каждой крицы они разламывались, дутье было ручное, производительность невелика (до 6 пуд. в сутки). Выплавка чугуна в доменных печах большого объема (высотой в 8,5–9 м и более и введение более мощного дутья с помощью мехов, приводимых в действие водяными колесами, в сочетании с использованием водяных двигателей для механической проковки криц под «вододействуемыми» молотами и выполнения других операций с расплавленным и раскаленным ме-

таллом дали огромный рост производительности труда и позволили резко увеличить объем выпускаемого металла. Суточная выплавка доменных печей на Урале в начале XVIII в. превышала продукцию домниц в 120 раз, а затраты труда в железодельном производстве на металлургических заводах были раз в 7 меньше, чем в ручном производстве[1].

Уральская черная металлургия, возникшая в начале XVIII в., создавалась сразу на технической базе доменного производства. Быстрому развитию на Урале металлургической промышленности, появлению в регионе большой группы крупных по тому времени чугуноплавильных и железодельных — «доменных» и «передельных», молотовых — заводов способствовало существование в крае пригодных для промышленной колонизации огромных массивов незаселенных «пустопорожных» земель; исключительное богатство региона высококачественными, почти повсеместно залегающими железными рудами; обилие дремучих, девственных лесов, служивших топливной базой тогдашней металлургии; возможность использования гидравлической энергии многочисленных небольших горных рек и речек; удобные для транспортировки готовой продукции в центральные районы страны судоходные реки (Чусовая, Уфа, Белая, Кама, Вятка и др.). Оценивая природные ресурсы вновь осваиваемого края, В.И.Геннин в 1724 г. в одном из своих первых писем с Урала, адресованном Петру I, писал: «Понеже удивительно, что здесь бог определил таковы места, что рек, руд, лесов, где быть заводам, довольно...»[2].

Важную роль сыграла покровительственная промышленная политика правительства, возможность обеспечить заводы рабочими кадрами за счет применения феодально-крепостнических, принудительных методов: переселения из Центральной России крепостных крестьян и мастеровых, приписки к заводам государственных крестьян, присылки на них солдат, рекрутов, преступников, бродяг и т.п., а также санкционирование правительством приема на заводы беглых, раскольников и др. Богатая материальная база и обеспеченность рабочей силой позволили создать на Урале в XVIII — первой половине XIX в. мощный металлургический район, занявший видное место в мировой металлургии черных металлов.

Возникшие в XVII в. на Урале первые железодельные заводы — Ницинский («Невьянское рудное и железное дело») и Красноборский казенные, братьев Тумашевых на р.Нейве, Железенское поселье Далматовского монастыря на р. Каменке — были очень небольшими (на Ницинском в 1630-х гг. было занято 16 крестьянских семей, на заводе братьев Тумашевых в 1671 г. — 23 чел.). Железо на них выплавлялось в «домницах» — сыродутных горнах, крицы проковывались вручную. Эти заводы не имели гидротехнических установок, их производительность была ничтожной (0,5–3 тыс. пуд. железа в год). По сути это были кустарные предприятия, еще не достигшие стадии заводского производства, не поднявшиеся на технико-организационный уровень металлургических заводов того времени [3].

Мелкая крестьянская железодельная промышленность (близ Кунгура, в Верхотурском уезде, у Арамильской слободы, в с.Слудке в именин Строгановых и в других местах) и небольшие кустарные железодельные заводы,

имевшиеся на Урале в XVII в., подготовили кадры рабочих, знакомых с рудоватным и железным делом, металлообработкой, накопили определенный опыт, и, безусловно, сыграли значительную роль в утверждении в XVIII в. на Урале заводской металлургии.

Уральская металлургия XVIII в. строилась уже на иной, более высокой технической базе, соответствовавшей уровню металлургических заводов, существовавших в Западной Европе (в Англии, Германии, Франции, Бельгии, Швеции, Швейцарии и друица странах) и в Центральной России (в Тульско-Каширском и Олонецком районах), где давно уже действовали доменные печи, велась плавка руды на чугуи, работали вододействующие мехи, молоты и т.п. Поэтому академик Г.Миллер, проезжавший через Урал в 30-х гг. XVIII в., мог с полным правом заявить, что в этом регионе «в начале нынешнего столетия рудное дело... другой вид получило»[4].

В «благодарность» за свои услуги мелкая крестьянская железоделательная промышленность уже вскоре была раздавлена заводской металлургией. «Еще до начала у нас большого заводского дела, — писал Н.И.Колопанов, — народная кустарная промышленность наметила уже все те центры, где местные удобства способствовали развитию металлургической промышленности и где впоследствии заводское дело, возводившись по следам кустарного промысла, совершенно его вытеснило и уничтожило»[5].

ПЛАНИРОВКА ЗАВОДОВ. ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ БАЗА

Привязка к источникам гидравлической энергии, силой которой приводились в движение все основные заводские механизмы, обусловила в XVIII — первой половине XIX в. постройку всех уральских металлургических заводов в речных долинах, на берегах рек, в местах, топографически удобных для возведения плотин и создания больших водохранилищ — заводских прудов. Для строительства плотины выбирался участок, где берега реки были сближены между собой и достаточно высоки, чтобы образовать пруд, являвшийся по сути дела резервуаром для хранения воды, который обеспечивал бы водой двигатели заводов в течение всего года, а зимой не промерзал до дна.

Уральские гидростроители — инженеры и «плотинные мастера», возглавляемые в 1722—1734 гг. главным начальником уральских заводов В.И.Генниным, выработали свои особые способы сооружения плотин, приспособленные к условиям водного режима уральских рек с их бурными весенними разливами и пересыханием в летнее время. Плотины строились земляные. Использовалась глинистая земля, которая набивалась в деревянные срубы, причем полагалось предварительно вынуть «рыхлую землю» в основании плотины «до материка», то есть до твердой породы, водонепроницаемого слоя. На некоторых заводах плотины укреплялись еще деревянными «свинками» — особыми срубамн, набитыми глиной, а на больших заводах облицовывались серым бутовым камнем. Поскольку такие плотины не могли выдержать сильное давление воды, они сооружались низкопорными, имели высоту не более 4—5 сажен (8,5—10,7 м), а чаще всего — только 2 сажени (4,26 м). При этом выбирали такое место,

чтобы русло и долина реки выше плотин имели небольшой уклон («плоскую ситуацию»), что ослабляло на нее напор воды. Ширина плотин была очень большой: до 30—40 сажень (64—85,3 м) в основании, 20—25 сажень (42,6—53,3 м) по гребню[6].

Все это обеспечило уральским заводским плотинам большую прочность, надежность и долговечность, многие из них (например Екатеринбургского завода и др.) сохранились до наших дней. Заводские плотины создавали большие пруды, достигавшие на крупных заводах при ширине в 2—3 версты в длину 10—15 и более верст.

Размеры плотин некоторых уральских металлургических заводов на рубеже XVIII—XIX вв. показывает табл.1.

Таблица 1

Гидротехнические сооружения уральских металлургических заводов на рубеже XVIII—XIX вв.*

Заводы	Размеры плотин, сажень**				Длина пруда, верст***
	Длина	Ширина		Высота	
		внизу у основания	уверху по гребню		
Белорецкий	250	Св. нет	12	3,5	10
Верхисетский	125	35	25	4	9
Верхнейвинский	450	40	18	4	12
Воткинский	242,5	40	20,5	5	13
Нижнетагильский	104	40	20	3,67	12
Пожевской	450	Св. нет	21	3,5	15
Рединский	75	19	16	4	9
Режевской	170	35	20	3,33	15
Чермозский	168	Св. нет	20	4	28

* Горнозаводская промышленность Урала на рубеже XVIII—XIX вв. Сб. док. и материалов. Екатеринбург, 1956. С. 159, 171, 196, 220, 222, 250, 285, 287.

** Сажень равна 2,1336 м.

*** Верста равна 1,0668 км.

В плотине обычно устраивалось два «прореза» — сосновые или лиственничные срубы с задвижками для регулирования уровня воды в пруду. Один широкий до 5 и более сажень — 10,6 м и более) — «вешняжный»; «вешняк» служил для пропуска излишней воды весной при таянии снегов или летом после сильных дождей. Второй более узкий в одну сажень — 2,13 м), рабочий или «ларевый», он подавал воду в водовод — деревянный «ларь», который прокладывался во всю длину территории завода и по которому вода по разветвленной системе деревянных труб и желобов подавалась к двигательным механизмам, на рабочие колеса. На крупных заводах было несколь-

ко вешняков и рабочих прорезов (на Екатеринбургском и Воткинском заводах по 2 вешняка и 2 рабочих прореза).

