

планируемый объем выплавки из этих руд металлов; 2) сведения о заготовке дров, жжении и транспортировке угля, а также какими силами планирует осуществить заготовку необходимого сырья и материалов (либо с помощью приписных крестьян, либо мастеровых, либо вольным наймом); 3) сведен о предполагаемой заготовке продовольствия и других необходимых припас на следующий год с указанием наличных остатков заводского имущества декабрь текущего года.

На заседаниях Горного Совета могли рассматриваться различные предложения заводского руководства по совершенствованию заводского производства, а также изобретения, чертежи и описания. К компетенции Горного Совета относилось и рассмотрение целесообразности рудных разработок на сырых месторождениях и введение в строй новых шахт и рудников. В связи этим унифицировались представления в Берг-коллегию по внедрению любых предложений, которые теперь должны были пройти предварительное рассмотрение членами Горного Совета и получить их заключение.

В процессе работы Горного Совета предписывалось вести особый журнал по форме докладного реестра, в котором напротив каждого обсуждаемого пункта необходимо было делать отметки о решении, а также о согласии и несогласии с ним отдельных членов Совета. Этот журнал вместе с генеральной ведомостью представлялся на утверждение Берг-коллегии. Первое заседание Горного Совета было назначено на 15 сентября 1799 г., затем оно было перенесено на 15 октября. Фактически, первое заседание Горного Совета состоялось 18 октября 1799 г.

В состав Горного Совета вводились секретарь и протоколист. Делопроизводственный персонал Горного Совета формировался за счет выделения Монетной экспедиции, Екатеринбургской судебных и земских дел конторы Екатеринбургской заводской конторы по одному человеку. Кроме того, для обеспечения охраны и выполнения других работ выделялись один унтер-офицер, два солдата и сторож.

Д.В.Гаврилин
(ИИи)

Роль уральской школы металлургов XIX - начала XX вв. в становлении и развитии науки о металле

Уральская школа металлургов, сложившаяся в XIX - начале XX вв. внесла значительный и многосторонний вклад в становление и развитие науки о металле, особенно в таких ее важнейших, определяющих направлениях, как теоретическое осмысление металлургических процессов, изучение микроструктуры металлов, научное обоснование оптимальных конструкций металлургических агрегатов. Заслуги уральских металлургов в исследовании м

таллургических процессов и внедрении своих научных достижений в практику были высоко оценены современниками как в России так и за рубежом, отмечены наградами на многих всероссийских, международных и всемирных выставках. Объективную оценку они получили в нашей литературе 1950-1970-х гг., хотя в 1950-е гг., в стремлении обосновать за русскими изобретателями и учеными приоритет в различных областях науки и техники, ряд авторов допускали некоторые преувеличения.

В годы «ускорения», «перестройки», «шоковой терапии» и «рыночных реформ» достижения уральских ученых и изобретателей стали игнорироваться и забываться. Более того, с расширением научных связей с западными странами, некоторые авторы начали усиленно внедрять теорию о «перенесении технологий», согласно которой «крупная горно-металлургическая промышленность Урала и в целом России изначально, с момента своего возникновения, базировалась на использовании преимущественно иностранного (западноевропейского) технологического опыта». Несмотря на то, что такая точка зрения давно опровергнута нашей наукой, сейчас она преподносится в качестве «нового» научного достижения.

Уральская металлургия, как и вся мировая металлургия до конца XIX - начала XX вв. не имела точного представления о происходящих в металлургических печах процессах и внутренних изменениях в металле при его обработке, и в значительной мере действовала приблизительно, «на глаз», опираясь на практический опыт и наблюдения за внешними признаками расплавленного или раскаленного металла, за изменениями его цвета (от темно-вишневого и красного до ослепительно белого). При отсутствии научно обоснованных конструкций металлургических агрегатов и научно разработанных технологий, качество металла и готовых изделий были непредсказуемы, и зависели исключительно от производственных навыков и опытности мастеров и рабочих, обслуживавших металлургические печи, литейное, прокатное оборудование.

