

НАСЛЕДНИКИ ПРОФЕССОРА А.Ф. ГОЛОВИНА

Богатов А.А., Шилов В.А.
УрФУ, E-mail: omd@mtf.ustu.ru

А.Ф. Головину основателю Уральской научно-педагогической школы по обработке металлов давлением принадлежит энергетическая трактовка и разработанные им кинематически возможные схемы течения металла для различных процессов прокатки иковки. Им разработан метод смещенных объемов и введено понятие о логарифмических деформациях, исследованы закономерности изменения коэффициентов уширения и опережения металла при прокатке, разработана теория точности прокатываемого листа. В теории обработки металлов давлением известны формулы, носящие его имя. Метод «соответственной полосы», предложенный им для расчета калибровки прокатных валков, нашел широкое применение у заводских калибровщиков [1].

Работы А.Ф. Головина по теории прокатки и калибровке валков прокатных станов, опубликованные в 1924-1926 годах, были, безусловно, новыми и оригинальными. Они способствовали развитию физического представления о течении металла в очаге деформации и инициировали изобретательские способности у студентов и сотрудников кафедры. В 1933-1936 годах А.Ф. Головин опубликовал свой знаменитый трехтомник, включающий «Теорию пластической деформации», «Теорию продольной прокатки» и «Калибровку», в котором получила обобщение разработанная им методология научного исследования процессов обработки металлов давлением. В основе теории был эвристический подход к разработке и физическое моделирование технологического процесса. Поразителен образовательный эффект развиваемых им идей. За короткий срок ему удалось воспитать великих учеников, прославивших Уральскую школу и сформировавших новые научные направления в теории обработки металлов давлением. В подтверждение назовем имена учеников А.Ф. Головина: В.В. Швейкин (один из трех первых выпускников кафедры в 1929 г.) – организовал подготовку инженеров по трубному производству на Урале, под его руководством разработаны эффективные способы производства горячекатаных, электросварных и холоднодеформированных труб; Е.В. Пальмов (1929 г.) – основатель Уральской научно-педагогической школы инженеров механиков металлургического оборудования; А.В. Кавадеров (1929 г.) – один из организаторов ВНИИМТа, внес существенный вклад в развитие газопечного хозяйства металлургических и трубных заводов СССР; А.И. Сахаров – организатор и заведующий кафедрой ОМД в г. Новокузнецке; И.Б. Дунаев – один из организаторов УралГипромеца и проектного дела на Урале; П.А. Дунаев – создал и

руководил кафедрой «Машины и технологии ОМД» в г. Челябинске; Б.Н. Бухвалов – ближайший помощник А.Ф. Головина на кафедре, руководитель специализации «Прокатка черных и цветных металлов»; А.Г. Стукач – руководитель специализации «Пластическая обработка сплавов цветных металлов»; В.А. Тягунов – заведующий кафедрой МОМЗ в УПИ им. С.М. Кирова; В.С. Смирнов – основатель школы политехнического образования в г. Ленинграде, ректор Ленинградского политехнического института; И.Я. Тарновский – заведующий кафедрой ОМД в УПИ им. С.М. Кирова – вместе с А.А. Поздеевым и В.Л. Колмогоровым был руководителем нового научного направления в теории ОМД, основанного на применении вариационных принципов механики деформируемого тела и направленного на решение краевых задач ОМД и математическое моделирование технологических процессов; В.Н. Выдрин – основатель кафедры прокатки в г. Челябинске, разработчик новых технологических процессов и оборудования станов листовой и сортовой прокатки; П.К. Тетерин – создал научную школу прокатчиков в ЦНИИЧермете, г. Москва; Г.Л. Химич – главный конструктор прокатного оборудования и машин непрерывного литья заготовок на Уралмаше; Б.П. Бахтинов и М.М. Штернев – основатели заводской школы калибровщиков на ММК в г. Магнитогорске, их монографии по теории и практике калибровки валков прокатных станов неоднократно издавались в СССР и за рубежом, а их ученики стали известными калибровщиками [1-8]. Нельзя забывать учеников А.Ф. Головина, ставших прекрасными инженерами и крупными организаторами производства. Среди них Герои Социалистического Труда Ф.А. Данилов – директор Первоуральского новотрубного завода, А.Н. Кузнецов – директор Красноярского металлургического завода, В.С. Тарасов – директор Ижстали и Ижмаша, Почетный гражданин Удмуртии. В 1938 году на кафедре было организовано «Бюро калибровок». Начальником бюро стал В.В. Швейкин, вернувшийся на кафедру из промышленности, а научным руководителем – А.Ф. Головин. Вот примеры некоторых научно-исследовательских работ в довоенный период:

- совершенствование калибровки валков станов “320” и “450” Надеждиногорского металлургического завода и освоение прокатки тракторного башмака (А.Ф. Головин, А.И. Сахаров, Б.Н. Бухвалов);

- совершенствование калибровки валков и интенсификация прокатки сутунки на Верх-Исетском металлургическом заводе (Б.Н. Бухвалов и А.И. Сахаров);

- повышение качества поверхности проката на блюминге Магнитогорского металлургического комбината (А.Ф. Головин, Б.Н. Бухвалов);

- освоение пускового сортамента продукции на непрерывном проволочном стане ММК (А.Ф. Головин, И.Я. Тарновский);

- разработка пусковой калибровки и скоростного режима работы валков непрерывного листопрокатного стана завода "Запорожсталь" (А.Ф. Головин, И.Я. Тарновский);

- исследование работы листопрокатных станов на Миньярском металлургическом заводе (А.Ф. Головин, Б.Н. Бухвалов, И.Я. Тарновский);

- разработка рекомендаций по уменьшению разностенности труб на трубопрокатных установках с речным и автоматическими станами на Первоуральском новотрубном заводе (А.Ф. Головин, В.В. Швейкин, Б.Н. Бухвалов);

- разработка рекомендаций по устранению дефекта "цветной надав" при листовой прокатке (А.Ф. Головин, Е.В. Пальмов, В.С. Смирнов);

- совершенствование калибровки валков и повышение производительности проволочного стана завода "Красный Октябрь" (А.Ф. Головин, Б.Н. Бухвалов, И.Я. Тарновский);

- разработка калибровки валков для производства автобоба на Чусовском металлургическом заводе (Б.Н. Бухвалов);

- совершенствование калибровки валков сортопрокатного стана Выксунского металлургического завода (А.Ф. Головин, Б.Н. Бухвалов);

- разработка и внедрение новой калибровки валков сортопрокатного стана на Нижнесергинском металлургическом заводе (А.Ф. Головин, Б.Н. Бухвалов).