Главным принципом планировочной структуры металлургических заводов было расположение производственных зданий вдоль рабочих прорезов — «ларей». Производства, требовавшие большего количества водной энергии, располагались ближе к плотине, требовавшие меньше энергии — дальше от нее. Возле плотины обычно ставился доменный цех («доменная фабрика»). Догна соединялась с плотиной мостом, по которому на колошник подвозились руда, уголь и флюсы. За доменным мехом строились кричные цеха («кричные фабрики»), далее вдоль ларя располагались «сверильные», «укладные», стальные, якорные «фабрики», за ними — кузницы, слесарные, фурмовые и т.п. В стороне от реки ставились амбары и склады для готовых изделий и разных «припасов», сараи для руды, угля и флюсов [7].

Далее на площади располагались заводская контора, жилища для администрации завода и церковь, затем деревянные одноэтажные дома мастеровых и рабочих людей. От завода, бывшего центром населенного пункта и расположенного в низине, у реки, в разные стороны расходились улицы, забегая вверх по склонам гор, окружавших заводской поселок.

В дальнейшем, с увеличением масштабов производства, подобная планировка превратила уральские заводские поселки (позднее — города) в очаги серьезной экологической напряженности. Дым и вредные для здоровья человека газы, выбрасываемые заводскими трубами, обволакивали расположенные вокруг завода дома жителей, а при отсутствии ветра заполняли всю речную долину, образуя смог. Заводские пруды, куда предприятия сбрасывали все отходы производства, свои промышленные стоки, куда стекались, особенно весной при таянии снегов со всей окружающей местности всяческие нечистоты и воду из которых жители заводских поселков вынуждены были употреблять не только для хозяйственных нужд, но и для питья, превращались в очаги распространения всяческих болезней [8].

Гидравлическая энергия на уральских заводах приводила в действие воздушные мехи у доменных печей и кричных горнов; поднимала и опускала 20-пудовые молоты, проковывавшие крицы и слитки железа; дробила руду и флюсы; толкла «мусор» (присыпку из угля и глины для пробивки листового железа); вращала сверильные и обтачивающие станки, валки «плоских» (прокатных) машин, режущие диски железорезок; двигала рычаги, вытягивавшие проволоку; передвигала лесопильные рамы, производившие «ростирку тесу на пильных мельницах» и т.п. [9]

В создании гидротехнических двигателей уральские инженеры и техники добились значительных успехов, создав надежные и экономичные установки, использовавшие технические достижения западноевропейских стран и учитывавшие местные природные и социальные условия.

Основным двигателем в XVIII в. были водяные колеса. Они применялись двух типов: верхненаливные («верхнебойные»), использовавшие потенциальную энергию, и подливные («нижнебойные»), употреблявшие кинетическую энергию воды. Преобладавшим видом двигателя было «верхнебойное» («мельничное»)

колесо на горизонтальном валу, передающее с помощью различных сцеплений свою вращательную энергию, преобразованную в возвратно-поступательное движение, исполнительному органу — двигателю. Мощность этих колес обычно не превышала 10—15 л.с.

Крупные уральские заводы, имевшие огромные плотины и громадные пруды, создавали у себя грандиозные гидротехнические комплексы. Так, Екатеринбургский завод имел в 1730-х гг. 50 верхнебойных водяных колес, действовавших «целый год без остановки». Они приводили в действие 22 молота, 107 воздуходушных мехов, 10 проволочных станок, пильную мельницу, пушечно-сверильный, прокатный и резной станы. Суммарная мощность Екатеринбургского гидроузла, по подсчетам современных исследователей, составляла от 250—350 до 500 л.с. В те же годы самый большой и наиболее известный промышленный комплекс в Западной Европе — во Франции, на реке Сене в Марли, близ Парижа — имел 11 подливных (нижнебойных, более примитивных по своему устройству) колес суммарной мощностью в 150 л.с.[10]

Водяные колеса, простые по конструкции, дешевые для изготовления, экономичные в эксплуатации, оказались настолько удобными и практичными, что безраздельно господствовали в уральской металлургии вплоть до середины XIX в., когда они стали постепенно вытесняться водяными турбинами и паровыми машинами.

Маломощность, громоздкость (диаметр — от 3,5 до 8,5 и более м) и тихоходность водяных колес заставили заняться поисками более компактного, более мощного и более быстроходного двигателя. В 1838 г. мастерской И.Е.Сафонов построил на Алапаевском заводе и успешно применил в железоделательном производстве первую в России гидравлическую турбину. В 40—50-х гг. XIX в. турбины получили на уральских металлургических заводах уже значительное распространение. Строились турбины, использовавшие потенциальную энергию воды (системы Сафонова, Фурнейрона, Жонваля, Френсиса) или кинетическую энергию потока (системы Швамкруга, Жирара)[11]. Однако турбины создавались чаще всего взамен водяных колес такой же мощности, в большинстве случаев они были тоже маломощными (в 30—40 л.с.).

Водяные двигатели — колеса и турбины — имели ряд существенных недостатков, главными из которых были неустойчивость, непостоянство двигательной силы и слабосильность. Запасы гидравлической энергии и, следовательно, работа водяных двигателей, всецело зависели от времени года и погоды. Весной, во время таяния снегов, или летом, после продолжительных дождей, воды в заводских прудах скоплялось слишком много, чтобы использовать ее как можно полнее, производство спешно расширяли и лихорадочно увеличивали. Зимой или в засушливую погоду, наоборот, пруды мелели и производство приходилось сокращать.

Слабосильность водяных двигатели резко снижала производительность труда: приводимые ими в движение воздуходушные машины давали в домы слабое дутье, вододействующие молоты не могли проковать толстых складок железа, в прокатных станах благодаря медленности движения валков болванка остывала, и ее приходилось нагревать снова [12].

Первый паровой двигатель Урале (водоподъемная установка англичанина О.Гиля) появился в 1799 г. В 1804 г. англичанин О.Меджер построил на Юговском заводе паровую воздуходувку. В 1810-х гг. паровая машина «для отворачивания останки действия во время убыли воды в пруде» была построена на Кушвинском заводе. В 1815—1819 гг. несколько паровых машин на Верхисетском заводе построены А.Вяткиным, в 1830-х гг. на Нижнетагильских заводах их строили Е.А. и М.Е.Черепановы, в 1840-х гг. на Екатеринбургской механической фабрике — П.Э.Тэт, на Пожевском заводе — Э.Э.Тэт. В 1840 г. на Урале было 73 паровых двигателя, в 1860 г. — уже 141.

К 1860 г. из 46 частных горных округов Урала ввели паровые машины 15 (32,6%), из 22 казенных заводов — 15 (68,2%). В Пермской губернии из 97 заводов паровые двигатели имели 63 (64,9%)[13]. Однако даже в середине XIX в. на большинстве заводов паровые двигатели играли второстепенную роль, так как применялись в качестве дополнения к водяным двигателям во время недостатка воды в прудах.

О мощности энергетического хозяйства уральских металлургических заводов в середине XIX в. дает представление табл. 2.

Таблица 2

*Энергетическое хозяйство металлургических заводов Урала в 1860г.**

Вид двигателя	Число двигателей		Мощность, л.с.	
	абс.	%	абс.	%
Водяные колеса	1602	88,7	18048	73,5
Турбины	64	3,5	2355	9,6
Итого	1666	92,2	20403	83,1
Паровые машины	141	7,8	4138	16,9
Всего	1807	100,0	24542	100,0

* Кривоногов В.Я. Внедрение фабричной техники в горнозаводской промышленности Урала в XIX в. // Вопросы народного хозяйства СССР. К 85-летию академика С.Г.Струмилина. М., 1962. С. 325.

Таким образом, в течение всего протондустриального периода, в XVIII — первой половине XIX в., энергетической базой уральской металлургии почти всецело продолжала оставаться гидравлическая энергия. И тем не менее появившиеся на заводах первые паровые двигатели явились предвестниками наступления новой, индустриальной эры. Крупные уральские заводы, внедрившие у себя паровые двигатели, не только преобразовывали свою технологическую базу, но и меняли организацию труда и даже свой внешний облик. Паровые двигатели, более совершенные печи и механизмы, массовое применение машин парализовали их из «заводов-мануфактур» в предприятия индустриального типа заводы-фабрики.

ДОМЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО.

Металлургические заводы, начавшие строиться на Урале в XVIII в., использовались для того времени более прогрессивный и более выгодный экономически, по сравнению с сыродутным, доменный процесс. Если на изготовление 100 пуд. железа сыродутным способом требовалось 522 чел. — дня, то при доменном способе — только 76, то есть в 7 раз меньше[14]. Эти цифры убедительно объясняют, почему сыродутный способ не смог конкурировать с доменным.