В чугуноплавильном производстве, ввиду нерациональной конструкции доменных печей и отсутствия необходимых научно-технических знаний, металлурги не всегда могли регулировать ход металлургического процесса должным образом. Домны часто «капризничали» («урусили») и давали такой чугун, какой им вздумается: утром - белый, вечером - серый и т.п. Продолжительность плавки, количество засыпаемых в доменную печь руды и угля, состав шихты определялись опытным путем; их комбинирование зависело от производственного опыта, навыков и наблюдательности доменного мастера, горновых и колошниковых рабочих. Колоритный образ доменного «мастера-умельца», талантливого самоучки, изобразил П.П.Бажов: «Как чугун не идет, бегут к нему - что делать? - он посмотрит... на домну да скажет- Подбрось два дроба аверинского песка да... фоминской руды, теперь ладно будет. «,- и печь пойдет и чугун пойдет». Однако нередко оказывалось, что исправить ненормальный ход плавки невозможно - не везде имелся подобный мастер-умелец,

или его знаний и умений было недостаточно, чтобы справиться с возникшей ситуацией. В случае застопоривания доменной печи сырым ходом, как свидетельствует Д.К. Чернов, на Урале прибегали к «последнему» средству предотвращения аварии, спасти домну - бросали в печь икону с изображением святого угодника.

Во второй половине XIX - начале XX вв. широко развернулось внедрение индустриальных методов изготовления стали, сварочное железо - кричное и пудлинговое, почти полностью вытесняется литой сталью - тигельной, бессемеровской и мартеновской. Однако освоение новых методов получения стали и изготовления стальных изделий встретило много трудностей и шло медленно. Стальные отливки часто оказывались с серьезными дефектами: усадочными раковинами и газовыми пузырями, стволы артиллерийских орудий с такими изъянами при испытаниях разрывались от первых же выстрелов, негодными оказывалось около половины отлитых орудийных стволов. Так было на сталепушечных заводах не только в России, но и в Западной Европе, включая заводы Круппа в Пруссии, в 1855 г. первыми в мире (в обстановке строжайшей секретности) начавших изготовление стальных орудий. Ни в России, ни в Западной Европе, где уже изготавливали или пытались изготавливать стальные орудия, в том числе и на заводах Круппа, никто не мог объяснить причины образования дефектов в крупных стальных отливках.

Научно-техническая мысль металлургов всех стран была направлена те годы на теоретическое осмысление металлургических процессов и изучение изменений свойств металлов при их термической обработке, обоснование методов улучшения плавильного процесса в металлургических печах, создание более совершенных технологий термической обработки металлов, выявления способов научного обоснования наиболее оптимальных конструкций металлургических агрегатов - печей, горнов, прокатных станов и т.п. В развитых промышленных странах - Англии, Франции, Германии, США и др. в экономике которых металлургия имела значительный удельный вес, сложились научно-исследовательские центры, занимавшиеся изучением металлургических процессов, структуры металлов и их свойств.

В России значительные научно-исследовательские центры по изучению проблем металлургии сложились в Петербурге при Горном и Политехническом институтах, а также на Обуховском и Путиловском заводах. На Урале сильные научно-исследовательские центры по изучению проблем металлургии сложились на Златоустовском, Мотовилихинском и Воткинском заводах.

Промышленная колонизация Урала в XVIII - первой половине XIX вв. создала в этом крае, богатом рудами, грандиозный по тогдашним не только русским, но и мировым масштабам, промышленный район. В конце XVIII в. по производству черных металлов Россия вышла на первое место в мире, причем Урал давал 4/5 российского чугуна и железа. Уральское железо в больших количествах экспортировалось в страны Западной Европы и в США. Уральские металлургические заводы строились с учетом технических дост

жений и опыта подмосковных заводов, построенных в 30-50-х гг. XVII в. по голландским и немецким образцам. Однако уральская металлургия формировалась уже на иной, более высокой технической базе, соответствовавшей уровню лучших металлургических заводов того времени в Западной Европе. На протяжении всего XVIII в. уральские доменные печи считались самыми мощными и высокопроизводительными.