Некоторые из этих работ выполнялись по прямому заданию Наркомтяжпрома. А.Ф. Головин

неоднократно возглавлял работу государственных комиссий по приемке и освоению прокатных станов на вновь построенных гигантах отечественной металлургии на Урале, Украине и в Сибири, привлекая к этой работе своих учеников, сотрудников кафедры. В этот период А.Ф. Головин вел активную научно-общественную деятельность, возглавляя прокатную секцию в Уральском промышленном бюро, руководил прокатной лабораторией в Уральском НИИ черных металлов. Помимо УПИ он преподавал в Уральском горнозаводском техникуме, в Урало-Казахской промышленной академии, участвовал в подготовке мастеров, выступал с докладами на конференциях и научно-технических советах на заводах.

За успехи в развитии теории обработки металлов давлением А.Ф. Головин в 1926 году был удостоен ученого звания профессора, а в 1938 году ему была присуждена ученая степень доктора технических наук.

В тяжелые годы Великой Отечественной войны "Бюро калибровок" неустанно работало. В короткие сроки промышленность должна была перейти на выпуск военной продукции. Многие заводы эвакуировались из западных областей Родины, необходимо было смонтировать и запустить оборудование, устроить быт эвакуированных специалистов и их семей. Техническая документация была частично утеряна, оборудование станов оказалось недоукомплектованным, а сроки освоения нового производства были невероятно жесткие. Ответственность за принятые технические решения порой определялась жизнью людей. В эти годы мягкий по характеру и интеллигентный А.Ф. Головин всю ответственность за качество выполняемых кафедрой работ оборонной тематики брал на себя.



Бюро калибровки прокатных валков в годы Великой Отечественной войны (В.В.Швейкин, В.П. Насонкина, А.Ф.Головин, П.А.Дунаев, Б.Н.Бухвалов, С.Е.Батунер)

Для сварочных работ при производстве танков и самоходных орудий нужна была высокопрочная электродная проволока. Разработку технологии и внедрение процесса ее прокатки осуществили на Ревдинском метизно-металлургическом заводе под руководством А.Ф. Головина. Им успешно была решена проблема повышения штампуемости листового металла на Добрянском заводе, после чего быстро удалось освоить штамповку гильз артиллерийских прокатки ленты увеличенной ширины для производства ружейных гильз на Синарском трубном заводе. Вместе со своим учеником главным калибровщиком ММК Б.А. Бахтиновым А.Ф. Головин входил в состав бронебюро и участвовал в разработке технологии прокатки слитков из броневой стали на блюминге. Для исследования силовых параметров прокатки ленты впервые на нашей кафедре были созданы и использовались месдозы (В.В. Швейкин, И.П. Богачева и В.П. Насонкина (Пупырева)). По заданию института восстановительной хирургии разработана и освоена технология прокатки малопластичного сплава в медной рубашке (В.В. Швейкин и В.С. Смирнов). По заданию Главтрубостали была разработана и внедрена технология прокатки труб для минометных стволов (А.Ф. Головин, В.В. Швейкин). В 1942 году были проведены лабораторные исследования способа накатки зубьев шестерен и разработана технология получения снарядной заготовки при поперечной прокатке (В.С. Смирнов). Была разработана технология и в лаборатории кафедры получена опытная партия ленты из сплава "инвар" для авиационных приборов (И.Я. Тарновский). Работы кафедры по оборонной тематике снискали высокую оценку. А.Ф. Головин был удостоен Сталинской премии СССР (1942), а в 1943 году ему было присвоено почетное звание "Заслуженный деятель науки и техники РСФСР", и он был награжден орденом Ленина.

В послевоенные годы на кафедре активно работали над совершенствованием методов расчета формоизменения металла при прокатке и ковке (И.Я. Тарновский), над созданием теории поперечной и винтовой прокатки (В.С. Смирнов и П.К. Тетерин), теории прокатки труб (В.В. Швейкин). Эти работы получили широкую известность в нашей стране, авторы защитили докторские диссертации. В эти годы Б.Н. Бухвалов завершил теоретическое исследование кинематических и динамических условий осадки заготовок, И.Я. Тарновский исследовал процесс прокатки балочных профилей, В.В. Швейкин изучал упрочнение сталей при горячей прокатке и разрабатывал теорию раскатки труб на короткой оправке, В.Н. Выдрин выполнил фундаментальные исследования опережения металла, использованные в дальнейшем при создании теории непрерывной прокатки. И.Я. Тарновский подготовил к изданию монографию "Формоизменение при пластической

обработке металлов" (1954). От О.А. Ганаго известно, что алгоритм расчета формоизменения металла при кузнечной протяжке, представленный в этой книге, был использован фирмой Деви Леви при создании системы управления автоматизированными ковочными комплексами. В.В. Швейкин и В.А. Тягунов издали учебное пособие "Технология прокатного производства" (1956), переизданное в КНР (1957).