Уральские металлурги успешно использовали благоприятные, сложившиеся в их пользу, не только естественно-географические (изобилие сырьевых и энергетических ресурсов и т.п.), но и социально-экономические обстоятельства. Возникнув позже, чем в других регионах уральская металлургия имела возможность учитывать технические достижения и опыт западноевропейских заводов, а также русских подмосковных, построенных в 30–50-х гг. XVII в. по голландским и немецким образцам. Если «старые» английские, немецкие и шведские домы XVII в. давали в сутки по 40–50 пуд. чугуна, усовершенствованные шведские «новые» высотой в 9,1 аршин (6,5 м) — по 134 пуд., «знаменитейшая» английская доменная печь в Суссексе — по 85–100 пуд., бельгийские в Люттихе — по 104 пуд., тульские — по 100–120 пуд., и лишь единственная шведская домна в Даннеморе высотой в 10,5 аршин (7,42 м) — по 261 пуду; то уральские домы, построенные в начале XVIII в., высотой в 12–12 3/4 аршина (8,5–9,1 м), сразу же стали выплавлять от 245 до 325 пуд. чугуна в сутки[15].

На производительность уральских домен, кроме размеров, влияла сказались их более удачная внутренняя конфигурация. По своему внутреннему профилю они были круглого сечения (что сближало их со шведскими «новыми» домнами), тогда как тогдашние английские, германские и бельгийские домы в подавляющем большинстве имели квадратное сечение, что создавало неравномерность нагрева по углам доменной шахты и ухудшало процесс плавки. Кроме того, уральские домы были намного экономичнее: на 100 кг выплавленного чугуна екатеринбургские домы расходовали 156–172 кг древесного угля, шведские «старые» — по 600–1000 кг, шведские «новые» — 300–350 кг, печь в Даннеморе — 216 кг[16]. «Несомненно, что уже первые уральские домы, — писал С.Г.Струмилин, — были и крупнее и производительнее подмосковных... По объему продукции уральские заводы были значительно крупнее не только самых больших английских, но и лучше шведских. Они были к тому же не только крупнее, но и экономичнее их, ... могли бы служить образцом для наиболее передовых зарубежных... На наших доменных заводах, построенных «по заморским образцам», работали голландские мастера, французы, шведы и англичане. Но русские мастера основательно их перестраивали, и, может быть, именно поэтому наши печи надолго оказались наилучшими в Европе»[17].

На протяжении всего XVIII в. уральские домы считались самыми высокими, мощными и высокопроизводительными. В конце XVIII в. на Невьянском заводе домна имела высоту 19 аршин (13,5 м), а обычная высота домен в Западной Европе тогда составляла 10–12 аршин (7,1–8,5 м). К середине

XIX в. уральские домы достигли высоты 21,1 аршина (15 м), самая большая доменная древесноугольная печь на Нижнесаальдинском заводе наследников П.П.Демидова — 25,7 аршин (18,3 м). Древесноугольные домы во Франции и Германии тогда имели высоту в 14–16,9 аршин (10–12 м) и объем 706,3–1059,45 куб. футов (20–30 куб. метров), в Швеции, Австрии и России — до 21,1 аршин (15 м) и объем 1765,75–2118,9 куб. футов (50–60 куб. метров)[18].

Высота домен в 21,4–25,7 аршин (50–60 футов, или 15,2–18,3 м) считалась в 50–60-х гг. XIX в. предельной для древесноугольных домен, но в 1900 г., когда древесноугольные домы уже повсюду останавливались, в окрестностях г.Варес в Боснии, в округе Сараево (Австро-Венгрия), была задута «величайшая в мире древесноугольная доменная печь» высотой в 29,9 аршин (65 футов, или 21,25 м), объемом 182 куб. м [19].

Важнейшим нововведением, резко повысившим производительность уральских доменных печей на рубеже XVIII–XIX вв., было внедрение вместо клинчатых мехов цилиндрических воздуходувок (сначала деревянных, а затем чугуновых). Их преимущество было настолько очевидно, что «ни с одним старым прибором, — пишет Д.А.Кашинцев, — не прощались так безжалостно, как с деревянными клинчатыми мехами»[20].

Первые цилиндрические воздуходувки появились в 90-х гг. XVIII в., а уже в 1807–1809 гг. на 33 доменных заводах, обследованных берг-инспектором П.Е.Томиловым, старые клинчатые мехи сохранились лишь на 9 заводах (27,3%), на 24 заводах (72,7%) были установлены цилиндрические воздуходувки, причем из 128 цилиндрических (поршневых) установок 76 были чугуновыми и 52 — деревянными[21]. Новые воздуходувки позволили резко увеличить высоту, объем и производительность доменных печей, что видно из табл. 3.

Таблица 3
Размеры и производительность доменных печей на Урале
на рубеже XVIII–XIX вв.*

Завод	Высота домы, аршин	Вид воздуходувной установки	Сила дутья	Число адуваний в минуту	В сутки	
					Проплавлялось руды, пуд	Выплавлялось чугуна, пуд.
Невьянский	18	Цилиндрическая	Сильное	12	1500	940
Кыштымский	14	Клинчатые деревянные мехи	Весьма слабое	2,5	700–800	278–432

* Горнозаводская промышленность Урала на рубеже XVIII–XIX вв. Сб. док. материалов. Екатеринбург, 1956. С. 7.

Внедрение цилиндрических воздуходувок, более сильного дутья позволило в некоторых случаях удвоить суточную производительность домен, значительно сократить (до 20 %) расход древесного угля. Вместе двух выпусков из домы в сутки (до 60 пуд.) по нормам конца XVIII в., большие уральские домы

ны конца XVIII в. (высотой до 18 аршин) с введением новых воздуходувок стали производить четыре выпуска в сутки по 180—300 пуд., их суточная производительность доходила до 900—1200 пуд. [22].

По мнению шведского инженера И.Э.Норберга, работавшего в 90-х гг. XVIII в. в России, в том числе и на Урале, введение цилиндрических воздуходувных установок произвело настоящую «революцию в дутье», резко повысило производительность домен. Так, по его данным, суточная выплавка чугуна на Нижнетагильском заводе, не превышавшая до 1791 г. 470 пуд., после установки цилиндрических воздуходувок увеличилась в 1799 г. до 629 пуд. Норберг ставил русскую металлургическую технику конца XVIII в. в пример западно-европейским заводчикам. По его словам, в Силезии строили домы «по русским образцам» [23].

Последующий прогресс — в доменном производстве на Урале в первой половине XIX в. проходил путем увеличения объема и высоты доменных печей (до 21 аршина — высоты, считавшейся тогда предельной для древесно-угольных домен), улучшения их внутреннего профиля, дальнейшего усиления дутья за счет усовершенствования конструкции воздуходувных устройств и установки к ним более мощных двигателей — водяных турбин и паровых машин. К середине XIX в. большая часть уральских доменных печей по своей высоте приближалась к максимальной величине: на Кушвинском и Верхнетуринском заводах она составляла 22 аршина (15,7 г.), в Златоустовском округе — 17—20 аршин (12—14,2 м), на Баранчинском заводе — 19 аршин (13,5 м) и т.п. [24] Вместо однодувных вертикальных цилиндрических машин у домен устанавливались более экономичные и производительные двухдувные горизонтальные устройства с металлическими цилиндрами. Новые домы строились уже с 2—3 фурмами, что позволяло более равномерно распределить дутье. Чтобы обеспечить непрерывно сильное дутье, к воздуходувкам стали ставить более мощные водяные турбины Швамкруга и Жирарда в 60—70 л.с., паровые машины в 50—100 л.с. и более.

Другие новшества в доменном производстве, появившиеся в коксовой металлургии в первой половине XIX в., — горячее дутье (начавшее вводиться в Англии с 1824 г.) и использование доменных газов для нагревания вдуваемого воздуха (появившееся там же в 1837 г.) на Урале в рассматриваемый период не получили значительного применения, хотя опыты по их введению, довольно удачные по своим результатам, проводились на ряде заводов — Кушвинском в 1833 г., Лысьвенском в 1839 г., Верхнетуринском в 1840 г. и др. Препятствием для широкого внедрения на уральских заводах нагретого дутья были не только объективные причины (отсутствие качественных огнеупорных материалов, способных предотвратить быстрый разгар горнов при горячем дутье и др.), но и, как свидетельствует профессор Г.Ф.Туннер, субъективное предубеждение, что «горячее дутье будто бы вредно влияет на доброкачественность чугуна» [25]. (Такой довод, заявлял Г.Ф.Туннер, для него не был новостью: 20—25 лет тому назад «подобное мнение было распространено по всей Германии, в особенности в Австрии»).

Тем не менее, уральские доменные печи, даже действовавшие на холодном дутье, оставались в середине XIX в. высокопроизводительными и экономич-

ными, выплавливали в сутки от 800—900 до 1200 пуд. и более чугуна, что считалось тогда хорошим результатом для древесноугольных домен. Знаменитый австрийский металлург, австрийский министерский советник и директор Леобенской горной академии профессор Г.Ф.Туннер, осмотревший в 1870 г. многие уральские заводы, дал уральскому доменному производству достаточно высокую оценку. Он отметил, что «доменные печи на Урале вообще давно уже имеют довольно хорошую репутацию. Они велики, высоки, снабжены сильными дутьем и поэтому способны к значительной суточной выплавке чугуна» [26].