Даже в первой половине XIX в., когда уральская металлургия оказалась в полосе глубокого социально-экономического кризиса, а темпы ее развития резко снизились, она утратила свои позиции на мировом рынке металлов, - техническая база уральской древесно-угольной металлургии мало отличалась от технического оборудования древесно-угольных металлургических заводов западноевропейских стран и США. Техничко-экономическая отсталость древесно-угольной металлургии Урала, по сравнению с работавшими на каменноугольном топливе металлургическими заводами Западной Европы, США и Юга России, проявилась отчетливо лишь в конце XIX - начале XX вв.

Западноевропейские специалисты XVIII - XIX вв. (И.Э.Норнберг, Л.Бек, И.Туннер и др.) считали, что в XVIII в. в России произошел «взлет промышленного производства», что русское промышленное развитие и техническая база российской металлургии, уровень ее индустриальной культуры, были равны европейским, а ее инженерно-технические кадры вполне соответствовали западноевропейским стандартам. Английский геолог Р.И.Мурчисон, посетивший Урал в 1841 г., писал, что с конца XVIII в., со времен П.С.Паласса, «русские горные люди, переняв первые начала своего дела от иностранцев, образовали сословие самобытное, в постоянной помощи не нуждающееся...».

Знаменитый австрийский металлург, министерский советник, директор Леобенской горной академии, профессор П. Фон Туннер, побывавший на Урале в 1870 г., сообщал: «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 и в некоторых отраслях опередило нас... «. Между тем в западноевропейской и американской литературе со времен А.Леруа-Болье до настоящего времени о России XVIII - XIX вв. доминирует представление как о большой, малонаселенной стране, с редкими городами и слабой промышленностью, «огромной деревне».

Горнозаводской Урал, с его значительным отрядом инженерно-технической интеллигенции, являлся важным центром отечественной научно-технической мысли. Если в XVIII в. инженерно-технические кадры в России, как и в Западной Европе, готовились преимущественно путем самообразования, самостоятельного освоения тогдашнего научно-теоритического технoзнания, практического изучения металлургии и горного дела, в ходе решения утилитарных технологических и проектно-конструкторских задач, то в XIX в. на смену инженерам-самоучкам и практикам приходит новое поколение гор-

ных инженеров, уже имевших законченное высшее техническое образование окончивших, как правило, Горный корпус (позднее - Горный институт) в Петербурге, обладавших всем объемом тогдашнего научно-технического знания.

Уральские инженеры и техники, внимательно следившие за достижениями науки и техники за рубежом, постоянно выезжали за границу для осмотра и изучения техники и технологий западноевропейских металлургических заводов. На многих уральских заводах работали или по контрактам или переселившиеся в Россию специалисты из западноевропейских стран. Русские инженеры обычно хорошо знали иностранные языки. Некоторые из них были женаты на иностранках. На ряде частных заводов (Демидова, Строганова и др.) имелись значительные группы инженеров и техников, получивших образование в высших и средних учебных заведениях за рубежом. В поселке Нижнетагильского завода в 30-40-х гг. XIX в. можно было слышать «почти все европейские наречья: французское, немецкое, английское, польское, шведское».

Научно-технический прогресс в металлургии Урала был обязан в первую очередь усилиям уральской научно-технической интеллигенции, дополненным сотрудничеством и кооперацией со специалистами других стран, а также был результатом «переноса» западноевропейского технического опыта и западноевропейских технологий, осуществляемого якобы самыми разнообразными, легальными и нелегальными, дозволенными и недозволенными методами - от перевода статей из западноевропейских журналов до промышленного шпионажа, как утверждают сейчас некоторые историки. Важную роль в развитии научно-технического прогресса играли Горный департамент и Горный ученый комитет, горные начальники и администрация казенных и некоторых крупных частновладельческих заводов, например, Нижнетагильских, которые поддерживали научные исследования своих инженеров и техников, предоставляя им финансовые средства, выдвигли их на высокие административные посты, создавая для них наиболее благоприятные условия для проведения опытов и внедрения в практику технических новшеств.