Среди своих учеников А.Ф. Головин выделял инженеров-калибровщиков и поддерживал с ними творческие контакты. Да и ученики тянулись к нему. Они развивали его идеи, выдвигали и развивали новые, их всех объединял дух братства, святого служения науке и своему долгу, которые прививал Учитель. А.Ф. Головин обладал энциклопедическими знаниями металлургического производства, помогая производственникам решать практические проблемы. Его частые поездки на заводы проходили по традиционному сценарию: два дня он знакомился с состоянием дел в доменном, сталеплавильном и прокатных цехах завода; один день изучал представленную ему производственную информацию по проблеме, для решения которой его пригласили. На четвертый день на техническом совете завода у главного инженера он излагал пути решения проблемы и предлагал программу работ для внедрения. Все это он подробно записывал каллиграфическим почерком в именном блокноте с золотым тиснением его фамилии на обложке, который хранится в музее университета. По его мнению, инженер-калибровщик является ключевой фигурой в прокатных цехах и в освоении новых видов продукции, и в повышении точности проката, и уменьшении расходного коэффициента металла, и увеличении выхода годного, и повышении стойкости валков и привалковой арматуры. От его решений зависит надежность технологического процесса, снижение числа поломок оборудования, следовательно, и повышение производительности стана. Калибровщик создает технологическую инструкцию по настройке рабочей клетки для прокатки и следит за соблюдением технологической дисциплины. Особенностью работы калибровщика является умение технически грамотно сформулировать проблему, разработать варианты возможного решения и подобрать аналог среди известных, ранее полученных и проверенных практикой технологий. В некоторых случаях необходимо предварительно выполнить специальную научно-исследовательскую работу, привлекая методы математического и физического моделирования, а также оптимизации технологического процесса. Заводские калибровщики, работая на конкретных прокатных станах, глубоких теоретических исследований не проводят, а проверку своих идей осуществляют непосредственно на промышленном стане. Со времен А.Ф. Головина теоретические положения обработки металлов давлением и накопленный

практический опыт эксплуатации прокатных станов позволили сформулировать некоторые правила для разработки технологического процесса и конструирования инструмента деформации. Они касаются выбора технологической схемы, распределения обжатий по проходам, удовлетворения однородности распределения в поперечном сечении профиля осевой составляющей вектора скорости и т.п. Важным при проектировании технологического процесса является удовлетворение геометрических ограничений на размеры заготовки и рабочей части инструмента. Необходимо учитывать изменение структуры металла при обработке давлением и обеспечить требуемый уровень механических свойств готовой продукции. Инструмент деформации должен отвечать требованиям по стойкости при эксплуатации. Теоретические расчеты и практические сведения об обеспечении надежности технологического процесса позволили им сформулировать систему ограничений, касающихся не только геометрии очага деформации, но и кинематики процесса проката и формоизменения профиля, силы и момента прокатки, а также прочности и долговечности нагруженных узлов привода рабочих валков и клеток прокатных станов. Таким образом, основным в работе заводского калибровщика является эвристический метод решения технологической проблемы и изобретательский подход к разработке нового способа обработки металлов давлением, новой калибровки инструмента, выбора рациональной формы заготовки и т.п. Именно поэтому работа калибровщика является творческой, интересной и привлекательной для молодых инженеров.

Ручное проектирование технологии, конструирование инструмента, его изготовление и оценка качества, осуществляемые в рамках подготовки производства, являются длительными во времени. При растущем сортаменте осваиваемых изделий время подготовки производства значительно превосходит время изготовления изделий. При этом ухудшается качество проектно-конструкторской документации, резко возрастает объем документооборота. Выход из положения один – создание автоматизированных систем проектирования. Выпускник кафедры профессор Р. А. Вайсбурд в 1961 году был одним из первых, кто сформулировал основные проблемы и положения автоматизированного проектирования процессов обработки металлов давлением, которые многократно уточнялись в последующие годы. В соответствии с принятой концепцией прежде всего строится дерево соответствующих алгоритмов, обобщающих известные рекомендации руководства по проектированию технологических процессов, при этом не ограничивается возможность применения новых инженерных решений по технологии. При разработке алгоритмов используются достижения вычислительной геометрии,

распознавания образов, общей теории систем и теории алгоритмов, а также теории оптимального управления. Важным моментом является эффективное использование современных информационных технологий. Определяющим звеном безбумажного проектирования стало обеспечение трансляции информации на электронных носителях, не только на стадии подготовки и выполнения рабочего проектирования и конструирования, но и на этапе технологической подготовки к производству, например, конструирование штампов должно быть продолжено их изготовлением на станках с программным управлением. Эти идеи были пионерскими не только в нашей стране, но превосходили работы иностранных специалистов, которые начали разработки САПР в середине 60-х годов.

Идеи автоматизированного проектирования технологии прокатки были реализованы на кафедре под руководством В.К. Смирнова и В.А. Шилова. Для этого необходимо было прежде всего разработать математическую модель сортовой прокатки. На основании применения вариационного принципа минимума полной мощности получены аппроксимирующие формулы для расчета характеристик формоизменения металла при прокатке (коэффициенты уширения и вытяжки, площадь контактной поверхности) и энергосиловых параметров (давление, сила, крутящий момент и мощность прокатки). Для различных случаев сортовой прокатки эта задача решена К.И. Литвиновым, В.И. Никитиным, Б.Е. Хайкиным, И.А. Колобковым, В.В. Бажутиным, А.В. Фоминым, Б.П. Гуселетовым, А.Р. Бондиным, А.М. Михайленко.

Для определения допустимых углов захвата и отношений осей полос по условиям устойчивости при прокатке в калибрах простой формы получены аппроксимирующие формулы на основании статистической обработки данных промышленных калибровок валков (Ю.В. Инатович). Решены задачи прогнозирования деформируемости металла при сортовой прокатке (В.В. Тимофеев, М.В. Смирнов, П.И. Золотухин, А.Н. Солошенко). Использование теории распознавания образов позволило разработать алгоритм выбора последовательности применения систем калибров и составления схемы калибровки валков в рабочих клетях стана (И.А. Колобков, А.А. Гусев).