Технический прогресс в доменном производстве в XVIII—XIX вв. оказал серьезное влияние на его экономические показатели, заметно снизив расходы руды, угля и рабочей силы на единицу продукции, о чем свидетельствует табл.4.

Таблица 4

Расходы материалов и рабочей силы на выплавку одной тонны чугуна на уральских заводах в XVIII — первой половине XIX в.*

Год	Руда, т	Древесный уголь, т	Рабочая сила	
			Чел.-дни	%
1704	2,92	2,88	12,0	100
1723	3,0	2,26	5,5	46
1737-1770	2,15	1,61	5,5	46
1801	1,95	1,48	Св. нет	Св. нет
1829	1,74	1,45	5,1	43
1860	1,67	1,33	4,0	33
Уменьшение (в число раз)	1,7	2,1	3	3

* Струмилин С.Г. История черной металлургии в СССР. М., 1954. Т. 1. С. 430.

Число рабочих, обслуживавших одну доменную печь, в начале XVIII в. составляло в среднем 18 чел., в начале XIX в. — 26,4 чел. Это были обычно мастер, 2 подмастера, 1—2 ученика, 4—5 работников, 2—4 засыпщика («засыпки»), несколько (3—4 до 10—15) возчиков или подносчиков угля, руды, флюсов («углевозы», «рудовозы», «шлаковозы», «угленосы» и т.п.), 4—5 рудобоев и т.п. На некоторых заводах рудобои (их число было очень различно, достигая до 40—60 чел.) не включались в список доменных рабочих, считаясь «вспомогательными» к заводу. Тогда как количество рабочих, занятых непосредственно у домы, выросло не намного, число различных подсобных рабочих увеличи-

валясь очень быстро: с 1726 по 1829 гг. в среднем с 74 до 338, то есть в 4,5 раза [27].

Труд в доменных цехах, особенно у горна с открытой грудью, у фурм — при высокой температуре, у колошника в атмосфере, насыщенной углекислым и сернистыми газами, угольной пылью и т.п. был очень тяжелым. Из открытого колошника поднимался столб жара, дыма и огня, внизу домны, у горна постоянно бушевало пламя. Возле домны стоял нестерпимый жар, а когда рабочий отходил от печи на несколько шагов, его обдувал уральский ледяной сквозняк. Резкая смена температуры разрушающе действовала на здоровье доменных рабочих. Все работы, в том числе завалка печей, дробление и сортировка руд, производились вручную.

В условиях неустойчивости гидроэнергетики, задержек с подвозкой угля и руды, недостаточной надежности огнеупорных материалов доменное производство было подвергнуто серьезным колебаниям. Из-за недостатка воды в прудах зимой или в засушливую погоду на крупных заводах из имеющихся четырех доменных печей нередко действовала только одна. Сухой или сырой древесный уголь, хорошо или плохо обожженная руда и т.п. резко увеличивали или уменьшали суточную выплавку чугуна.

Нерациональная, опытным путем созданная конструкция доменных печей, не всегда равномерное из-за неравномерной работы водяных двигателей дутье, плохой обжиг руд, сортировка руды и угля вредно отражались на ходе доменной плавки: домны часто «капризничали» («уросили») и давали чугун непредвиденного качества. В случае «застопоривания» доменной печи сырым ходом единственным рецептом на Урале было бросание в печь иконы с изображением святого угодника [28].

Общую картину развития техники доменного производства на Урале в XVIII — первой половине XIX в. дает табл. 5.

Таблица 5

*Средняя годовая производительность одной доменной печи на Урале и в Англии в XVIII — первой половине XIX вв. *, тыс. пуд.*

Годы	Урал	Англия
1730–1740	47	22
1767–1788	69	50
1800–1801	87–93	65,5
1820–1830	111	115–145
1840	Св. нет	216
1860	137	426

* Сигов С.П. Очерки по истории горнозаводской промышленности Урала. Свердловск, 1936. С. 80.

Как показывает таблица, мощность доменных печей на Урале в XVIII — первой половине XIX в. выросла почти в 3 раза. На протяжении все-

го XVIII в. уральские доны были значительно производительнее английских и, как сейчас признано, самыми мощными в мире. Быстрое развитие в XIX в. коксовой металлургии выдвинуло Англию в авангард мировой металлургии.

Техническое развитие доменного производства на Урале в пореформенный период — во второй половине XIX в. — выразилось в дальнейшем увеличении высоты древесноугольных доменных печей до 24—25 аршин (17—17,8 м) и более, их полезного объема до 150 куб. м, повсеместном введении горячего дутья, сооружении доменных печей новой конструкции — с облегченной кладкой, тонкими стенами и клепаным наружным корпусом («шотландской системы»), эллиптических печей системы Рашета, печей без наружного кожуха и т.п., что позволило значительно увеличить их производительность (с 1860 по 1916 гг. — в 5,4 раза)[29]. Но именно в этот период явно обнаружилось прогрессирующее отставание уральской древесноугольной металлургии от коксовой Западной Европы и США, а также Юга России.

ПЕРЕДЕЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Новый, более массовый и экономичный способ производства железа, пришедший на смену сыродутному, был двухстадийным: доменный процесс, заключающийся в выплавке чугуна, дополнялся кричным, в ходе которого чугун перерабатывался в мягкое, поддающееся ковке, железо.

При создании кричных цехов на Урале опирались на технологический опыт западноевропейских и подмосковных, тульско-каширских заводов. Но если на Тульских (Городищенских) заводах применялся так называемый «валлонский» («французский») способ, возникший в конце XV — начале XVI в. в Льеже (Бельгия), а затем завезенный в Швецию, Германию и Англию, то на Урале с самого начала кричное производство строилось на других, более соответствовавших уральским условиям основаниях — по так называемому «немецкому», или «старонемецкому» способу.

Типичное помещение кричного цеха — «кричной фабрики», как называли их на Урале позднее (сначала они именовались «молотовыми амбарами», «молотовыми кузницами», «молотовыми ковальными мельницами» или даже «молотовыми заводами»), обычно представляло деревянный сарай длиной 10 саженей (21,3 м), шириной 7,5 саженей (16 м) и высотой в 2 сажени (4,3 м), в котором устанавливались два кричных горна (позднее — нередко вместо них ставился один «двойной» горн) и один молот весом в 20 пуд. приводившийся в движение водяным колесом. Оба горна чаще всего располагались под одним «шатром», из которого выводилась кирпичная труба высотой в 14 саженей (29,9 м).

На крупных заводах устанавливалось много пар кричных горнов и соответствующее число молотов (так, в 1807—1809 гг. Белорецкий завод имел 30 кричных горнов и 20 молотов, Пожевской — 20 горнов и 17 молотов, Невьянский — 25 горнов и 25 молотов и т.д.).

Кричный горн имел размеры: длину — 1,25 аршина (0,9 м), ширину — 1 аршин (0,7 м), глубину — от 13 до 16 дюймов (33—40,6 см). Рабочее пространство горна и пол перед ним выкладывались чугунными плитами. У

каждого горна устанавливалось по два деревянных клинчатых меха, которые через фуру подавали в горн воздух. Фурма устанавливалась таким образом, чтобы струя воздуха направлялась на середину донной плиты.

Сущность кричного процесса заключалась в том, что в горн на слой горящего древесного угля загружался чугуун. Расплавившись, он стекал вниз и, проходя через окислительную область у фурмы, терял часть углерода и другие примеси (фосфор, серу и др.). Осевший на дно горна металл снова поднимали к фурме. Постепенно на дне горна образовывался ком малоуглеродистого железа — «крица», которую извлекали из горна и в горячем виде проковывали под молотом, уплотняя ее и выдавливая из нее шлак а потом ее разрубали на части и проковывали в полосы или прутья[30].

Приемы кричного передела были самыми различными, даже на одном заводе нередко мастер применял свои методы. Эти приемы различались составом подины, которая укладывалась на дно горна перед его загрузкой (она состояла из окалин и шлака, толченого угля в смеси с железной мелочью и т.п.), забрасыванием в горн шлака с самого начала процесса или уже на расплавленный чугуун, переворачиванием крицы один или несколько раз, с выниманием из горна накатанных на лом «жуков» или с оставлением их в горне и т.п. В горн закладывалось от 5—6 до 12—15 пуд. чугуна, весь процесс продолжался от 5—6 до 10—12 ч. Существовало около 90 вариантов кричного передела чугуна[31].