Характерной особенностью инженерно-технической интеллигенции Урала был ее научный подход к проблемам металлургии и горного дела, ярко проявившийся уже в XVIII в. в научных трудах, инструкциях и технических руководствах В.Н.Тагищева и В.И.Генинна, в выдающихся изобретениях мирового значения И.И.Ползунова и К.Д.Фролова, в инженерной и научной деятельности на рубеже XVIII - XIX вв. А.С.Ярцева, И.Ф.Германова, А.Ф.Дрябина, в творениях механиков-самоучек Е.А. и М.Е.Черепановых. Этот научный подход был успешно развит в трудах и практической деятельности последующих поколений уральских инженеров и техников. В середине и второй половине XIX в. на Урале сложился значительный отряд высоко квалифицированных инженерно-технических работников, организаторов производства, администраторов и экономистов, создалась мощная когорта талантливых изобретателей.

стателей, конструкторов, ученых, добившихся выдающихся достижений в металлургии и металловедении.

Мощным толчком для неустанного движения научно-технической мысли уральских металлургов явилась происходившая в XIX в. в уральской металлургии промышленная революция, сопровождавшаяся внедрением новых устройств и новых технологий, основанных на использовании паровых двигателей и систем машин, и резко возросший на внутреннем рынке, в связи с развитием железнодорожного строительства и машиностроения, спрос на металлы, острая потребность военной и ряда других отраслей промышленности на металлы высокого качества.

В доменном производстве важным нововведением было внедрение на рубеже XVIII - XIX вв. вместо клинчатых мехов цилиндрических воздуходувок, которые давали более сильное дутье и произвели, как свидетельствовали современники, настоящую «революцию в дутье». Цилиндрические воздуховулки позволили резко увеличить высоту и объем доменных печей, поднять в 1,5-2 раза их производительность, сократить расход древесного угля. Дальнейший технический прогресс в доменном производстве был связан с внедрением горячего дутья. Однако внедрялось оно стихийно, медленно и процесс его утверждения на уральских чугуноплавильных заводах растянулся на целое столетие.

Причиной осторожного, недоверчивого отношения уральских металлургов к горячему дутью было не только широко распространенное тогда в России и в Западной Европе субъективное мнение, что оно вредно влияет на качество металла, но и более прозаические, объективные обстоятельства. Большие и высокие уральские доменные печи XVIII - начала XIX вв. были высокопроизводительными и экономичными. Первые опыты с внедрением горячего дутья, проведенные на уральских заводах в 20-х гг. XIX в. вслед за изобретением его Дж. Нильсоном, не дали больших результатов. Русские металлурги нашли тогда другой, более легкий и более дешевый путь повышения производительности доменных печей.

П.Г.Соболевский, «один из первых инженеров в Европе», как характеризовал его А.Гумбольдт, ученый-химик и металлург, конструктор и рационализатор в разных областях техники, позднее - член-корреспондент Российской Академии наук, работавший на Урале на Пожевском и Воткинском заводах, на основе своего практического опыта усовершенствовал технологию дутья доменных печей. В 1833 г. он опубликовал статью о горячем дутье, в которой выступил за всемирное внедрение «сего столь полезного открытия», но в то же время указал на некоторые, не принимаемые при применении нагретого дутья физико-химические особенности металлургического процесса, на зависимость хода плавки в доменных печах (быстрого или медленного сгорания материалов, кипения в плавильном пространстве, скорости выгорания шихты и выделения металла, шлакообразования и т.п.) не только

от количества и температуры вдуваемого воздуха, но и от скорости, силы давления дутья, конструкции некоторых деталей доменной печи - диамет фурм и др. Он доказал, что регулированием дутья и применением прибор для изучения количественных параметров вдуваемого воздуха («воздуховров», «расходомеров»), можно управлять ходом металлургического процесса добиться значительной экономии топлива.

В середине и второй половине XIX в. на уральских заводах развернулась замена доменных печей старой конструкции - низких, толстостенных круглой шахтой и открытым колошником, прямоугольным горном с одной двумя фурмами и открытой «грудью», этих «толстых безобразных каменных пирамид», как называли их современники - домнами улучшенных конструкций, большей высоты, с тонкими стенами или совсем без наружного кожуха, закрытым колошником, круглым горном с открытой «грудью» и большим количеством фурм, горячим дутьем. Горный инженер В.К.Рашет, в 30-50-х XIX в. работавший на Гороблагодатских и Нижнетагильских заводах (в 186-1876 гг. - директор Горного департамента), в конце 1850-х гг. создал домненную печь новой системы - большой высоты, с шахтой эллиптического сечения, с множеством фурм, охлаждаемых водой, газоулавливающими аппаратами, нагретым дутьем и т.п..