На основании теории расписаний формализована процедура построения графика прокатки (графика Адамецкого) для станов с линейным расположением рабочих клеток (Ю.В. Инатович). Для оптимизации технологических процессов прокатки по критериям быстродействия и снижения материально-энергетических затрат были применены аппарат динамического программирования и прямые градиентные методы (И.А. Колобков, С.Г. Коломников). Создана автоматизированная база данных профилей отраслевого и специального назначения, позволяющая проектировать калибровки валков по

аналогам (Ю.А. Мартянов, С.П. Куделин). Составлены программы для проектирования валковой арматуры (Е.Ю. Слукин, Д.Л. Шварц).

Математическая модель процесса сортовой прокатки описана в книге "Деформации и усилия в калибрах простой формы" (В.К. Смирнов, В.А. Шилов, К.И. Литвинов, 1982) и в учебном пособии для студентов вузов "Калибровка прокатных валков" (В.К. Смирнов, В.А. Шилов, Ю.В. Инатович, 1987), которое переведено на китайский язык и издано в Китае (1992 г.), впоследствии переработано, дополнено и издано в 2010 г. [16]. На основании этой модели разработаны комплекс программ и система автоматизированного проектирования калибровок валков САПР "Сортовая прокатка", описанные в брошюре "САПР. Сортовая прокатка и опыт ее использования" (В.А. Шилов, В.К. Смирнов, Ю.В. Инатович, 1988) [15], Разработана также САПР "Прокат", позволяющая выбрать станы – аналоги, определить схему калибровки валков для всего сортамента стана, рассчитать производительность стана, загрузку вспомогательного оборудования и т.д. (А.А. Гусев); создана база данных о технической характеристике прокатных станов разных типов (А.А. Гусев, Ю.В. Инатович, Б.М. Антошечкин, А.В. Фомин). Информация для одного стана включает более 300 параметров.

На основе САПР "Сортовая прокатка" и других комплексов программ расчета на ЭВМ создана экспертная система (ЭС) технологии сортовой прокатки (Ю.В. Инатович, С.П. Куделин). ЭС позволяет на основании формализованных знаний и опыта специалистов принимать решения на уровне человека-эксперта. С помощью ЭС решаются задачи интерпретации, диагностики, контроля, планирования (управления) и проектирования технологии прокатки. ЭС содержит "базу знаний" и кроме названных баз данных имеет базы данных "Заводы, станы, сортамент", "Требования к точности проката", "Сопротивление деформации".

Комплекс программ и САПР "Сортовая прокатка" были успешно применены при совершенствовании существующих и проектировании новых режимов прокатки, разработке технологических заданий на реконструкцию прокатных станов России, Украины, Грузии. Так, на Западно-Сибирском металлургическом комбинате (ЗСМК) комплекс программ применен при освоении пяти прокатных станов, построенных в 60-х и 70-х годах, совершенствовании действующих и проектировании новых технологических процессов прокатки на непрерывном заготовочном стане 850/700/500, непрерывном среднесортном стане 450, двух мелкосортных станах 250 и проволочном стане 250. Позднее были разработаны технологические задания на реконструкцию этих станов, которая была успешно осуществлена. Впервые в мировой практике на полностью непрерывном стане 450 освоена технология

прокатки двутавровых балок, защищенная тремя авторскими свидетельствами на изобретения и тринадцатью патентами США, Германии, Чехословакии, Индии и Нигерии. В этих работах от ЗСМК активное участие принимали А.А. Кугушин и В.Н. Беспалов. Технологии прокатки круглой, арматурной и угловой сталей на мелкосортном стане 320/150 завода "Амурсталь" (г.Комсомольск-на-Амуре) были освоены в 80-х годах в сжатые сроки во многом благодаря применению САПР "Сортовая прокатка". Большой объем работ выполнен на Салдинском металлургическом заводе по разработке и освоению новых профилей проката. Разработаны технические предложения на реконструкцию прокатных станов Серовского, Салдинского, Руставского металлургических заводов, комбинатов "Криворожсталь" и ЗСМК. На НТМК коллектив прокатчиков кафедры принимал участие в освоении технологии прокатки двутавров на универсальном балочном стане, совершенствовании технологии прокатки на других прокатных станах комбината. В.И. Мальцевым выполнена работа по повышению точности при прокатке сортовых профилей, особенно фланцевых, на крупносортном стане 650 и рельсобалочном стане 800. Повышение точности проката было достигнуто за счет применения системы гидрораспора рабочих валков и предварительно напряженных станин рабочих клетей. Совместно с другими институтами разработано комплексное технологическое задание на реконструкцию рельсобалочного цеха с целью организации производства длинномерных железнодорожных рельсов для участков дороги с высокоскоростным движением поездов. Разработана методика расчета калибровки валков для прокатки рельсов с применением универсальных клетей, обеспечивающая равенство коэффициентов вытяжки по всем элементам профиля. Проведено компьютерное моделирование процесса прокатки рельсов в универсальных калибрах (Р.А. Литвинов, В.А. Шилов).

В настоящее время система единой конструкторско-технологической подготовки и освоения производства, действующая на ОАО «Корпорация "ВСМПО-АВИСМА"» включает пять основных этапов [9]. Первый этап -проектирование и создание штампованных поковок и штамповой оснастки в САД системах CATIA и Solid Works по чертежам или математическим моделям заказчика. Второй этап - математическое моделирование и оптимизация технологических операций пластической и термической обработки с использованием САЕ системы DEFORM с учетом физических и механических свойств материалов заготовки и инструмента. Третий этап - разработка управляющих программ с использованием САМ пакетов Simatрон, CATIA, Pro/Engineer, проверка и оптимизация программ в системе Vericut. Четвертый этап - изготовление на станке с ЧПУ гравюры штамповой оснастки. Пятый этап - контроль геометрии штамповой оснастки и