Большим достоинством кричного способа, обеспечившим его повсеместное распространение и длительное, на протяжении нескольких столетий, существование, была его универсальность, подвижность, высокая степень приспособляемости к особенностям состава переделываемого чугуна, способность получения железа из чугуна любого состава, его высокие качества (ковкость, тягучесть, свариваемость, антикоррозийность и т.п.). Серьезными недостатками кричного способа, дававшими повод уже в 30-х гг. XIX в. считать его устаревшим, архаичным, «анахронизмом» (что, кстати, не помешало ему продержаться на промышленной сцене еще почти целое столетие) были: низкая производительность кричных горнов, невозможность увеличения веса нагружаемого в горн чугуна из-за «непроварки» криц большего размера; неоднородность состава криц (при производстве первоклассного железа у крицы обрубались и отправлялись на переплавку ее оба конца); неэкономичность (высокий процент «утара» чугуна, большой расход древесного угля на пуд выкованного железа); невозможность организовать получение железа в масштабах, способных удовлетворить потребности промышленности на рубеже XIX—XX вв.

Кричный горн традиционно обслуживался тремя рабочими. Это были мастер, подмастер и работник. Их работа была трудной и опасной: им приходилось перемещивать ломом расплавленный металл в горне, «обжимать» под молотом раскаленные крицы, от которых во все стороны разлетались огонь и брызги расплавленного металла и шлака. П.И.Мельников (позднее — известный писатель Мельников-Печерский), в 1839 г. побывавший на металлургических заводах Лазарева в Пермской губернии, писал: «Когда смотришь на работников, стоящих у кричной печи... ужас объемлет душу: как могут эти несчастные труженники в продолжение нескольких часов трудиться у пылающей печи в атмосфере

градусов 80 по Реомюру (99,4 градуса по Цельсию — Д.Г.)»[33]. Пребывание в кричном цехе напомнило ему описание ада у Данте.

Для повышения производительности кричных цехов в них устанавливались, чтобы избежать простоев, запасные молоты. В конце XVIII — начале XIX в. по примеру доменного производства деревянные клинчатые мехи при кричных горнах были заменены установками поршневого действия: сначала ящичными, затем цилиндрическими — деревянными и чугунными. В 1807—1809 гг. в кричном хозяйстве 50 обследованных берг-инспектором П.Е.Томиловым заводов имелось клинчатых мехов 96 (14,5%), призматических 54 (8,1%), цилиндрических 514 (77,4%)[34].

В 1840-х гг. началось внедрение нового способа передела чугуна в железо — контуазского, или «малокричного». Он возник во Франции в 20-х гг. XIX в., а затем довольно быстро распространился в европейских странах и в России. Особенность контуазского горна состояла в том, что фурма в нем устанавливалась горизонтально, струя воздуха направлялась на противоположную от фурмы плиту. Расплавляясь с конца болванки под струей воздуха, чугун стекал вниз, где вступал в реакцию с железистыми шлаками и окалиной. При контуазском способе примеси чугуна выгорали равномернее, крица получалась более однородного состава, он был производительнее и экономичнее (см. табл. 6).

Таблица 6

*Экономические показатели работы кричных горнов равной конструкции в 40-х гг. XIX в.**

Производство	Старокричный способ	Контуазский способ
Суточное железа на один горн, пуд	25-30	30-40
Выковывалось железа на один короб древесного угля, пуд	5-6	8
Угар чугуна, %	25-40	26-27

* Граматчиков В. О выковке кричного железа в Артинском заводе на обыкновенных (открытых), закрытых горнах и французским малокричным, или контуазским способом // Горный журнал, 1846. № 3. С. 144—145.

Первыми, в 1840 г., новый способ внедрили частные Юрюзань-Ивановские заводы. В первой половине 40-х гг. он был введен на казенных заводах Златоустовского округа, во второй половине 40-х гг. — на казенных заводах Гороблагодатского и Екатеринбургского округов. Из частных заводов его ввели у себя Пожевские, строгановские — Очерский и Добрянский, Сысертские и др. В первой половине 40-х гг. было построено на 6 заводах 50 контуазских горнов, во второй половине 40-х гг. — на 18 заводах 230 горнов, в 50-х гг. — на 13 заводах 84 горна. К реформе 1861 г. на 37 заводах Урала имелось

364 контуазских горна[35]. Контуазское железо из-за его «несравненной чистоты и доброкачественности» ценилось дороже и использовалось для приготовления ружейных стволов и различных изделий (кос, гвоздей и т.п.).

В 70-х гг. XIX в. на Урале начали сооружать шведские, или ланкаширские, горны, в которых две воздуходувные фурмы устанавливались друг против друга, что позволяло в значительной мере устранить основной недостаток кричного процесса — неравномерность распределения газовых зон. В результате увеличился вес перерабатываемого металла и производительность кричного горна (до 180 пуд. в сутки). Ланкаширские горны были установлены на Белорецком, Юрюзанском, Усть-Катавском и других заводах. Но это нововведение внедрялось на закате кричного способа, когда он уже энергично вытеснялся из заводской практики[36].

В 40—50-х гг. XIX в. на Урале начал вводиться принципиально новый способ передела чугуна в железо — пудлингование. Пудлинговая печь была изобретена англичанином Г.Кортом в 1784 г., но широкое применение получила лишь после усовершенствования ее пода Роджерсом в 1820 г. При пудлинговании чугун нагревался в отражательной печи потоком горячих газов, не соприкасаясь с горячим металлом. Процесс рафинирования чугуна происходил при непрерывном перемешивании расплавленной массы стальной кюлкой с загнутым концом («пудлингование» произошло от английского слова «puddle» — месить). Пудлинговая крица для удаления шлака и уплотнения металла проковывалась под обжимным молотом, потом «проваривалась» в сварочной печи и прокатывалась в прокатном стане на полосовое железо. Для получения железа других сортов, в зависимости от сорта, проварку и прокатку повторяли несколько раз.

По сравнению с кричным, пудлинговый способ был более экономичным и производительным. При пудлинговании расходовалось в два раза меньше угля, угар чугуна обычно равнялся 10% (при кричном производстве — 25—30%). В пудлинговых печах в качестве топлива вместо древесного угля можно было употреблять каменный уголь, дрова, торф, пни, корни и т.п. малоценные предметы сгорания. Пудлингование позволило значительно увеличить масштабы производства железа: уже в 40—50-х гг. XIX в. пудлинговая печь давала в сутки от 120 до 150 пуд. железа (кричный горн — от 27 до 54 пуд.). В начале 60-х гг. XIX в. на каждом кричном горне получали в среднем за год 4850 пуд. железа, в пудлинговой печи — 14900 пуд., то есть в 3 раза больше[37].

Первые опыты пудлингования на Урале были осуществлены в 1817 г. на Пожевском заводе В.А.Всеволожского. В 1825—1830 гг. такие опыты велись на Нижнетагильском заводе, в 1837—1838 гг. — на Нижнесадинском. С 1837г. опыты по внедрению пудлингования систематически проводились на казенном Камско-Воткинском заводе, а в 1842 г. на этом заводе была пущена пудлинговая печь, имевшая промышленное значение. Вскоре пудлингование было введено на Чермозском, Архангело-Пашийском, Катав-Ивановском и Пожевском заводах. В 40-х гг. пудлинговые печи были построены уже на многих заводах, одновременно началось сооружение газопудлинговых и газосварочных печей. До 40-х гг. XIX в. пудлинговые и газопудлинговые печи были постро-

ены на 5 заводах, в 40-х гг. на 13 заводах, в 50-х гг. на 41. Всего к 1861 г. пудлингование было введено на 58 заводах, где были установлены 201 пудлинговая, 34 газопудлинговых, 153 сварочных, 23 газосварочные печи[38]. Пудлингование, в первую очередь, ввели крупные, экономически более мощные заводы — Нижнетагильские, Катав-Ивановские, Лысьвенские и др. Процесс распространения пудлинговых печей на Урале показывает табл.7.

Таблица 7

*Число кричных горнов и пудлинговых печей на Урале
в конце XVIII — первой половине XIX в.**

Годы	Кричных горнов	Пудлинговых печей
Конец XVIII в.	515	—
1807–1809	656	—
1837	1703	8
1851	1891	92
1860	1064	337

* Горнозаводская промышленность Урала на рубеже XVIII—XIX вв. Сб. док. материалов. Свердловск, 1956. С. 7; Струмилин С.Г. История черной металлургии в СССР. М., 1954. Т. 1. С.425.

В 1860 г., накануне отмены крепостного права, на уральских заводах было приготовлено 10931858 пуд. железа, из них кричным способом — 5430257 пуд (49,7%), пудлинговым — 5501601 пуд. (50,3%)[39]. В пореформенный период пудлинговые печи все в большем количестве возводились до 80-х гг. XIX в., причем строились преимущественно регенеративные печи Сименса и печи Бовинуса. Суточная производительность пудлинговой печи была доведена в 60-е гг. XIX в. до 180 пуд., к началу 80-х гг. — до 210 пуд. [40]. Это был апогей пудлингового производства, после которого началось постепенное вытеснение пудлингования из заводской практики. Ряд советских историков (С.Г.Струмилин, В.К.Яцунский, В.Я.Кривоногов и др.) утверждали, что в 40–60-х гг. XIX в. на Урале произошло «вытеснение» кричного способа пудлинговым, осуществлялась «радикальная перестройка кричного производства в пудлинговое», причем пудлингование они считали «одним из важнейших критериев» промышленного переворота в металлургии, «самым крупным продвижением вперед» в развитии железодельного производства прединдустриального периода [41]. В действительности же никакого «вытеснения», «радикальной перестройки» кричного производства в пудлинговое, не было. В 40–60-е гг.