Горный инженер М.А.Павлов, работавший в 1885-1896 гг. на металлургических заводах Вятского горного округа - Омутнинском, Кирсинском, Климовском (позднее - профессор Петербургского политехнического института и Московского института стали, с 1927 г. - член-корреспондент, с 1932 - академик АН СССР), опубликовал в 1894 г. работу о плавильном процессе древесноугольных доменных печей, явившуюся первым теоретическим исследованием их теплового баланса. Практически и расчетными путями разработал способы определения оптимальных размеров металлургических агрегатов, методы расчета доменных шихт, влияние шлака на ход доменного плавки и качество чугуна, что позволило глубже понять сущность происходящих в доменных печах химических процессов. Опираясь на свои исследования, Павлов реконструировал доменные печи, резко повысив их производительность, спроектировал и построил домну новой конструкции. Изданный им с включением уральских образцов «Атлас чертежей по доменному производству» (1902 г.) долго служил пособием для металлургов многих стран.

Важный вклад в обоснование доменного процесса внес горный инженер В.Е.Грум-Гржимайло, работавший в 1885-1903 гг. на Нижнетагильских заводах помощником управителя и управителем завода, в 1903-1907 гг. - управляющим заводами Алапаевского горного округа (позднее, в 1907-1918 гг. - адъюнкт и профессор Петербургского политехнического института, в 1926-1924 гг. - профессор Уральского горного института, с 1927 г. - член-корреспондент АН СССР). В.Е.Грум-Гржимайло открыл явление «перерождения динаса» и обосновал теорию огнеупорности, позволившую выработать наиболее р

циональные способы изготовления огнеупорных материалов; создал гидравлическую теорию движения газов в металлургических печах, которая позволила теоретически обосновать наиболее рациональные конструктивные размеры печей и поставила проектирование металлургических печей и управление их работой на прочную научную основу. На базе этой теории, господствовавшей до 1930-х гг., было спроектировано и построено в разных странах мира огромное количество металлургических и теплотехнических конструкций.

Большие успехи уральскими металлургами, благодаря использованию теоретических выводов и применению практических наблюдений, были достигнуты в чугунолитейном деле. На Пермских пушечных заводах под руководством управляющих заводами, горных инженеров Г.Л.Грасгофа и Н.В.Воронцова было освоено литье чугунных пушек больших калибров для береговой и крепостной артиллерии и отливок больших размеров. В 1868 г. отлита гигантская XX-дюймовая (508 мм.) чугунная гладкоствольная пушка весом в 2800 пудов (49,9 тонн), стрелявшая ядрами весом в 30 пудов (480 кг.). В 1875 г. для установленного на заводе парового молота мощностью 50 тонн, способного доводить силу удара при действии верхнего пара до 120 тонн, был отлит чугунный стул - шабот, весивший 38 тыс. пудов (630 тонн), который был не составной, как на заводе Круппа в Эссене (Германия), а цельный, что явилось большим новшеством в мировой технике того времени. Чугунное художественное литье, в 80-90-х гг. XIX в. на Каслинском заводе доведенное до технического совершенства и большой эстетической выразительности, завоевало мировую славу.

Особенно значительным был вклад уральских металлургов в изобретение и освоение новых методов получения стали и приготовления стальных изделий. В XVIII - первой половине XIX вв. производство стали во всех странах мира велось в очень небольших, ничтожных размерах; обходилось оно очень дорого. На рубеже XVIII - XIX вв. Россия испытывала острый дефицит в качественной стали, которая ввозилась из Англии. Изготавливавшаяся на российских заводах цементная и укладная, или сырцовая сталь была низкого качества, не годилась для производства инструментов и машинной техники.