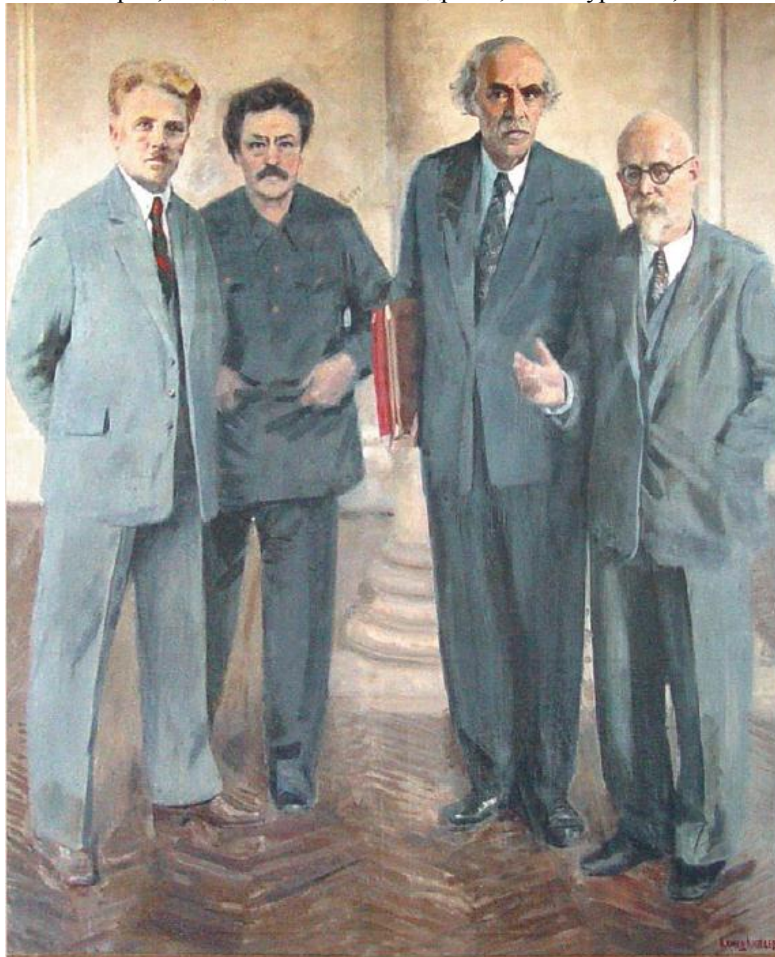
штампованных поковок с использованием САИ системы или при помощи CMS; FARO Agm и НММ. Аналогичные системы применяются в прокатном, прессовом и трубном производствах. Ручное проектирование и конструирование ушло в историю, уступив место высокопроизводительному и высококачественному процессу подготовки производства на ЭВМ с применением станков с ЧПУ и новых метрологических технологий.

Магнитогорская школа калибровщиков

Как отмечает Г.С. Гун [5] Магнитогорский металлургический комбинат называли Всесоюзной кузницей кадров металлургии во многом благодаря успешной работе заводских калибровщиков. В связи с пуском блока сортовых станков в 1934 году на комбинате было создано калибровочное бюро. Его возглавил ученик А.Ф. Головина, выпускник кафедры 1930 года Борис Петрович Бахтинов, один из самых известных, авторитетных и эрудированных калибровщиков того времени в нашей стране. Он сформировал бюро из талантливых и творческих инженеров, создавших

Однако нельзя забывать, что новая технология проектирования не может решать творческие задачи. По-прежнему, в работе калибровщика главным остается эвристический, изобретательский метод решения технологических проблем. Именно благодаря этому методу ученикам и последователям А.Ф. Головина удавалось обеспечить успешное решение важных народнохозяйственных задач.

российскую школу калибровки валков прокатных станков. В 1956 году Б.П. Бахтинова сменил М.М. Штернов. С 1951 по 1990 годы в КБ работал Я.Б. Фурман. Все они стали кандидатами технических наук и авторами книг по калибровке валков, по которым учились и продолжают учиться заводские калибровщики и студенты технических ВУЗов. Некоторые из книг были переизданы в Китае и Болгарии. В КБ выросли и стали первоклассными инженерами В.Я. Козлов, Н.Ф. Грицук, Н.И. Сиразитдинов, А.В. Мерекин, И.П. Шулаев, Л.В. Андреюк, А.А. Бурыкин, В.В. Полушкин,



Фойе главного корпуса УГТУ-УПИ украшает несколько больших картин, на одной из них – четыре фигуры профессоров: ректор Александр Маковецкий и выдающиеся металлурги – доменщик Иван Соколов, металловед Сергей Штейнберг и прокатчик Аким Головин – корифеи, основатели Уральской научной школы металлургов.

Ю.В. Иванов, В.М. Беленко, В.А. Масленников, Г.А. Медведев, С.П. Орёл, Г.Н.

Харченко, П.В. Ширяев, В.Г. Логинов, А.В. Гасилин. В КБ были разработаны и освоены в производстве сотни новых профилей проката для

различных отраслей машиностроения, строительства и нефтегазового комплекса. Большинство инженеров КБ защитили кандидатские диссертации, ежегодно публиковали статьи, а новизна их разработок была защищена несколькими сотнями авторских свидетельств и патентов. Успешно были решены проблемы повышения производительности прокатных станов (например, годовой объем производства продукции на слябинге “1250” достиг 7,75 млн. т), повышения качества проката и освоение производства

высокоэкономичных профилей в минусовом поле допусков. В КБ комбината прошли подготовку молодые калибровщики для Китая, Чехословакии, Индии, Ирана, Кубы, Турции, Нигерии, Египта, Украины, Казахстана и Узбекистана. Магнитогорские калибровщики участвовали в освоении прокатного производства на Бхилайском, Хелуанском, Исфганском, Искандерском, Коммунарском, Бекабатском, Карагандинском металлургических комбинатах и заводах.

