

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Астраханский государственный университет»
(Астраханский государственный университет)

кафедра философии

РЕФЕРАТ

для сдачи кандидатского экзамена
по истории и философии науки

на тему: «Этапы развития пластической деформации при обработке металлов
трением и давлением»

Выполнил:
Нугманов Руслан Рафаэльевич
Кафедра материаловедения и технология сварки

Астрахань – 2021г.

Содержание

Введение	3
1. Зарождение и формирование техники обработки металлов давлением (с древнейших времен до XV в.)	5
1.1. Становление и развитие техники кузнечно-штамповочного производства	5
1.2. Техника волочения металлов	8
2. Развитие техники обработки металлов давлением в период мануфактурного производства (XVII.-конец XVIII в.)	12
2.1. Качественные изменения в металлургии и металлообработке	12
2.2. Техника прокатного производства	13
2.3. Совершенствование техники волочильного производства на основе вододействующего привода	16
3. Техника обработки металлов давлением в период становления машинно-фабричного производства (конец XVIII - 70-е годы XIX вв.)	20
4. Техника обработки металлов давлением в условиях перехода производства к непрерывным процессам и автоматизированным системам (70-е годы XIX — вторая половина XX в.)	24
5. Новые методы обработки металлов	27
Заключение	30
Список используемой литературы	32

Введение

Тысячи лет назад люди открыли металлургию, создали различные способы обработки металлов и сплавов, для изготовления из них жизненно необходимые орудия труда, оружие, предметы домашнего обихода и художественных изделий для быта.

Металлические орудия труда значительно ускорили социальный прогресс общества. Именно в эпоху раннего металла возникают древневосточные государства, которые значительно ускорили процесс распространения металлургии. Металл становится неотъемлемой частью технического и культурного развития древних цивилизаций. Появившиеся вначале медные и бронзовые орудия труда, несмотря на преимущества перед каменными собратьями, еще не могли оказать большого влияния на хозяйственную составляющую жизни первобытного общества.

История появления и развития металлургии связана со способами и процессами обработки металлов давлением. Самым ранним и важнейшим способом былаковка, появление которой совпало с периодом перехода человечества от каменного века к бронзовому. Именно ковкой люди пользовались для обработки самородной меди ещё до того, как освоили ее выплавку из руды. К числу древнейших способов обработки металлов давлением относятся также штамповка и волочение металлов, которые получили широкое распространение ещё в период рабовладельческого способа производства.

Эти первые способы обработки металлов давлением постоянно совершенствовались. На их основе создавались ковочные молоты, чеканочные и штамповочные машины, волочильные станы, которые стали востребованы в различных областях производства. С накопленными техническими знаниями и производственным опытом, изобретательные умы непрерывно работали над разработкой новых способов и процессов обработки металлов давлением. В следствии этого, в период мануфактуры появился высокоэффективный процесс прокатки металлов, который стал в

условиях машинно-фабричного производства одним из важных в металлургической и металлообрабатывающей технологии.

Стоит сказать, что все названные выше способы обработки металлов давлением, в том числе древнейшие из них не потеряли своего практического значения и по сей день. Более того, по мере развития науки и техники они все время совершенствуются и применяются в новейших технических средствах, мощных машинах и оборудовании, оснащенных, как правило, системами комплексной механизации и автоматизации, эксплуатируемые в металлургической и машиностроительной промышленности.

Обработка металлов давлением — комплекс технологических процессов, основанных на пластических свойствах металлов и их сплавов, под которыми понимается способность твердого тела необратимо изменять свою форму и размеры без разрушения.

Значение обработки металлов давлением в современной технике и промышленности видно на примере прокатного производства, перерабатывающего в различные виды полуфабрикатов и изделий более 4/5 всей производимой в развитых странах, стали. По мере наращивания мощностей, постоянного развития техники прокатного производства доля катаной стали будет непрерывно возрастать. Прокаткой изготавливается немалое количество различных изделий — горячекатаный и холоднокатаный лист, сортовой прокат, катаные трубы, толстые сорта проволоки, разнообразные детали для машин и механизмов — колеса, шары, кольца, профили переменного сечения. Процессы обработки металлов давлением позволяют получать полуфабрикаты и детали, имеющие широкую область применения — машиностроение и роботостроение, авиастроение и кораблестроение, строительство, военная промышленность, медицина, ювелирное производство.

1. Зарождение и формирование техники обработки металлов давлением (с древнейших времен до XV в.)

1.1. Становление и развитие техники кузнечно-штамповочного производства

Ковка — древнейший способ обработки металлов давлением. Его появление совпадает с периодом перехода человечества от каменного века к бронзовому. Самородная медь была первым металлом, который вошел в обиход древних народов именно благодаря применениюковки. Освоение способа обработки самородного металла ковкой, неразрывно связано с длительным накоплением человеком навыков и опыта, связанных с изготовлением каменных орудий труда и оружия путем обработки камня "обивкой" каменным же молотом. Самородная медь, которую первобытные люди вначале тоже считали разновидностью камня, при ударах каменного молота не давала характерных для камня (кремень) сколов, а изменяла свою форму и размеры без нарушения сплошности материала. Это замечательное технологическое свойство "нового камня" явилось мощнейшим стимулом добычи самородного металла и использования его человеком. Кроме того, было замечено, что ковка повышает твердость и прочность металла и играет важнейшую роль в создании более эффективных орудий труда и оружия. Ковка была первым и единственным в первое время способом повышения твердости меди.

Современная историческая наука связывает зарождение техникиковки металлов с развитием ранних очагов металлургии в древнейших районах Средней Азии и Ближнего Востока. Такими районами были Анатолия, междуречье Тигра и Евфрата и долина Нила. Время появления и применения некоторых видов и приемов холодной, а затем и горячейковки относят к VII—VI тыс. до н.э.