В 1808 г. крепостной крестьянин С.И.Бадаев изобрел оригинальный способ производства литой стали, получившей название «бадаевской», которая по своим качествам не уступала английской стали. Производство бадаевской стали было налажено на Воткинском заводе и избавило страну зависимости от импорта, сыграло позитивную роль в развитии инструментальной и машиностроительной отраслей промышленности. Однако широкое внедрение индустриальных методов массового производства стали и его массового изготовления началось только в середине и во второй половине XIX в. Оно привело к почти полному вытеснению сварочного железа - кричного и пудлингового, литой сталью, произвело настоящую техническую революцию в черной металлургии, повлекло за собой техническое перевооружение всей этой

отрасли промышленности. Введение тигельного способа производства сталей, бессемерования и мартенования позволили получать дешевую и качественную сталь в больших количествах, превратили новый, XX век, в век стали.

Родоначальником отечественной школы изготовления высококачественных сталей был горный инженер П.П.Аносов, служивший на Златоустовском заводе в 1817-1847 гг. техником, управителем и директором оружейной фабрики, горным начальником. Он открыл утерянный в средние века секрет изготовления булатной стали; изобрел новый метод получения стали, объединивший процессы науглероживания и плавления металла; впервые в мире применил газовую цементацию металла; начал теоретическую разработку научных основ металлургических процессов; первым в мире применил микроскоп для исследования внутреннего строения стальных сплавов; первым установил, что узоры на металле отражают его кристаллическое строение, макроструктура металла влияет на его механические свойства; предпринял попытки изготовления литых стальных артиллерийских орудий, позднее успешно завершённые П.М.Обуховым и Н.В.Воронцовым.

Научные труды П.П.Аносова, посвященные стальному производству, принесли ему мировую известность. Теоретические выводы Аносова о влиянии химического состава, структуры сплава, характера его обработки на свойства металла, макроструктуры металла - на его механические качества, легли в основу современной науки о высококачественных сталях.

Горный инженер П.М.Обухов, прошедший большую практическую школу на уральских металлургических заводах (в 1843-1854 гг. он служил управителем Серебрянского, Кушвинского и Юговского заводов, с 1854 г. - директором Златоустовской оружейной фабрики), в 1857 г. изобрел тигельный способ массового производства высококачественной литой стали, превосходящей по своим свойствам английскую и германскую (крупновскую) сталь. В 1857-1859 гг. по разработанному Обуховым проекту и под его руководством в Златоусте была построена Князе-Михайловская сталепушечная фабрика, на которой в 1860 г. была изготовлена первая в России стальная пушка, выдержавшая без повреждений более 4000 выстрелов. На Пермских пушечных заводах изготовление стальных артиллерийских орудий из тигельной стали было организовано Н.В.Воронцовым. В 1863 г. Обухов был отозван в С.-Петербург, где по его проектам и под его руководством был построен сталеплавильный сталепушечный завод, получивший название Обуховского.

Создание производства высококачественной литой стали и изготовление стальных орудий, осуществленные преемниками П.П.Аносова - П.М.Обуховым и Н.В.Воронцовым, выходцами из златоустовской сталеплавильной школы, явились поворотным пунктом в истории отечественной артиллерии, позволили в короткий срок перевооружить российскую армию современными артиллерийскими системами. Массовое производство стальных орудий в

начальном его этапе встретило серьезные трудности. Стволы многих пушек оказывались с дефектами, разрывались при испытаниях. Причины этого бедствия удалось раскрыть работавшим на Златоустовской сталепушечной фабрике артиллерийским приемщикам А.С.Лаврову и Н.В.Калакуцкому. Изучив процессы, происходившие в стали при ее отливке, затвердевании и термической обработке, они в 1867 г. открыли явление ликвации - неоднородности химического состава сплавов, возникающей при их кристаллизации; выявили его происхождение и общие закономерности; указали практические средства для устранения его неблагоприятных последствий. Позднее Н.В.Калакуцкий доказал влияние способов и условий ковки на структуру и свойства металлов, впервые объяснил механизм образования внутренних напряжений в чугунах и сталях.

Выдающийся ученый-металлург, основоположник металлографии, признанный глава российской научной металлургической школы Д.К.Чернов, развивая работы А.С.Лаврова и Н.В.Калакуцкого, установил связь тепловых превращений стали с ее структурой и свойствами; выявил зависимость строения стали от тепловой и термической обработки; указал решающую роль термической обработки в придании стали требуемых качеств, что позволило превратить изготовление стволов орудий в надежно регулируемый технологический процесс, избавиться от дефектов при их отливке и обработке, наладить массовое производство артиллерийских орудий высокого качества.