Тагильская школа калибровщиков

Ввод прокатных мощностей на Нижнетагильском металлургическом комбинате (1947 г. – блюминг “1150”; 1948 г. – стан “900” рельсобалочного цеха (РБЦ); 1949 г. – стан “800” РБЦ; 1955 г. – линия для производства колес; 1959 г. – крупносортовый стан “650”; 1977 г. – стан для прокатки широкополочных балок) определил потребность в инженерах-калибровщиках. На комбинате выросла известная своими достижениями Тагильская школа калибровщиков. Многочисленные статьи в центральных журналах «Сталь» и «Металлург», монографии и брошюры, написанные И.Я. Виноградовым, Б.В. Мерекиным, Г.Д. Фейгиным, И.М. Германом и др. внесли достойный вклад в развитие науки о калибровке валков прокатных станов, а результаты их работы являются примером блестящего решения технических проблем современного производства проката. Первыми калибровщиками на «НТМК» стали ученики Б.П. Бахтинова И.Я. Винокуров (1948) и Б.В. Мерекин (1949), а конструктором валковой арматуры стал молодой выпускник кафедры ОМД УПИ Г.Д. Фейгин, ученик А.Ф. Головина и Б.Н. Бухвалова. В 1949 году на рельсобалочном стане было освоено шесть профилей проката, в 1950 – десять, в 1951 – четыре, в 1952 – два. С 1954 года на комбинате освоили производство облегченных профилей общего назначения, а с пуском стана “650” и углового проката. За эту работу Б.В. Мерекин был назначен руководителем межзаводской школы «Опыт освоения проката облегченных двутавровых балок, швеллеров и уголков». С 1966 по 1986 гг. главным калибровщиком был Г.Д. Фейгин. В этот период одной из важнейших была работа по освоению производства экономичных профилей для вагоностроения и других видов транспорта. Массу 1 п/м балок удалось снизить на 16%, благодаря чему уменьшилась масса грузового полувагона. В РБЦ и КСЦ было освоено 133 профиля, в том числе 56 экономичных. Тагильские двутавры были самыми экономичными, т.к. имели внутренний

уклон полок 8%. Средняя производительность по сравнению с аналогичным станом на «Азовстали» была выше на 9%, а простои на первалках, благодаря использованию чистовых универсальных клетей, на 30% меньше. Применение неприводных вертикальных валков универсальной клетки обеспечило экономию электроэнергии и меньший удельный расход валков. Всё это – серьезные достижения тагильских инженеров-калибровщиков, операторов прокатных станов и всего коллектива прокатчиков. Поэтому закономерно, что строительство первого в стране гигантского комплекса по производству широкополочных двутавров с параллельными полками было доверено «НТМК». Освоение комплекса находилось под постоянным контролем ЦК КПСС и Минчермета. Освоение стана потребовало принятия новых технических решений, которые достойны определений: «впервые в мире», «впервые в стране». Благодаря работе калибровщиков И.М. Германа и А.Л. Руша количество комплектов валков на блюминге “1500” по сравнению с проектным удалось сократить в два раза. Применение закрытых калибров на обжимной клетке “1300” обеспечило устойчивую прокатку на всем сорimente двутавровых балок. В год осваивали до 13 профилей проката, т.е. меньше месяца на один профиль. Для каждого профиля требовалось выполнить расчеты калибровок валков станов “1500”, “1300”, черновой, предчистовой и чистовой групп клетей ЦПСБ, рассчитать режим обжатий на всех клетях с учетом ограничений по мощности двигателей, прочности деталей привода и рабочей клетки, а также обеспечить равномерную по времени загрузки и оптимального распределения проходов по клетям. Кроме того, необходимо спроектировать валковую арматуру, выполнить расчеты и чертежи технологических шаблонов. В настоящее время комбинат готовится к реконструкции, заводские калибровщики, возглавляемые В.В. Свириденко, по-прежнему на боевом посту.

Калибровщики Чусовского металлургического завода

Старый уральский завод на реке Чусовой традиционно имеет весьма широкий сортамент

проката: сортовые заготовки, рессорные полосовые профили, разнообразный сложный фасонный прокат для строительства и машиностроения,

простые среднесортные профили и мелкосортная сталь (а до 1960 г. еще и толстый лист). При этом калибровки валков и режимы прокатки для производства всего сортамента профилей на 5-ти прокатных станах всегда разрабатывали 1-2 калибровщика. Это требовало от них высокой квалификации, широких специальных навыков и знаний, которые вырабатывались в течении длительного практического опыта и передавались из одного поколения калибровщиков другому. Такой квалификацией владели калибровщики-практики А.С. Духовский, Л.П. Путин и др.

В 1951-78 г.г. калибровщиком (а затем главным прокатчиком) на заводе работал Будимир Михайлович Илюкович, а в 1958 г. к нему присоединился выпускник Ждановского металлургического института Станислав Евсеевич Меркурьев, который посвятил работе калибровщика всю свою жизнь (1958-2002). Молодые инженеры наряду с обобщением накопленного производственного опыта придавали разработке калибровки валков научную основу. Они постоянно совершенствовали свои знания и применяли их при создании калибровок. Б.М. Илюкович защитил в Уральском политехническом институте вначале кандидатскую, а затем докторскую диссертации и позже стал профессором. С.Е. Меркурьев постоянно участвовал в работе всех научно-технических конференций и семинаров по сортовой прокатке. Полученные знания помогали им проектировать и осваивать рациональные калибровки валков для прокатки новых сложных фасонных профилей, таких как профили для автоободов различных автомобилей, стоек рефрижераторов и т.п. С.Е. Меркурьев за период своей производственной

деятельности разработал и освоил калибровки валков для прокатки более 80-ти профилей, в том числе сложных специальных фасонных профилей для автомобилестроения, аналогов которым не было ни в СССР, ни в России. Результаты своих работ он опубликовал в 40 печатных трудах. Многие разработанные приемы и правила построения калибровок вошли в современные учебные пособия, в частности в книгу «Калибровка прокатных валков» М.: Теплотехник, 2010 (авторы В.К. Смирнов, В.А. Шилов, Ю.В. Инарович).