В качестве молота вначале применяли обычные куски твердого камня. Первобытный умелец, зажимая камень в руке, наносил им удары по куску самородного или выплавленного из руды металла. Такая примитивная

техникаковки сначала существовала, вероятно, у всех древних народов. Затем эволюция этого простейшего способаковки привела к созданию прообраза современного молота, снабженного рукояткой или молотовищем. Но время появления молота с рукояткой определить пока невозможно. Необходимо лишь отметить, что оба способа сосуществовали в течение длительного времени, о чем свидетельствуют дошедшие до нас древние настенные росписи и рисунки на саркофагах.

Еще и сегодня приходится удивляться искусству древних египетских кузнецов, в совершенстве владевших техникой получения тонкого листового золота и фольги, толщиной от 0,09 до 0,1 мм и даже более тонких размеров. Здесь налицо умение кузнецов подбирать для изготовления молотов и наковален твердые и высокопрочные породы каменных материалов, придавать рабочим инструментам определенную форму, ровную и хорошо отполированную поверхность [18]. Примитивная техникаковки металла с помощью каменного молота без рукоятки сохранилась до последнего времени у некоторых африканских племен. На каменной наковальне производитсяковка нагретого железа. В одной руке у кузнеца каменный молот, другой рукой он поддерживает на наковальне железную заготовку. Кузнец работает с подмастерьем, осуществляющим с помощью примитивных воздуходувных мехов подачу воздуха в костер [17, с. 115].

Здесь мы не видим обычных для кузнечного ремесла более позднего времени приспособлений и инструментов — массивной, определенной конфигурации железной наковальни, собственно, молота с рукояткой, шарнирных клещей. Их эволюция была длительной и неразрывно связанной с развитием металлургии. Появление молота с рукояткой на первых порах преследовало цель защитить руку кузнеца от повреждения. Затем было замечено, что эти молоты, обеспечивают получение более сильных ударов за счет увеличения на величину длины рукоятки, плеча действия бойка молота (до этого плечо соответствовало длине вытянутой руки). Масса ручных молотов, ограничивалась силой мускулов человека и обычно не превышала

10 кг. Для этих, наиболее тяжелых ручных молотов, молотовища изготовлялись длиной до 500—600 мм [17]. Каменные молоты применялись преимущественно для обработки мягких, пластичных металлов — меди, золота, серебра и их сплавов.

Техника ручнойковки удовлетворяла производство до тех пор, пока требовались небольшие по размеру и массе кованые изделия. Под влиянием развития судостроения, военной, строительной и некоторых других отраслей техники, вызвавших потребность на крупные железные якоря, цепи, полосовое и листовое железо, металлообрабатывающие, в том числе кузнечные, производства оснащаются разнообразными механическими устройствами, позволяющими обрабатывать тяжелые заготовки сварочного железа. В XIII-XIV вв. появляются механические молоты, приводимые в действие энергией падающей воды [12, с. 103]. Древнегреческий ученый Герон Александрийский (I в.н.э.), изложивший в своих трудах основные достижения античной механики, описал устройство, при помощи которого двигается рука человека, изображающего бога кузнечного искусства Гефеста. Однако в условиях рабовладельческого способа производства, ни это, ни многие другие механизмы для обработки металла, не нашли практического применения.

С появлением вододействующих механических молотов были созданы предпосылки для дальнейшего развития металлургического и металлообрабатывающего производств. Механические молоты дали возможность обрабатывать крупные крицы железа, изготавливать разнообразные полуфабрикаты и изделия больших габаритов и массы, что в свою очередь, способствовало дальнейшему увеличению размеров металлургических печей — кричных горнов и медеплавильных печей. С созданием вододействующих молотов производительность при ковке кричного железа возросла в 3—4 раза. Так, на ручную ковку крицы массой 30—35 кг и выделку из нее листового железа затрачивалось 12—15 ч. В

результате использования вододействующих молотов время на обработку того же количества металла сократилось до 4—6 ч [20, с. 48].

По имеющимся данным, в XIV в. в графстве Марк (Швеция) в железоделательных производствах применялись хвостовые молоты, с помощью которых отковывался полосовой металл. Молот делал около 120 ударов в минуту и обладал массой около 80 кг [20, с. 48]. С этого времени в западноевропейской металлургии распространяется гидравлический двигатель, ставший важным фактором качественного преобразования технологииковки металлов [13]. Однако широкое распространение вододействующие молоты получили с XV—XVI вв. в период становления и развития мануфактурного производства.

1.2. Техника волочения металлов

Формирование и развитие техники волочения металлов происходило под влиянием все возрастающего потребления проволоки и проволочных изделий, широко применявшихся в выделке разнообразных ювелирных изделий и предметов быта. Производство ювелирных изделий, шитых золотом одежд получило широкий размах особенно в рабовладельческий период. Ювелирные ремесла потребляли огромное количество благородных металлов и их сплавов. Золотая и серебряная проволока применялась также в качестве эквивалента стоимости в торговле. Спрос на проволоку способствовал совершенствованию техники волочильного производства.

Наиболее древние образцы проволоки изготовлены либо ковкой, либо разрезкой ковкого листового металла [18]. На использование в Древнем Египте волоченой проволоки указывают Г. Шефер, Е. Фонтеней и Г. Меллер [6, 7, 9]. Представляют интерес находки проволоки в пирамидах Саккары (Египет, 2900 лет до н.э.), коллекции которой хранятся в Берлинском музее. В диадеме использована тонкая золотая проволока диаметром 0,25—0,30 мм, свитая в спираль диаметром около 2,38 мм. Считают, что проволока изготовлена волочением [8]. На Европейском континенте ранние очаги

металлообработки существовали в древней Греции и Италии. Археологические раскопки древнегреческого города Микены показали, что грекам в VIII в. до н.э. была известна техника производства проволоки волочением.