В 1876 г. на Нижнесалдинском заводе управителем завода инженером-металлургом К.П.Поленовым был изобретен и внедрен в производство новый, оригинальный способ бессемерования малокремнистых чугунов с подогревом их в отражательной печи, получивший название «русское бессемерование». Теоретическое обоснование этому способу дал В.Е.Грум-Гржимайло. Горный инженер В.Н.Липин, работавший в 80-х гг. XIX в. на Нижнетагильских, Бисертском и Теплогорском заводах (с 1896 г. - профессор Петербургского горного института, позднее - член-корреспондент АН СССР), исследовал теоретические проблемы процесса изготовления легированных сталей, выявил влияние меди и титана на их свойства.

В области прокатного производства выдающееся изобретение было совершено металлургом-новатором В.С.Пятовым, служившим в 1855-1864 гг. механиком и управителем на Холуницких заводах в Вятской губ. В 1859 г. он изобрел высокопроизводительный прокатный стан для приготовления четырехдюймовых броневых плит прокаткой с последующим химико-термическим упрочением (цементацией) их поверхности, тогда как во всем мире тогда применялась только ковка железных плит паровым молотом. Прокатный стан В.С.Пятова явился прообразом современных блюмингов и слябингов.

В XIX - начале XX в. уральские металлурги находились в первых рядах представителей мировой науки и техники. Они добились выдающихся успехов

в теоретическом осмыслении металлургических процессов; обосновали методы улучшения плавильного процесса в металлургических печах; разработали улучшенные конструкции металлургических печей и прокатных станов; выявили способы проектирования наиболее рациональных конструкций металлургических агрегатов и определения их оптимальных размеров; установили самые бытвые способы получения высококачественных сталей; обнаружили влияние легирующих добавок на свойства качественной стали; ввели свои особые, оригинальные самобытные технологии во многих отраслях металлургического производства.

Многие труды уральских металлургов были переведены на иностранные языки, реферировались и рецензировались в зарубежной печати и стали достоянием научно-технической мысли. В 1900 г. на Всемирной выставке в Париже известный французский металлург Г. Монгольфье открыто признал факт большого влияния теоретических и практических разработок русских ученых-металлургов и, в частности, присутствовавшего на выставке главы российской металлургической школы Д. К. Чернова, на развитие металлургии в Западной Европе. Г. Монгольфье сказал: «Считаю своим долгом открыто публично заявить, в присутствии стольких знатоков и специалистов, что наши заводы и все сталелитейное дело обязаны настоящим своим развитием и успехом в значительной мере трудам и исследованиям русского инженера Чернова, и приглашаю вас выразить ему нашу признательность и благодарность от имени всей металлургической промышленности». Несколько ранее, в 1888 г. за помощь оказанную французам в организации производства и испытании артиллерийских орудий, Н. В. Калауцкий был награжден высшим французским орденом Почетного легиона.

Научно-теоретические достижения уральской школы металлургов были широко использованы при реконструкции уральской металлургии в 1930-е гг., в период первых советских пятилеток и в годы Великой Отечественной войны 1941-1945 гг., когда уральские металлурги в труднейших условиях успешно справились с поставленными перед ними задачами по снабжению металлургией военной промышленности и народного хозяйства в целом. Академик П. Л. Капица в 1943 г. говорил: «Чему... обязана своим высоким уровнем наша металлургия? Конечно, в первую очередь работам Чернова и всех его учеников и тем традициям научного подхода в металлургии, которые они создали и продолжили в течение многих лет. Инженерам принадлежит, конечно, большая заслуга: они сумели воспринять, извлечь все, что нужно, из большой науки, созданной основоположниками нашей научной металлургии. Но без Чернова, Курнакова и их последователей наша металлургия, конечно, не знала бы ни такой хорошей стали, необходимой для наших орудий, которыми вооружена армия, ни такой великолепной брони, которую мы делаем сейчас. А без нее конструкторы были бы бессильны создать первоклассные танки».