XIX в. они развивались параллельно, не конкурируя друг с другом, что ясно видно из табл. 8.

Хотя удельный вес кричного железа в общей массе изготавливавшегося на казенных заводах Урала сварочного металла к 1860 г. снизился до 54,3%, вплоть до 50-х гг. XIX в., как видно из таблиц 7 и 8, происходил рост численности кричных горнов и объема продукции кричного производства. Пудлинговое производство в 40—50-х гг. развивалось быстрыми темпами, почти весь прирост выпуска железа за два последних десятилетия перед отменой крепостного права происходил за счет пудлингования, но вытеснить кричное производство оно не смогло. Кричный способ (в значительной части модернизированный за счет внедрения контаузских горнов) сохранил свои позиции вплоть до начала индустриальной эпохи, до 60-х гг. XIX в.

Таблица 8

*Структура железнделательного производства на казенных железнделательных заводах Урала в 1835-1860 гг. **

Год	Всего железа, пуд.	В том числе			
		кричного		пудлингового	
		пуд.	%	пуд.	%
1835	358466	358466	100	—	—
1841	590203	424582	71,9	165621	28,1
1849	856494	593017	69,2	263477	30,8
1850	879896	554682	63,0	325214	37,0
1859	969336	582961	60,1	386375	39,9
1860	785627	426870	54,3	358757	45,7

*Путилова М.В. Казенные горные заводы Урала в период перехода от крепостничества к капитализму: К проблеме промышленного переворота. Красноярск, 1986. С. 58.

Пудлинговая печь обслуживалась тремя рабочими: мастер-пудлинговщик, подмастер и рабочий. Поскольку пудлинговые печи действовали в связке со сварочными печами и прокатными станами, в пудлинговых цехах, где в основном приходилось иметь дело с печами и механизмами, требовались от рабочих физическая сила и умение, трудовые навыки. Работа в пудлинговых цехах, как и в кричных, была тяжелой и опасной, вредной для здоровья людей. «Ушибы, ранения, ожоги, переломы костей, — писал в 1870 г. врач Э.Говорливый, — общий удел мастеровых... Постоянный стук молотов в кричной и пудлинговой фабриках производит у работающих в них тупость слуха, доходящего иногда до полной глухоты. Брызги горячего шлака, выдавливаемого из железа тяжелыми

молотами, часто попадают в глаза, обуславливая ожог, а вследствие его атрофию глазного яблока. Постоянное пребывание в сильнейшей жаре, происходящем от печей, производит приливы крови к коже лица и к мозгу: от того-то большая часть заводских рабочих краснокожи и часто страдают головными болями эретического характера» [42].

Общее состояние передельных производств на уральских заводах к концу доиндустриальной эпохи показывает табл. 9.

Таблица 9

*Применение различных способов передела чугуна в железо на уральских заводах в 1860 г.**

Способы передела	Число заводов	
	абс.	%
Пудлингование	45	37,2
Пудлингование и контуазский	13	10,8
Конттуазский	24	19,8
Старокричный	39	32,2

* Кривоногов В.Я. Внедрение фабричной техники в горнозаводской промышленности Урала в XIX в. // Вопросы народного хозяйства СССР. М., 1962. С. 314.

Таблица показывает, что в усовершенствовании способов передела чугуна в железо уральские заводы в 30–50-х гг. XIX в. пошли разными путями: одни — вводили пудлингование, вторые — контуазский способ, третьи — заводили у себя оба эти производства. И лишь на 39 заводах (32,2%) — это были главным образом мелкие обветшавшие заводы или находившиеся в плохом финансовом и экономическом положении — техника не обновлялась, сохранялся старокричный способ. Однако на смену сварочному железу уже шла сталь. Судьба и кричного, и пудлингового производств с появлением конвертеров и мартеновских печей была предрешена.

ЛИТЕЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Значительное место в деятельности уральских металлургических заводов, как казенных, так и частновладельческих, особенно на первом этапе их существования, в XVIII в., имела отливка чугунных изделий: «тяжеловесных припасов» — пушек, якорей, лафетных колес, труб, машинных частей и «мелких припасов» — ядер, бомб, гранат, посуды и т.п. Отливка велась непосредственно из доменных печей — «больших» или «малых» (литейных). Благодаря особым качествам уральского чугуна мастерам удавалось выполнять даже очень сложные работы. Так, например, на Каменском казенном заводе в 1778 г. были

отлиты для Царского Села уникальные чугунные «готические» ворота со статуями общим весом 1596 пуд.

В первой половине XIX в. отливка чугунных вещей стала вестись из вагранок и отражательных печей. Военные заказы остались только за казенными заводами: чугунные гладкоствольные пушки отливались на Каменском и Верхнетуринском заводах, чугунные снаряды — на Кушвинском, Бяранчинском, Верхнетуринском, Каменском, Нижнеисетском, Златоустовском, Саткинском и Кусинском, якоря и цепи — на Воткинском заводе.

Технический прогресс в литейном деле проявился в усовершенствовании ваграночных печей, введении с 40-х гг. XIX в. для них нагретого дутья, в улучшении технологии отливок. Однако качество пушек, изготовляемых на уральских заводах в первой половине XIX в., что явно обнаружилось в годы Крымской войны 1853—1856 гг., было недостаточно высоким[43].

ПРОИЗВОДСТВО ПРОКАТА И ЖЕЛЕЗНЫХ ИЗДЕЛИЙ

В XVIII в., когда большая часть изготовленного железа шла на военные нужды государства и на экспорт, уральские заводы выпускали главным образом прутковое или полосовое железо. Потеря Россией в конце XVIII — начале XIX в. внешних рынков, переориентация заводов на удовлетворение растущих потребностей внутреннего рынка в металле вызвали перестройку железодельного производства, развитие прокатных устройств и расширение ассортимента рыночного железа.

Перемены в металлопередельном производстве на рубеже XVIII—XIX вв. показывает табл.10.

Таблица 10

*Техническое оснащение металлопередельных производств уральских заводов на рубеже XVIII—XIX вв.**

Станы	1797 г.	1807—1809 гг.
Прокатные	—	16
Дошчатые	—	19
Плющильные	12	27
Резные	2	29
Сверлильные	1	17

* Горнозаводская промышленность Урала на рубеже XVIII—XIX вв. Сб. док. материалов. Свердловск, 1956. С. 8.

Чтобы иметь больше покупателей, заводы стремились создать как можно более полный рыночный ассортимент. В первой половине XIX в. почти все уральские заводы стали производить железо разных сортов — котельное, кровельное, круглое, четырехгранное, шпнное, каретное, обручное, угловое, резное,

узкополосное, широкополосное, ральное, сошничное, одинарное, рельсовое, шабальное, посудочное, лопаточное, втулочное и т.п., всего более 200. Кроме того, они изготовляли гвозди, проволоку, цепи и т.п.[44]. Значительное развитие получило прокатное производство, но прокатные станы в большинстве случаев были «домашнего приготовления», примитивных систем, с двойными валками, небольшой скоростью вращения. Основная часть железа по-прежнему продолжала обрабатываться под молотами. Наиболее мощные уральские заводы — Нижнетагильские, Алапаевские и Катавские — в 50-х гг. XIX в. освоили у себя рельсопрокатное производство.

СТАЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

В очень небольших количествах на уральских заводах начиная с XVIII в. изготовлялась сталь, которая применялась для производства ружейных стволов, инструментов, частей машин и механизмов, требующих наибольшей прочности. Эта сталь была трех видов: уклад, цементная сталь, пудлинговая сталь.

Уклад изготовлялся в особых горнах, в которых чугун переделывался в сырую сталь. Цементирование железа в цементную или топленую сталь производилось в сталетомительных печах. Потребность в стали быстро росла. В 1797 г. на Урале была зафиксирована только одна сталетомительная печь, в 1807—1809 гг. их насчиталось 13[45].

В Златоустовском заводе выдающимися русскими металлургами П.П.Аносовым и П.М.Обуховым в 1830—1850-х гг. был разработан способ получения в больших количествах высококачественной тигельной стали, что позволило начать там с 1860 г. изготовление стальных орудий, не уступавших по своим качествам пушкам Круппа[46].

ЗАВОДСКИЕ ЗДАНИЯ И ПОСТРОЙКИ

В XVIII в. все заводские здания и постройки, здания цехов с «огневым производством» (доменные, кричные, литейные и т.п.) строились преимущественно из дерева. Из дерева же изготовлялись колошниковые мосты, фундаменты прокатных станов, лари, «водоводные» трубы, водяные колеса и многое другое. Из камня сооружались, главным образом, только печи и горны. Каменные и кирпичные здания были большой редкостью. Уральские металлургические заводы XVIII в. были по преимуществу «деревянными заводами»[47].