Б.М. Илюкович в соавторстве с С.Е. Меркурьевым, И.Е. Нехаевым и В.Л. Капелюшным провели огромную работу по анализу и обобщению калибровок валков прокатных станов России и ближнего зарубежья, а также ряда других стран, в результате чего издали шеститомный справочник «Прокатка и калибровка» [14], содержащий чертежи и материалы по калибровке валков для прокатки практически всех видов простых и сложных фасонных профилей. Изданный справочник является настольной книгой любого практикующего калибровщика и всегда позволяет отыскать аналог при проектировании калибровок валков для прокатки любого нового профиля.

Позже дело С.Е. Меркурьева на ЧМЗ продолжили А.В. Шестаков, А.В. Лобанов, М.В. Просвирнин. В настоящее время калибровщиками успешно работают выпускники УГТУ-УПИ Д.С. Коротков и Л.А. Коньшев. Для современного поколения калибровщиков стало характерным широкое применение методов компьютерной графики и автоматизированных методов расчета, что дополняет и развивает методику их предшественников.

Калибровщики металлургического завода имени А.К. Серова

Первым отечественным калибровщиком на Серовском (ранее Надеждинский) металлургическом заводе является Владимир Дмитриевич Семков, который после окончания Уральского горнометаллургического техникума в 1928 г. начал работать начальником вальцетокарного цеха завода. До этого времени калибровки прокатных валков разрабатывали иностранные, главным образом французские и бельгийские специалисты, используя производственный опыт и шаблоны западноевропейских калибровщиков.

В.Д. Семков с самого начала своей деятельности проявлял к разработке калибровок валков творческий, глубоко продуманный научный подход. В мире специалистов он известен как автор так называемой универсальной калибровки валков. Создание такой калибровки было обусловлено экономической необходимостью перехода завода в 1930-31 г.г. на специализацию по производству круглой и квадратной качественной стали широкого размерного и марочного сортаментов при поставке профилей по заказам малотоннажными

партиями. Действующие же в то время калибровки валков носили «индивидуальный» характер, т.е. были рассчитаны на прокатку какого-то одного или двух-трех смежных профилей близких размеров. Поэтому при переходе на прокатку других профилей, существенно отличных по размерам, необходимо было делать перевалку валков, что требовало остановки стана. При большом количестве малотоннажных заказов и широком сортаменте профилей-размеров общие простои прокатных станов на перевалку достигали 36-48% рабочего времени стана. Кроме того, прокатка по одной и той же калибровке различных марок стали, существенно отличающихся по химсоставу, вследствие колебания уширения металла часто приводила к появлению дефектов (заусенцев, закатов и т.п.) на профиле и снижало качество проката. Вести прокатку по таким калибровкам оказалось практически невозможно.

Разработанная В.Д. Семковым универсальная калибровка валков была основана на применении специальных систем калибров ромб-квадрат, ромб-ромб и овал-круг особой

конструкции. В этих ромбических и квадратных калибрах применяли большие радиусы закруглений в вершине и по разьему, увязывая их определенными геометрическими соотношениями, благодаря этому в калибре создается простор на уширение, что исключает образование дефектов на боковой части раската при прокатке разноуширяющихся сталей. Кроме того, использовали увеличенный зазор между буртами валков, что позволяло регулировать размеры раската при прокатке профилей разных размеров и разных сталей.

Применение универсальных калибровок на станах 850, 450 и 320 в 1935 г. позволило снизить простои на перевалку в 5 раз, сократить парк валков в 7,5 раз, существенно улучшить качество проката, увеличить срок службы валков в 2,5 раза, уменьшить число проходов при прокатке ряда профилей на 2, существенно сократить парк валковой арматуры. С тех пор универсальная калибровка В.Д. Семкова успешно применяется на всех прокатных станах Серовского завода и используется при прокатке качественных сталей на ряде других заводов.

Большие работы В.Д. Семков провел по разработке калибровок валков и технологии прокатки пустотелой шестигранной и круглой стали для буровых установок и насосов погружных электродвигателей. Он тщательно изучил иностранный опыт производства таких пустотелых профилей и с учетом его создал свою, «серовскую» технологию прокатки, обеспечивающую совместную деформацию предварительно сверленной заготовки с вложенным в нее круглым стержнем и последующее извлечение прокатанного стержня из готовой штанги.

В.Д. Семков всегда делился с коллегами опытом разработки калибровок валков. Он неоднократно заявлял, что готов разработать калибровки для прокатки сортовых профилей на любом стане советского союза и освоить их с первой полосы.

Калибровщики Нижнесергинского метизно-металлургического завода

На Нижнесергинском метизно-металлургическом заводе (НСММЗ) в последнее тридцатилетие проводилось интенсивное техническое перевооружение прокатного производства. В 1976 г. был построен и сдан в эксплуатацию полунепрерывный мелкосортный стан 250, предназначенный для выпуска сортовых и специальных фасонных профилей для автотракторного машиностроения. В последующие годы этот стан неоднократно реконструировался и модернизировался с преобразованием его в более совершенные сортопрокатные агрегаты. В 2004 г. был пущен современный высокоскоростной проволочный стан 150, а в 2007 г. закончилось сооружение высокопроизводительного двухниточного мелкосортного стана 250. В Березовском филиале завода в 2010 году был сдан в

Свой большой опыт и знания В.Д. Семков передал своему сыну Анатолию Владимировичу, который после окончания Уральского политехнического института в 1967 году начал работать в калибровочном бюро завода, и впоследствии стал главным калибровщиком. Используя дополнительно к практическому опыту теоретические знания, А.В. Семков усовершенствовал ряд действующих калибровок и разработал калибровки валков для прокатки новых профилей. Он активно занимался вопросами реконструкции станов, постоянно сотрудничал с научно-исследовательскими институтами, в том числе с кафедрой ОМД УГТУ-УПИ, был инициатором применения новых технологий и оборудования, в частности жестких бесстанинных рабочих клетей. При разработке вариантов реконструкции станов и нового оборудования всегда начинал с разработки калибровки валков. По его инициативе и при непосредственном участии была проведена реконструкция мелкосортного стана 320 с установкой 4-х клетевой непрерывной группы жестких клетей, разработана и освоена калибровка валков реконструированного стана для прокатки всего сортамента мелкосортных профилей.