Волоченая проволока применялась не только для украшений и предметов роскоши. Представляют интерес находки совершенно новой для того времени проволочной продукции — проволочных тросов. Два из известных нам ранних образцов бронзовых тросов относятся к VIII и V вв. до н.э. Установлено, что в IV в. до н.э. с проволочными тросами были знакомы китайские ремесленники [8]. Появление проволочных тросов свидетельствует о расширении сферы потребления проволоки, т.е. об использовании ее и в технике. По всей вероятности, тросы применялись в строительных работах для поднятия или перемещения тяжестей.

Высокий уровень металлообработки в Греции и Римской империи оказал влияние на соседние страны Западной Европы. В первых веках нашей эры в Западной Европе, вступившей на путь феодального развития, образовались новые районы высокоразвитого металлообрабатывающего и ювелирного производства [16].

Установлено, что наиболее ранние образцы проволоки изготовлены ковкой. Как правило, поверхность такой проволоки неровная, форма и площадь ее поперечного сечения по длине неодинаковая. Попытки облегчить кропотливый и тяжелый труд, желание производить более изящную и тонкую проволоку привели к тому, что постепенно (к IV тыс. до н.э.) был выработан новый способ обработки проволоки. Для сглаживания неровностей, калибрования и уплотнения проволоки, ее стали проталкивать через отверстия в твердых материалах. Образцы такой проволоки из золота, датируемые IV тыс. до н.э., найдены в Египте. Впоследствии эта операция полирования и выравнивания поверхности проволоки развивалась в волочение. Считают, что в самом примитивном виде способ волочения начали применять в древнейший период (еще до появления металлических

орудий) для отделки стержней дротиков и гарпунов. Стержни изготавливали из сырого дерева и затем калибровали протаскиванием (волочением) через костяные выпрямители.

Волочительный камень из Наохваму — одна из известных нам находок волочительного инструмента древнего периода. Волока представляет собой плоский камень из яшмы с несколькими отверстиями. Внутренняя форма отверстия напоминает современный глазок для волочения проволоки — два перевернутых усеченных конуса [16, с. 18].

Огромным шагом вперед в развитии техники волочения было использование более эффективного железного (стального) волочительного инструмента. Наиболее древними экспонатами могут служить две металлические волочительные доски, найденные в одном из финикийских поселений, возраст которых насчитывает 2000 лет [16, с. 20]. Приведенные сведения о железных волоках, вероятно, не исключают более раннего применения железа для изготовления волочительного инструмента.

В X—XIII вв. волочение проволоки было важной отраслью металлообрабатывающего производства в Западной Европе. Здесь в это время создаются цеховые объединения волочительщиков проволоки. Продукция этих цехов — медная, бронзовая и железная. Проволока шла для изготовления предметов быта: иголок, булавок, заклепок, гвоздей, кардных щеток и т.п.

В простейших волочительных приспособлениях далекого прошлого усилие волочения передавалось непосредственно мускулами рук человека. Впоследствии этот способ был несколько усовершенствован благодаря применению так называемого волочительного приспособления с качающимся сиденьем. Мастер сидел на доске, подвешенной на двух канатах. Устройство напоминало качели. Волочительная доска забивалась в пень, клещи привязывались к поясу мастера, который при наклонении вперед захватывал клещами заостренный конец проволоки, продетый в волочительное отверстие, а затем, упиравшись ногами в пень, откачивался назад. За одно уклонение

протягивался кусок проволоки длиной около 0,3 м. Повторяя подобные движения несколько раз, волочильщик протягивал весь отрезок проволоки. Таким же образом проволока пропускалась через меньшие отверстия, пока не доводилась до требуемой тонкости.

Крупный шаг вперед в технике волочения был сделан в результате создания волочильных устройств с вращательным движением тягового устройства.

Появление первых волочильных станков с вращательным движением рабочего механизма зарубежные историки относят к XIV в. и связывают их изобретение с именем Рудольфа (Германия). Однако как показали исследования советских ученых, волочение проволоки на аналогичных станках было известно значительно раньше. Мастера-ювелиры Киевской Руси еще в X в. применяли для волочения толстой проволоки из цветных металлов специальное устройство — волочильную скамью, позволившую получать длинные отрезки медной проволоки.

На одном конце такой скамьи находилась волока, а на другом — деревянный ворот с ремнем или веревкой. К ремню через кольцо прикреплялись клещи, которыми захватывался конец заготовки. При вращении ворота ремень наматывался на его вал (барабан), увлекая за собой клещи с протягиваемой проволокой. [2, 10]

С середины XIV в. в западноевропейском проволочном производстве наметились крупные качественные сдвиги, связанные с использованием привода для волочильных станков вододействующих энергетических установок и механизацией наиболее трудоемких технологических операций. Однако в условиях феодального способа производства процесс технического совершенствования шел медленно и коснулся лишь единичных предприятий. Глубокие преобразования в технике волочения металлов произошли позже, в период развития и становления мануфактур.

2. Развитие техники обработки металлов давлением в период мануфактурного производства (XVII.-конец XVIII в.)

2.1. Качественные изменения в металлургии и металлообработке

Характерная особенность рассматриваемого периода — распространение во многих странах Европы мануфактурных предприятий. Их возникновение было связано с ростом ремесла, товарного производства, обусловивших дифференциацию мелких товаропроизводителей, появление мастерских с наемными рабочими.

Мануфактура привела к значительному повышению производительности общественного труда и создала предпосылки для развития крупного машинного производства. С мануфактурой связано техническое развитие производства на основе усовершенствования орудий труда, специализации инструмента, применения вспомогательных механизмов и водяной энергии [22].

Металлургические и металлообрабатывающие мануфактуры XVII и особенно XVIII вв. использовали в производстве весь арсенал традиционных и новых способов и процессов получения и обработки металлов. Непрерывно возрастающая потребность в металле стимулировала совершенствование технологического оборудования и механизмов, что способствовало повышению мощностей и производительности металлургических агрегатов и машин. Большие изменения произошли в доменном и кричном производствах.