В первой половине XIX в. многие крупные заводы (Златоустовский, Ижевский, Воткинский, Нижнетагильский, Алапаевский, Верхнеисетский и др.) реконструируются, на них возводятся большие каменные и кирпичные здания доменных, пудлинговых, прокатных и других цехов. К середине XIX в. по внешнему виду эти заводы утратили свой былой облик мануфактур и стали походить на предприятия индустриального типа.

ОБЩАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОСФЕРЫ

Техническая база уральской металлургии, сложившаяся к началу индустриального периода — середине XIX в., оценивалась советскими историками противоречиво. Наряду с довольно оптимистическими оценками (С.Г.Струмилин, В.К.Яцунский, В.Я.Кривоногов, А.Г.Козлов и др.), раздавались утверждения о ее «крайне низком техническом уровне», «огромной технической отсталости» (С.П.Сигов, Д.А.Кашинцев, Б.А.Цыпин и др.). Сторонники второго мнения обычно ссылались на успехи, достигнутые к середине XIX в. английской коксовой металлургией. Однако сравнивать технико-экономические показатели уральской древесноугольной металлургии с английской металлургией, всецело перешедшей на каменноугольное топливо, некорректно, так как это неоднородные, разнотипные, несовместимые величины.

Хотя уральские патриоты в конце XIX в. были уверены, что уральскую древесноугольную металлургию еще «ждут большие дела», что «запасы древесного топлива на Урале вечны», что для Урала вопрос о замене древесноугольного топлива минеральным является «несущественным»[48], тем не менее в среде горнозаводских деятелей еще в середине XIX в. сложилось убеждение, что древесноугольная металлургия Урала, в условиях начавшегося в России большого железнодорожного и индустриального строительства, не в состоянии удовлетворить потребности крупнейшего государства в черных металлах. В 1851г. генерал К.В.Чевкин и полковник А.Д.Озерский в своем обзоре горнозаводской производительности России пришли к выводу: «Ожидать значительного и притом постоянного увеличения выделки железа от нынешних заводов наших, древесным топливом действующих, нет вовсе основания; подобное увеличение производства железного возможно лишь при соединении онаго с промыслом каменноугольным. Токмо при выделке железа минеральным топливом можно достигнуть постоянного, значительного умножения и удешевления онаго»[49].

Причины замедления темпов развития уральской горнозаводской промышленности в первой половине XIX в., после ее «блестящего» взлета в XVIII в., современники видели не в ее технической отсталости, а в социально-экономических условиях развития страны: сохранении крепостного права, неблагоприятной экономической и финансовой ситуации, монопольном положении уральских металлургических заводов на внутреннем рынке[50].

В дошедших до нас описаниях уральских заводов того периода обращает на себя внимание не их «техническая отсталость», а обветшалость, неустроенность. Вот как описывает довольно крупный Верхнетуринский чугуноплавильный и железоделательный казенный завод (далеко не самый худший на Урале) берг-инспектор П.Е.Томилов, осматривавший его в 1807 г.: «Доменная фабрика деревянная, забранная в столбах, ветхая, над выпуском покрыта набросанным новым тесом, о 4-х горнах, в действии 1, другой кладется, 3-й за разгоранием остановлен, 4-й от худого горнового камня действовал не более двух месяцев и обвалился»[51]. В 1828 г. комитет, созданный по предписанию Главного начальника горных заводов Уральского хребта для принятия мер по устройству

и улучшению действия Гороблагодатских заводов, обсуждал вопрос: «Не можно ли действие некоторых заводов вовсе прекратить по ветхости строений, а другие вместо того усилить?»[53].

Русские инженеры и техники, осматривавшие в те годы заграничные заводы, не находили больших различий в техническом оснащении уральских и западноевропейских предприятий. Так, побывавший в 1821 г. в Англии механик Е.А.Черепанов утверждал, что имевшееся там «доменное производство с нашим мало разности имеет»[53].

Признавая, что в развитии уральской древесноугольной металлургии в первой половине XIX в. были допущены серьезные ошибки (неправильный выбор позиций в конкуренции с коксовой металлургией; невнимание к повышению качества металла и уменьшению издержек производства; отсутствие технической базы для снижения себестоимости), горнозаводские деятели пришли к выводу, что «развитие горнозаводского дела на древесном горючем материале в обширных размерах невозможно», и что «настоящая производительность древесноугольного чугуна в России близка к тахитум'у»[54]. «Весь секрет нашей отсталости в горнозаводском деле, — писал в 1877 г. И.А.Тиме, — заключается в неимении самостоятельных чугуноплавленых заводов на минеральном топливе. Дешевый чугун и в количестве, соответствующем современным потребностям, может быть получен не иначе, как плавкою руд на минеральном топливе... Развитие горнозаводского дела на прочных началах возможно только при разработке туземных минеральных богатств»[55].

Техническая база уральской древесноугольной металлургии середины XIX в. мало отличалась от технического оборудования древесноугольных заводов западноевропейских стран — Швеции, Франции, Пруссии, Австро-Венгрии и США. (В 1858 г. на древесноугольном топливе выплавлялся весь чугун в Швеции, почти весь в Австрии, 40,5% чугуна в США, 37,6% — во Франции, 28,6% — в Пруссии)[56]. Об уровне технического оснащения уральской металлургии на рубеже протондустриального и индустриального периодов имеется авторитетнейшее свидетельство знаменитого австрийского металлурга, директора Леобенской горной академии, профессора Г.Ф.Туннера, побывавшего в 1870 г. на многих уральских заводах. Он писал: «Русская горная промышленность занимает гораздо высшее место, чем я ожидал и чем вообще у нас полагают. Горное дело в России, в особенности столь важное железное производство, не только равно нашему, но в некоторых отраслях даже опередило нас, немцев... Едва ли есть какое-либо из новейших изобретений или улучшений, которое не было бы введено в России, хотя в виде опытов»[57].

Все это свидетельствует, что древесноугольная черная металлургия Урала по мощности металлургических агрегатов и техническому оснащению к середине XIX в. значительно отстала от каменноугольной черной металлургии Западной Европы и США, но по своей техносфере была примерно на одном уровне с техникой древесноугольной металлургии промышленно развитых стран того времени.

ПРИМЕЧАНИЯ

1. Струмилин С.Г. История черной металлургии в СССР. М., 1954. Т. 1. Феодальный период (1500—1860 гг.). С. 421.
2. Генин В. Уральская переписка с Петром I и Екатериной I. Екатеринбург, 1995.
3. Кашинцев Н.И. История металлургии Урала. М.; Л., 1939. Т. 1. С. 27—32, 38—42; Преображенский А.А. Урал и Западная Сибирь в конце XVI — начале XVIII вв. М., 1972. С. 249—251.
4. Кашинцев Н.И. История металлургии Урала... С.27.
5. Колюпанов Н.И. Колонизация Пермской губернии и распространение горного промысла // Вестник Европы. СПб., 1871. Т. 9.
6. Бакланов Н.Б. Техника металлургического производства XVIII в. на Урале. М.; Л., 1935. С. 35—39; Кашинцев Н.И. История металлургии Урала... С. 76—79.
7. Бакланов Н.Б. Техника металлургического производства... С. 42—43; Кашинцев Д.А. История металлургии Урала... С. 79.
8. Гаврилов Д.В. Экологические проблемы Уральского горнозаводского региона в конце XIX — начале XX в. // Промышленность Урала в период капитализма: социально-экономические и экологические проблемы. Екатеринбург, 1992. С. 92—94, 97—104, 106—107.
9. Кашинцев Д.А. История металлургии Урала... С. 79.
10. Там же. С. 78; Рейнольдс Т.С. Средневековые корни промышленной революции // В мире науки. М., 1984. № 9. С. 91—99; Очерки истории техники в России с древнейших времен до 60-х гг. XIX в.: Горное дело. Металлургия. Энергетика. Машиностроение. М., 1978. С. 264—266.
11. Рожков В.И. Описание турбины, установленных в Алапаевских заводах // Горный журнал. СПб., 1846. № 7. С. 7—19; Очерки истории техники в России... С. 271—279.
12. Июсса Н.А. Материалы для изучения истории горнозаводской промышленности России // Горный журнал. СПб., 1890. Т. 1. С. 244.
13. Кулагина Г.А. Горнозаводской Урал накануне отмены крепостного права // Вопросы истории Урала. Свердловск, 1958. С. 60—61.
14. Струмилин С.Г. История черной металлургии в СССР... С. 62—66.
15. Там же. С. 149—151.
16. Там же. С. 150—151.
17. Там же. С. 149—151.
18. Грюнер Л. Аналитическое исследование плавильного процесса в доменных печах // Горный журнал. СПб., 1877. Т. IV. № 12. С. 254.
19. Величайшая в мире древесноугольная доменная печь // Уральское горное обозрение. Екатеринбург, 1902. № 24. С. 4.
20. Кашинцев Д.А. История металлургии Урала... С. 187.
21. Горнозаводская промышленность Урала на рубеже XVIII—XIX вв. Сб. док. материалов. Свердловск, 1956. С. 7.
22. Сигов С.П. Очерки по истории горнозаводской промышленности Урала. Свердловск, 1936. С. 75; Струмилин С.Г. История черной металлургии в СССР... С. 422.
23. Очерки истории СССР. Период феодализма. Россия во второй половине XVIII в. М., 1956. С. 102.
24. Путилова М.В. Казенные горные заводы Урала в период перехода от крепостничества к капитализму: К проблеме промышленного переворота. Красноярск, 1986. С. 34.
25. Туннер Г.Ф. Отчет Г.Ф.Туннера, австрийского министерского советника и директора Леобенской горной академии о поездке его по Уральским заводам и Южной России, представленный им его превосходительству господину Министру финансов