А.В. Семков является автором 5-ти авторских свидетельств и патентов на изобретения, 180-ти рационализаторских предложений, из которых 142 внедрены в производство. Он имеет около 30 публикаций в научных журналах. На посту главного калибровщика А.В. Семков оставался до конца своих дней (2006).

Традиции В.Д. и А.В. Семковых ныне продолжают калибровщики И.С. Грищенко и выпускник кафедры ОМД УГТУ-УПИ А.А. Поняхин. В настоящее время усилия калибровщиков направлены на поиск рациональной технологии прокатки крупных кругов. Освоены калибровки круглых профилей диаметром до 130 мм на среднесортном стане 450 и диаметром до 300 мм на крупносортном стане 850.

эксплуатацию новый двухниточный мелкосортно-проволочный стан 150, изготовленный фирмой Danieli и предназначенный для производства в бурнах катанки и мелкосортной стали широкого марочного и размерного сортамента. Освоение указанных станов требовало большой и напряженной работы коллектива заводских калибровщиков, который всегда формировался исключительно из выпускников кафедры ОМД УГТУ-УПИ. В составе калибровочного бюро в период освоения новых станов работали В.И. Руденко (1976-1981 г.г.), А.Н. Екенин (1975-76 г.г.), Е.Д. Екимовских (1975-90 г.г.), В.Е. Гниломедов (1990-2008 г.г.), А.С. Тихонов (с 2009 г., по настоящее время). Обладая достаточно высокой теоретической подготовкой и методами компьютерной графики, а также освоив

практические приемы калибрования, молодые инженеры в сжатые сроки разрабатывали и осваивали калибровки валков для прокатки требуемых профилей на каждом этапе развития создаваемых прокатных станов.

За период их деятельности на полунепрерывном стане 250 было освоено производство более 100 специальных фасонных профилей для машиностроения, таких как профили для различных бортовых колец, для дверных петель автомобилей, для полюсов электродвигателей, для напильников, для направляющих турбинных лопаток, для замочных колец автомобилей, специальных двутавровых и угловых профилей,

профиля зубчатой рейки домкрата и других видов проката. На проволочном стане 150 освоены режимы прокатки катанки диаметром 5,5-6,0 мм с конечной скоростью до 100 м/с и арматурных периодических профилей №6-10. На двухниточном непрерывном стане 250 освоена технология многониточной (двух-, трех- и четырехниточной) прокатки-разделения арматурных периодических профилей, за счет чего производственная мощность стана возросла до 1,4 млн тонн в год.

В целом калибровщики Нижних Серег внесли существенный вклад в развитие техники и технологии сортовой прокатки.

Список литературы

1. Богатов А.А. На передовых рубежах науки и производства. / Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2003. 84 с.
2. Богатов А.А. Уральская научно-педагогическая школа по обработке металлов давлением имени А.Ф. Головина / Трансмет – 2007, Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2008. С. 333 – 335.
3. Богатов А.А. Наука прокатки Акима Головина / Трансмет – 2007, Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2008. С. 336 – 338.
4. Богатов А.А. Наука длиною в жизнь. К 100-летию со дня рождения российского металлурга И.Я. Тарновского / Трансмет – 2007, Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2008. С. 339 – 340.
5. Гун Г.С. Калибровщики Магнитки / Трансмет – 2007, Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2008. С. 341 – 343.
6. Харченко Г.Н. В эпицентре событий / Прокатное производство Магнитки. Магнитогорск: Магнитогорский дом печати, 2003. С 110 – 115.
7. Киричков А.А., Фейгин Г.Д., Богатов А.А. Кудесники тагильского проката / Трансмет – 2007, Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2008. С. 344 – 346.
8. Рудской А.И., Лунев В.А. В.С. Смирнов – основатель школы политехнического образования в Санкт-Петербурге / Трансмет – 2007, Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2008. С. 344 – 346.
9. Автоматизированная подготовка кузнечно-штамповочного производства на ОАО «Корпорация “ВСМПО-АВИСМА”». Технология изготовления и контроль штамповой оснастки / А.С. Шибанов, В.Б. Тимохов, А.Н. Литвинов и др. // Трансмет – 2007, Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2008. С. 182 – 188.
10. Бахтинов Б.П., Штернов М.М. Калибровка прокатных валков. М.: Металлургиздат, 1953. 783 с.
11. Илюкович Б.М. Прокатка и калибровка фасонных профилей. справочник. том II. М.: Металлургия, 1999. 477 с.
12. Калибровка сложных профилей. Справочник/ Н.Е. Скороходов, Б.М. Илюкович, И.П. Шулаев и др. М.: Металлургия, 1979. 232 с.
13. Прокатка и калибровка сложных профилей. Справочник/ Б.М. Илюкович, Н.Е. Скороходов. М.: Металлургия, 1999. 312 с.

14. Б.М. Илюкович, Н.Е. Нечаев, С.Е. Меркурьев. Прокатка и калибровка/ Справочник в 6 томах. Днепропетровск РВА «Дніпр-ВАЛ», 2012.
15. Смирнов В.К., Шилов В.А., Инарович Ю.В. Калибровка прокатных валков. М.: Металлургия, 1987. 368 с.
16. Смирнов В.К., Шилов В.А., Инарович Ю.В. Калибровка прокатных валков. /Издание 2-е переработанное дополненное. М.:Теплотехник, 2010. 490 с