В процессе развития металлургических мануфактур непрерывно совершенствовалась техника и технология, шли поиски новых способов отработки металлов. Детищем мануфактуры был прокатный стан, появившийся в производстве в XVI в., намного расширивший возможности металлургической технологии, а также винтовой чеканочный пресс и ряд других технических средств, принятых в XV-XVIII вв. на вооружение в различных металлургических и металлообрабатывающих производствах.

Наиболее динамично и углубленно шел процесс технического развития на монетных дворах, что обуславливалось чисто государственной функцией денег и их огромной ролью в общественно-экономической жизни любого государства. Поэтому все последние технические изобретения, касающиеся металлообработки, в том числе обработки металлов давлением, быстро становились достоянием монетных дворов. К числу новых видов оборудования относятся прокатные станы, обеспечивающие прокатываемой заготовке гладкую поверхность, равномерную толщину листа или полосы, строго определенные по всей длине геометрические размеры изделия. Именно этим объяснялось внимание к прокатным станам (вальцам), которые начали внедряться на некоторых европейских монетных дворах. Столь же успешным было широкое использование в монетном производстве винтовых чеканочных прессов, позволивших начать механическую чеканку монеты.

Следует подчеркнуть, что при изготовлении рабочих инструментов для пластического формоизменения металлов использовались различные виды материалов, в том числе: высокоуглеродистые литые стали; специальные композиционные металлические материалы, состоящие из слоя высокоуглеродистой литой стали и слоя (основного) сварочного железа, прочно соединенные друг с другом в горячем состоянии ковкой; обычные малоуглеродистые стали (сварочное железо), упрочненные цементацией.

2.2. Техника прокатного производства

Прокатка металлов принадлежит к крупнейшим техническим достижениям рассматриваемого периода. Сущность способа прокатки состоит в обжатии металла между вращающимися валками, придающими изделию требуемую форму и размеры.

Появление прокатки не было случайным, а обуславливалось потребностью производства в равномерных по толщине металлических листах.

До XVI в. единственным доступным способом получения листов была свободная ковка, которую применяли в листовом деле еще античные и особенно средневековые кузнецы. Однако достигнуть ковкой строго определенной толщины листа по всей его площади было нелегко. Эту серьезную техническую проблему удалось успешно разрешить применением прокатного стана с плоскими валками.

Наиболее ранний документ, связанный с историей прокатки металлов, относится к 1495 г. и принадлежит Леонардо да Винчи. Ученый оставил изображение ручного прокатного стана с плоскими валками с кратким к нему пояснением. Согласно рисунку, в прокатном стане Леонардо да Винчи приводным являлся один нижний валок, на оси которого было насажено червячное колесо. Передача движения прокатному валку производилась через червячную пару массивной рукояткой.

Уже в первой половине XVI в. обозначилась специализация прокатных станов по виду изготавливаемой продукции. Наряду со станами, оснащенными гладкими валками, появились станы с калиброванными валками. Соответственно первые станы предназначались для прокатки широких полос и листов, а вторые — для прокатки различных профилей. По мере развития прокатных станов непрерывно расширялись и области их практического применения. Большое значение в распространении прокатных станов в производстве имел перевод их с ручного привода на гидравлический.

В XVI—XVII вв. прокатные станы распространяются на монетных дворах. В первое время преимущественно применялись прокатные станы с ручным приводом. Постепенно происходят сдвиги в сторону механизации техники прокатки. Для привода используется мускульная сила животных и гидравлический двигатель. Во Франции королевским эдиктом от 27 января 1550 г. разрешается применять на монетных дворах прокатные станы, приводимые в действие конной силой. Подобная система привода была применена, в частности, в Париже на монетном дворе в Лувре. К 1561 г. относятся попытки введения вододействующих прокатных станов в Англии.

Однако лишь только в первой половине XVII в. этот вопрос получил практическое разрешение в английском монетном производстве.

Ответственной частью плющильного стана являлись рабочие валки. В.И. Геннин отмечал, что прокатные валки надлежит делать из железа, наваривая на них уклад, после чего их надо обтачивать равно и гладко для того: ежели они будут не равной толстоты, то железо от того плющится косо и негодно. А в Германии видно есть, что такие валики льются из чугуна, однако, оные не так надежны, как кованые" [14]. Каждый из станов мог служить и плющильным и прорезным. Достаточно было заменить плоские валки валками дисковыми, как прокатный стан превращался в прорезной. Эта любопытная особенность взаимозаменяемости рабочих органов станов свидетельствует о тщательно продуманной системе конструирования машин и их рациональном применении в производстве. Плющильные и прорезные станы изготовлялись собственными силами.

В XVII в. прокатка свинцовых листов уже достигает значительных масштабов. В Англии, например, существовали предприятия, оснащенные крупными прокатными станами для прокатки свинца. Они приводились в действие с помощью гидравлических двигателей или конной силой.

Стан состоит из двух прокатных валков, выполненных из литого железа, диаметром около 300 мм и длиной более 1,5 м, весом 1270 кг. Стан снабжен механизмом для изменения направления вращения валков, состоящим из системы шестерен. Введение реверса валков значительно облегчило работу на стане, так как отпала необходимость поворачивать лошадей для вращения валков в обратном направлении. Кроме того, с введением реверсного механизма уже не требовалось переносить тяжелые свинцовые плиты весом до 1100 кг на противоположную сторону стана для повторной прокатки. Реверс позволил вновь прокатывать эту же полосу, задавая ее в валки с противоположной стороны стана. Для перемещения прокатываемого металла к валкам, на стане были предусмотрены деревянные ролики, представляющие собой прообраз современного рольганга, широко

применяемого в прокатном производстве. Отлитая свинцовая заготовка поднималась на ролики специальным поворотным краном. Для обслуживания стана при заводе постоянно держали 6 лошадей, а для его обслуживания требовалось шесть рабочих.