- М.Х.Рейтерну // Горный журнал. СПб., 1871. № 1. С. 7.
26. Там же. С. 10.
27. Струмилин С.Г. История черной металлургии в СССР... С. 422, 428.
28. Чернов Д.К. Взгляд на положение уральских железных заводов // Записки императорского русского технического общества. СПб., 1881. Вып. 1. С. 39.
29. Очерки истории техники в России (1861–1917 гг.). М., 1973. С. 128–135.
30. Бердников. Кричный мастер или руководство к изучению контаузского способа // Горный журнал. СПб., 1866. № 11. С. 173–220; № 12. С. 379–431; Ботышев Ф. Изменения, претерпеваемые чугуном во время кричной операции // Горный журнал. СПб., 1862. № 2. С. 237–246; Бакланов Н.Б. Техника металлургического производства XVIII в. на Урале... С. 68–75; Кашинцев Н.И. История металлургии Урала... С. 88–91, 194–197; Яковлев В.Б. Развитие способов производства сварочного железа в России. М., 1960. С. 86–88; Очерки истории техники в России с древнейших времен до 60-х гг. XIX в. ... С. 204–207.
31. Яковлев В.Б. Развитие способов производства сварочного железа в России... С. 96–101.
32. Там же. С. 101 и др.
33. Мельников П.И. Дорожные записки на пути из Тамбовской губернии в Сибирь // Отечественные записки. СПб., 1842. Т. 20. № 2. Раздел VIII. С. 58.
34. Горнозаводская промышленность Урала на рубеже XVIII–XIX вв. ... С. 7.
35. Кривоногов В.Я. Внедрение фабричной техники в горнозаводской промышленности Урала в XIX в. // Вопросы народного хозяйства СССР. М., 1962. С. 314; Очерки истории техники в России с древнейших времен до 60-х гг. XIX в. ... С. 208–209.
36. Жуковский С. Кричное производство по шведско-ланкаширскому способу на Катавских заводах // Горный журнал. СПб., 1888. № 6; Яковлев В.Б. Развитие способов производства сварочного железа в России... С. 133–134; Очерки истории техники в России (1861–1917)... С. 135–136.
37. Соболевский П.Г. Об английском способе выделяния железа посредством самодувных печей и катальных машин // Горный журнал. СПб., 1825. № 1. С. 55–82; Олышев П.О. О пудлинговом производстве в Камско-Воткинском заводе // Горный журнал. СПб., 1843. № 6. С. 361–402; Котляревский И.П. Несколько слов по поводу введения в Воткинском заводе газового пудлингования // Горный журнал. СПб., 1858. № 9. С. 438–455; Латынин В.К. К истории введения контаузского способа и пудлингования на Уральских заводах // Горный журнал. СПб., 1889. № 12. С. 312–313; Струмилин С.Г. История черной металлургии в СССР... С. 424–426; Кривоногов В.Я. Внедрение фабричной техники в горнозаводской промышленности Урала в XIX в. ... С. 313–327; Он же. Стаковление фабричных методов в металлургии Урала в дореформенное время // Вопросы истории Урала. Свердловск, 1970. Вып. 10. С. 17–18; Яцунский В.К. Первые шаги промышленного переворота на Урале // Социально-экономическая история России XVIII–XIX вв. М., 1973; Очерки истории техники в России с древнейших времен до 60-х гг. XIX в. ... С. 209–215.
38. Кривоногов В.Я. Внедрение фабричной техники в горнозаводской промышленности Урала в XIX в. ... С. 312–313.
39. Там же. С. 317.
40. Очерки истории техники в России (1861–1917)... С. 137–142.
41. Струмилин С.Г. История черной металлургии в СССР... С. 425–426, 431; Яцунский В.К. Промышленный переворот в России // Социально-экономическая история России XVIII–XIX вв. ... С. 133–134; Кривоногов В.Я. Некоторые вопросы историографии промышленного переворота в горнозаводской промышленности Урала

(40–90-е гг. XIX в.) // Историческая наука на Урале за 50 лет. 1917–1967. Свердловск, 1967. С. 69.

42. Говорливых Э.С. Медико-топографический очерк Чермошского завода // Медико-топографический сборник. СПб., 1870. Т. 1. С. 294.

43. Рубцов Н.Н. История литейного производства в СССР. М., 1962. Т. 1. С. 63–65, 70–71; Козлов А.Г. Об особенностях развития техники на казенных заводах Урала (рубеж XVIII–XIX вв.) // Вопросы истории Урала. Свердловск, 1964. Вып. 5. С. 12–13

44. О выделке рельсов для железных дорог России // Горный журнал. СПб., 1856. № 3. С. 389–391; Матвеев А.П. Уральские металлы 1897 г. СПб., 1898. С. 71; Уральская железная промышленность в 1899 г. Под ред. Д.И. Менделеева. СПб., 1900. С. 166–167; Бакланов Н.Б. Техника металлургического производства XVIII в. на Урале... С. 103–118; Очерки истории техники в России с древнейших времен до 60-х гг. XIX в. ... С. 216–217.

45. Горнозаводская промышленность Урала на рубеже XVIII–XIX вв. ... С. 7.

46. Бакланов Н.Б. Техника металлургического производства XVIII в. на Урале... С. 75–82; Кашинцев Д.А. История металлургии Урала... С. 198–199; Струмилин С.Г. Черная металлургия в России и в СССР. М.; Л., 1935. С. 270–272; Очерки истории техники в России с древнейших времен до 60-х гг. XIX в. ... С. 217–223.

47. Горнозаводская промышленность Урала на рубеже XVIII–XIX вв. ... С. 154–193.

48. В защиту древесного топлива // Уральское горное обозрение. Екатеринбург, 1898. № 38. С. 4.

49. Чевкин К.В., Озерский А.Д. Обзор горной производительности России // Горный журнал. СПб., 1851. Ч. III. С. 372.

50. Рожков В.И. Материалы к вопросу о железной промышленности в России // Горный журнал. СПб., 1868. Т. 2. С. 496; и др.

51. Горнозаводская промышленность Урала на рубеже XVIII–XIX вв. ... С. 181.

52. Организация производства и труда в металлургической промышленности Урала в XVIII— начале XX вв. Свердловск, 1990. С. 40.

53. Виргинский В.С. Жизнь и деятельность русских механиков Черепановых. М., 1956. С. 248.

54. Тиме И.А. О необходимости скорейшего водворения в России самостоятельного чугуноплавленного производства на минеральном топливе // Горный журнал. СПб., 1877. Т. IV. № 11. С. 244.

55. Там же. С. 241.

56. Кеппен А.П. Развитие железной промышленности в главнейших государствах // Памятная книжка для русских горных людей на 1863 год. СПб., 1863. С. 307, 313, 317, 318; Форбс Д. Об успехах железной и стальной промышленности в иностранных государствах // Горный журнал. СПб., 1873. Т. IV. № 12. С. 302.

57. Туннер. Отчет Г.Ф. Туннера, австрийского министерского советника и директора Леобенской горной академии о поездке его по Уральским заводам и Южной России... С. 2–3.

TECHNOSPHERE OF THE URALS' FERROUS METALLURGY IN THE XVIIIth — THE FIRST HALF OF THE XIXth CENTURIES

The article highlights the modernization processes in the Urals' ferrous metallurgy during the period of the region's industrial colonization in the XVIII — first half of the XIX centuries: installation of the blast-furnace production, improvements in methods of forging cast iron, use of more powerful blast-engine devices and hydro-technical facilities. The author comes to the conclusion that by the middle of the XIXth century the Urals' metallurgy was at the level comparable with the charcoal metallurgy of the West European countries (Sweden, Austria and others), while the reasons of its slow-down development and low economic efficiency in the first half of the XIXth century lay in socio-economic conditions, such as the continuing serfdom, unfavourable economic and financial situation, monopoly status within the domestic market.

D.V.Gavrilov