Именно в этот исторический период, характеризующийся общим промышленным развитием стран Западной, Центральной и Восточной Европы, были выдвинуты оригинальные проекты преобразования техники прокатки металлов, намного опередившие время. К ним относится, например, идея процесса непрерывной прокатки. Ее автором был мастер Нижнетагильского завода Е. Г. Кузнецов, предложивший в 1775 г. проект стана для непрерывной прокатки железных полос [11, 25]. К 1798 г. относится заявка английского металлурга У. Хезлидайна на устройство непрерывного прокатного стана [1, с. 63]. Однако ни первое, ни второе изобретения не были реализованы на практике. Это стало достоянием металлургов и конструкторов следующего, XIX столетия, воплотивших идею непрерывной прокатки металлов в производстве.

2.3. Совершенствование техники волочильного производства на основе вододействующего привода

Обработка металлов волочением была одним из трудоемких производств, к механизации которого на основе вододействующего привода обратились средневековые металлурги и создатели новых машин.

Применение гидравлического двигателя для волочения металлов датируется первой половиной XIV в. и связывается с именем Рудольфа (Германия). Изобретение заключалось в передаче энергии воды посредством гидравлического колеса на рычажно-клещевой механизм волочильного устройства через систему массивных кулаков, насаженных на деревянном валу. При вращении вала кулаки нажимали на конец рычага, к которому прикреплялись клещи. За время от начала соприкосновения кулака с рычагом и до схода с рычага этого кулака происходило волочение проволоки, а пока

следующий кулак не входил в соприкосновение с рычагом, надо было разжать клещи (вручную), подвести их к волоочильной доске и опять захватить ими проволоку.

Более подробные сведения о волочении проволоки на рычажно-клещевых вододействующих станах относятся к XVII—XVIII вв. — периоду их массового распространения в проволочном производстве большинства европейских стран — Германии, Франции, Англии, России, Швеции и др.

Большое значение имело изобретение автоматического захвата проволоки при волочении. Рычажно-клещевой вододействующий стан с автоматическим захватом проволоки изобразил в 1698 г. Вейгел (Германия). Захват осуществлялся при помощи пружины, соединенной с рычагом, приводящим в движение волоочильные клещи [5]. Этот способ самозахвата проволоки посредством пружины и наклонного стола практиковался на предприятиях Западной Европы и в течение XVIII в. На русских проволочных фабриках применялась почти такая же система самозахвата проволоки, в частности на построенной в 1724 г. проволочной фабрике Екатеринбургского завода.

На развитие волоочильных станов большое влияние оказала соответствующая мануфактурному способу производства организация труда, основанная на пооперационном разделении основных процессов. В зависимости от передаваемой нагрузки станы конструировали большей или меньшей мощности. При этом длину рабочего хода клещей обычно увеличивали с уменьшением диаметра протягиваемой проволоки.

Вододействующее волоочильное устройство с качающимся сиденьем представляет собой усовершенствованный вариант применявшегося в древности простейшего аналогичного приспособления, которому придан гидравлический двигатель, позволивший заменить ручной труд энергией водяного колеса. Такие устройства применялись в Италии для волочения толстой железной проволоки. По описанию В. Бирингуччо устройство состоит из волоочильной доски, укрепленной между двумя забитыми в землю

деревянными опорами, гидравлического колеса и соединенного с ним коленчатого вала, подвешенного на железных стержнях сиденья и приямка под ним глубиной "по колено". К кривошипу вала привязан ремень, соединенный свободным концом с железной полосой (тягой). На другом конце полосы крепилось кольцо, тянувшее клещи.

Несмотря на появление и развитие вододействующих волочильных станков в этот период сохранилось и ручное волочение проволоки при помощи различных приспособлений и устройств.

Волочильная скамья применялась вплоть до конца XVIII в. и даже позже, в мелких мастерских, она служила основным оборудованием для волочения толстых и средних сортов проволоки. Воротовые клещи широко применялись в XVIII в. и в последующий период в ремесленном и фабричном производствах большинства стран Европы. В 1805 г. воротовым клещам уделено значительное внимание в статье академика Я.Захарова, посвященной технике волочения проволоки из благородных металлов [4].

В рассматриваемый период большое внимание уделялось совершенствованию волочения с приемом проволоки на катушку и барабан. Для привода широко использовался ручной труд. Лишь в конце XVII в. были созданы первые вододействующие волочильные станы барабанного типа.

Волочение на катушку практиковалось на протяжении XV—XVIII вв. и позже во многих странах для производства тонкой проволоки. Одной из разновидностей было волочильное устройство, получившее на русских золотоканительных фабриках название "круг". В отличие от катушки круг имеет больший диаметр и напоминает "некоторый род колеса из дерева выточенного". На верхней плоскости круга есть отверстия для рукоятки, расположенные на различных расстояниях от центра, — Для изменения радиуса вращения. При волочении более толстой проволоки, требующей большого усилия волочения, рукоятку вставляют в дальнее от оси отверстие, чем достигается выигрыш в силе. Верхний конец рукоятки свободно движется в гнезде бруса, укрепленного на потолке.

В производстве применялись станки с вертикальной и горизонтальной осью вращения барабана. Станки с вертикальным барабаном использовались преимущественно в тонком, а с горизонтальным барабаном — в толстом волочении.

Существенный сдвиг в развитии волочильного производства наступил в 70-х годах XVII в., когда применявшаяся для привода волочильных барабанов мускульная сила человека была заменена энергией гидравлического колеса. С этого времени вододействующие волочильные барабаны стали быстро распространяться на железопроволочных фабриках [3].

Вододействующий волочильный барабанный стан состоял из тягового, или приемного, конического барабана, установленного на вертикальном валу и приводимого в движение парой зубчатых колес (деревянных или металлических). На станине помещалась отдаточная вращающаяся фигурка и волокодержатель с волокой. Пуск приемного барабана осуществлялся соединенным с ним рычагом. В зависимости от действия рычага барабан мог подниматься или опускаться и, соответственно, входить или выходить из зацепления с валом.

Передовая практика волочильного дела первой половины XVIII в. допускала протяжку на вододействующих барабанах проволочной заготовки диаметром 2,0—2,5 мм. Барабаны применялись исключительно для производства тонкой проволоки с конечным диаметром до 0,22 мм. Производительность волочильных барабанов была небольшой. Дневная выработка тонкой железной проволоки (№ 6) на Екатеринбургской фабрике составляла 0,6 кг [16].

3. Техника обработки металлов давлением в период становления машинно-фабричного производства (конец XVIII - 70-е годы XIX вв.)

В результате промышленной революции конца XVIII - начала XIX вв. начался процесс перехода от мануфактуры к капиталистическому машинно-фабричному производству, характеризующемуся распространением в производстве рабочих машин и универсального парового двигателя. Началось техническое перевооружение машиностроения, позволившее производить машины машинами. Машиностроение, оснащенное разнообразными рабочими машинами и опирающееся на паровую энергетику, дало возможность создавать самое разнообразное оборудование для всех отраслей промышленности [22].

Прогресс в металлургии способствовал развитию производств, основанных на использовании процессов обработки металлов давлением —ковки, штамповки, прессования, прокатки, волочения и чеканки. Для машиностроения требовались полуфабрикаты и изделия, изготовление которых было возможно лишь с применением ковочных молотов, прессов, прокатных станов и другого оборудования для обработки металлов давлением.

Столь впечатляющие достижения машиностроения основывались также на качественных изменениях в энергетике, на огромных возможностях, которые открыл универсальный паровой двигатель для создания мощных машин для обработки металлов, организации крупных металлургических и металлообрабатывающих предприятий.

К выдающимся достижениям в области обработки металлов давлением относится создание в рассматриваемый период мощного кузнечно-прессового оборудования. Необходимо в первую очередь отметить паровой молот, построенный в 1842 г. английским машиностроителем и изобретателем Дж. Несмитом. Паровой молот дал возможность производить крупные поковки для различных машин и аппаратов, которые ранее

изготовить с помощью даже самых крупных вододействующих молотов было нельзя.

Ко второй половине XIX в. относится распространение на машиностроительных заводах нового вида оборудования для обработки металлов — гидравлических ковочных прессов, значительно расширивших возможности металлургической технологии. В 1851 г. на Лондонской всемирной выставке экспонировался 4-цилиндровый пресс усилием 2500 т, предназначенный для штамповки небольших деталей. В 1859-1861 гг. Дж. Газвелл построил и установил в железнодорожных мастерских Вены свой первый пресс для штамповки паровозных деталей: поршней, крейцкопф, рессор, хомутов, кривошипов и др. Один из этих гидравлических прессов экспонировался в 1862 г. на Всемирной выставке в Лондоне [21].

Важное преимущество гидравлических прессов перед мощными паровыми молотами — отсутствие сильных ударов, сотрясающих почву и окрестности цехов и заводов. Прессы, свободные от этих недостатков, в ряде случаев постепенно вытеснили из производства паровые молоты, особенно большой мощности. Начиная с 60-х годов XIX в. появляются крупные гидравлические прессы дляковки стали, способные обрабатывать многотонные слитки для изготовления стволов орудий. К концу XVIII - началу XIX в. под влиянием общего развития машиностроения, паровой энергетики и металлургии создавались благоприятные условия для прогресса прокатного производства. В это время прокатка металлов утвердилась как самостоятельный процесс металлургического производства. Выделялись несколько основных групп прокатных станков, отличающиеся их функциональным назначением в производстве: обжимные, листовые и сортовые.

Прокатное производство становится крупнейшим производителем различных полуфабрикатов и изделий для машиностроения, кораблестроения и железнодорожного транспорта. Прокатные заводы поставляют для обшивки военных судов броневые плиты. Наиболее крупные из них имели

толщину 500 мм, длину 8 м и ширину 3 м. С развитием прокатного производства неразрывно связан прогресс в области железнодорожного транспорта. Производство рельсов занимало большой удельный вес в системе металлургических предприятий большинства промышленно развитых стран Европы и США.

Производство катаных железных рельсов начинается с 20-х годов XIX в. с появлением паровоза. С началом железнодорожного строительства повысились требования к качеству рельсов. В 1820 г. рельсы выпускались из сварочного железа длиной 4,57 — 5,48 м. Систематическая прокатка рельсов из сварочного железа началась лишь после создания специальных прокатных станов с профильными валками. Для этой цели вначале применяли двухвалковые станы. Первый рельс из литой бессемеровской стали был прокатан в 1857 г. в Далласе (США).

Под влиянием промышленного подъема создались благоприятные условия для развития техники волочильного производства. Многократно возрастает потребность в проволоке и проволочных изделиях, волоченых прутках, полосах, профилях и трубках из железа, стали и цветных металлов. Проволока широко используется в текстильной промышленности, предъявившей большой спрос на чесальные кадры. Другими важными потребителями проволоки стала горная и строительная техника, где в течение первой половины XIX в. нашли широкое применение проволочные канаты и тросы. Первые проволочные канаты предназначались для шахтных подъемных машин. Проволочные канаты стали незаменимы при строительстве висячих мостов, в морском деле, на заводах, для передачи механической энергии на расстояние (канатные передачи). Стальная проволока также широко употреблялась для изготовления иглолок, булавок, пружин, железная — для выделки гвоздей, винтов, болтов, цепей, колючей проволоки и многих других изделий.

Крупнейшим потребителем железной проволоки во второй половине XIX в. стал электрический телеграф. Большой спрос на телеграфную

проволоку стимулировал развитие технологии ее производства. Важное значение имела разработка способов получения длинномерной проволоки. Эту задачу успешно разрешил в 60-х годах один из английских заводов.

Бурное развитие в первых десятилетиях XIX в. паровой энергетики наложило свой отпечаток на структуру и динамику развития волочильного производства. К традиционным видам продукции прибавились новые, непосредственно связанные с развитием паровой техники. К их числу относятся дымогарные, конденсаторные и другие трубы, получившие широкое практическое применение уже в первой половине XIX в. Вначале - использовались паяные медные и латунные трубы, изготовлявшиеся из листового металла. Такие трубы не выдерживали больших давлений пара, сдерживая дальнейшее развитие паровой энергетики. Лишь после разработки в 30-х годах XIX в. новой технологии получения цельнометаллических труб методом волочения, была решена одна из важных проблем, связанных с дальнейшим усовершенствованием конструкций паровых машин и повышением их надежности и эффективности [19].

Общий промышленный подъем, характерный для развивающегося машинно-фабричного производства оказал влияние на качественное обновление техники чеканки металлов и связанных с ней основных технологических процессов. Монетно-чеканочное производство по ряду научно-технических разработок и применению новых машин и процессов обработки металлов находилось в числе наиболее передовых в техническом отношении отраслей металлообрабатывающей промышленности [22].

4. Техника обработки металлов давлением в условиях перехода производства к непрерывным процессам и автоматизированным системам (70-е годы XIX — вторая половина XX в.)

Развитие металлургии и обработки давлением в рассматриваемый период характеризовалось все более усиливающимся воздействием на производство достижений науки. Фундаментальное значение имели выдающиеся работы металлурга Д.К. Чернова, заложившего основы современного металловедения и термической обработки стали [23].

По мере развития металлургии и машиностроения непрерывно возрастало и возрастает значение в производстве процессов обработки металлов давлением. Большая часть выплавляемых металлов и сплавов используется в технике в деформированном состоянии. Так, в черной металлургии уже в 70—80-х годах XIX в. около 50—60% производимой стали перерабатывалось на прокатных заводах в листы, профили, трубы, полосы и другие полуфабрикаты, и изделия. В настоящее время доля катаной стали в развитых странах мира уже достигает 80—87%. Предполагают, что в последующие годы это соотношение будет возрастать [24].

С ростом серийного и массового производства в машиностроении и других отраслях возросла роль кузнечно-штамповочного производства. Напомним, что процессы обработки давлением широко применяются для изготовления особо ответственных деталей машин и механизмов. Так, в конструкциях самолетов около 90% деталей кованые, штампованные и прессованные. Современное автомобилестроение потребляет до 85—90% штампованных полуфабрикатов и изделий. В тепловозах доля кованых и листовых штампованных деталей составляет более 60%. В авиационной промышленности 40% титановых сплавов используются в различных областях новой техники и промышленности в виде поковок и штамповок [15].

Широкое развитие техники обработки металлов давлением — следствие высокой ее производительности и экономичности в расходовании

металла на единицу готовой продукции. По мере создания крупных технических сооружений и машин происходит качественное обновление оборудования для обработки металлов давлением, повышаются его мощности, производительность, создаются автоматизированные и комплексно-механизированные производства, оснащенные электронно-вычислительными системами управления производственными процессами.

Научно-технический прогресс в области обработки металлов давлением неразрывно связан с фундаментальными исследованиями в области теории пластической деформации, у истоков которой стояли многие зарубежные и отечественные ученые и специалисты. Кроме Д. К. Чернова, открывшего впервые в 60-х годах XIX в. линии скольжения в пластически деформируемом металле, аналогичные наблюдения независимо от Д. К. Чернова описал Л. Людерс. В 1867 г. Х. Треска показал, что при переходе металла: в пластическое состояние необходимо, чтобы независимо от схемы напряженного состояния максимальное касательное напряжение, равное полуразности двух главных нормальных напряжений, достигло некоторой критической величины. В 1868 г. он сделал первую попытку применить, для исследования напряженно-деформированного состояния уравнение, О. Коши. Основное положение, высказанное Х. Треска, подтвердил в 1871 г. Б. Сен-Венан. Он также использовал в исследованиях уравнение О. Коши и показал, что для перехода металла в пластическое состояние необходимо, чтобы максимальное касательное напряжение достигло значения, равного пределу текучести металла на растяжение. Среди зарубежных исследователей, внесших весомый вклад в теорию обработки металлов давлением, необходимо особо отметить Г. Закса, Э. Зибеля, А. Надаи, П. Бриджмена.

Таким образом, уже в конце XIX в. были сформулированы основные положения пластической деформации и создан основной математический аппарат, используемый для решения практических задач в наше время.

Среди отечественных ученых проблемой пластичности и обработкой металлов давлением занимался профессор А. П. Гавриленко. Изданный им в 1897 г. фундаментальный труд "Механическая технология металлов" оказал значительное влияние на развитие теоретических основ пластической деформации металлов.

5. Новые методы обработки металлов

Технология изготовления штампов и пресс-форм является частью общей технологии машиностроения. Развитие и формирование технологии их изготовления зависит от технологии обработки металлов давлением, технологии прессования пластмасс и общей технологии машиностроения. Для изготовления современных сложных штампов и пресс-форм применяют новые методы обработки металлов. Необходимость повышения стойкости штампов и пресс-форм привела к применению твердосплавных рабочих деталей в их конструкциях и т. д. Появление таких прогрессивных методов, как холодное выдавливание глухих полостей, профильное шлифование, электрофизические и электрохимические методы обработки, и наряду с этим широкое использование в промышленности новых полимерных и других неметаллических материалов в качестве конструкционных позволили создать одну из технически передовых отраслей машиностроения — отрасль производства штампов и пресс-форм и обеспечить выполнение высоких требований к продукции этой отрасли.

С развитием новых методов обработки металлов давлением потребовалось специальное оборудование, конструкция которого обеспечивала бы выполнение той или иной операции. Появились штамповочные молоты, штамповочные механические и гидравлические прессы, прессы для выдавливания, ротационные кузнечнопрессовые машины и др.

Сверхпластическая деформация относится к одному из весьма перспективных методов обработки металлов давлением. Во многих случаях этот метод значительно экономичнее обычных методов деформации. Кроме того, он создает качественно новые возможности для улучшения свойств и деформируемости материалов. Впервые сверхпластическая деформация рассматривается не только как возможность формообразования с большими деформациями при малых внешних усилиях, но и как новый вид обработки, приводящий к повышению эксплуатационных свойств сплавов.

Центральной задачей научно-технического прогресса, осуществляемого в нашей стране, является всемерная интенсификация общественного производства. Одно из главных направлений в решении этой задачи — создание систем высокопроизводительных машин и приборов, повышение их технического уровня.

В связи с этим процессы формообразования деталей резанием должны постоянно сокращаться как не обеспечивающие высокую производительность, экономное расходование металла и получение изделий высокого качества. Поиски новых технологических процессов в основном проводятся в направлении использования методов обработки металла давлением как для предварительного.

Во всех отраслях машиностроения повысить эффективность использования металла за счет применения при проектировании новых видов машин, механизмов и оборудования прогрессивных решений, более экономичных профилей проката черных металлов и других конструкционных материалов, совершенствования методов обработки металла.

Развитие передовых методов обработки металлов привело к созданию новых мощных конструкций станков, а также к оснащению существующего парка станков специальными быстродействующими установочными и зажимными приспособлениями для механизации вспомогательных работ.

Предусмотрено создание и освоение новых, наиболее экономичных материалов, в том числе полимерных и особо чистых, внедрение в производство новейших методов упрочнения металлов и других машиностроительных материалов для уменьшения металлоемкости и габаритов машин и конструкций при повышении их надежности и долговечности. Для успешного решения многих практических вопросов, связанных с научно-техническим прогрессом в различных областях техники, нередко необходимы сведения о современных прогрессивных способах производства и обработки металлов, новых металлических и

неметаллических материалах, их свойствах и рациональных областях применения.

Заключение

Использование новых методов обработки металлов и сплавов со специальными свойствами и широкое применение синтетических материалов в машиностроении органических и элементоорганических полимеров, керамики и стекла, потребует от машиностроителей большой творческой работы и научных исследований.

В последнее время резко возросла роль расчетов в проектировании технологических процессов. В связи с быстрым развитием техники, появлением новых методов обработки металлов технологи уже не располагают временем для накопления данных практики. Реализация проектируемых процессов в лабораторных условиях оказывается подчас весьма дорогостоящей, тем более, когда она не подкреплена соответствующими расчетами. В связи с автоматизацией технологических процессов остро встала проблема их оптимизации. Поэтому от технолога, проектирующего процесс, который связан с пластическим деформированием металла, часто требуется не только расчетная оценка энергосиловых параметров, знание которых необходимо для подбора и расчета на прочность и жесткость технологического оборудования, но и оценка деформируемости металла, устойчивости его пластического деформирования. Важное значение придается вопросам технологической наследственности остаточные напряжения, механические свойства материала, точность изделия в значительной мере определяют его качество.

Применение более совершенных инструментов не просто ограничивается повышением режимов резания. Оно часто приводит к возникновению новых методов обработки металлов и появлению более совершенных станков.

В машиностроении возникли также новые методы обработки металлов электроискровой, анодно-механический, химико-механический, электрохимический и ультразвуковой, где съем определенного припуска

металла происходит под непосредственным воздействием электрической энергии.

Список используемой литературы

1. A History of Technology. Vol V. Oxford, 1958.
2. Biringuccio V. The pirotechnia of V. Birinduccio. N.-Y.: 1943.
3. Class W. Vom draht und den Altenaer drahtrollen. – Beitrage zur Geschichte der technik und Industrie, 1931 – 1932, Bd. 21, S. 133 – 142.
4. Döhner O. H. Die Entwicklung der Mechanisierung bei der Herstellung von Eisen und Stahldrähten. – Beitrage zur Geschichte der Technik und Industrie, Berlin, 1924, Bd. 4, S. 193.
5. Feldhaus F. M. Die Technik der vorzeit, der Geschichtchen zeit und der Naturvölker. Leipzig und Berlin, 1914, S, 199.
6. Fontenay E. Les nouvelles fouilles d' Abydos, 1895-96, Paris, 1899. Taf. 8.
7. Möller G. Die Metallkunst der olten Adypter. Berlin, 1925.
8. Morral F. R. A Chronology of wire and wire products. – Wire and wire products, 1945, vol. 20, N11.
9. Schäfer H. Agyptische Goldschmied – learbeiten. Berlin, 1910.
10. Technik des Kunstandwerks im Zehnten jahrhundert. Des Theophilus Presbyter Diversarum Artium Schedula. Berlin, 1933.
11. Баташов Н.С., Гагарин Е.И. // Кузнецов Е. Г. – выдающийся мастер XVIII века. М.: Машгиз, 1953. 96 с.
12. Бек Т. Очерки по истории машиностроения, Том I. Пер. с нем. М.; Л.: Гос. технико-теоретическое изд-во, 1933. 300 с.
13. Бекасова Л. М. Развитие кузнечного производства. – Metallurg, 1958, № 9, с. 35-37.
14. Геннин В. Описание Уральских и Сибирских заводов. Предисловие академика М. А. Павлова. М.: Гос. изд-во «История заводов», 1937. 661 с.
15. История металлургии легких сплавов в СССР. М.: Наука: Т. 1. 1917 – 1945, 1983. 400 с.; Т. 2. 1945 – 1987, 1988. 440 с.
16. Ламан Н.К. Развитие техники волочения металлов. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 235 с.

- 17.Ледебур А. Металлургия чугуна, железа и стали. Том I, Часть общая. Спб.: Изд. Книжного магазина А. Эриксон, 1896. 347 с.
- 18.Лукас А. Материалы и ремесленные производства древнего Египта. Пер. с англ. М.: ИЛ, 1958. 747 с.
- 19.Описание машины, употребляемой для выгибки медных труб в мастерской г-на Каве. – Горный журнал, 1837, ч. 1, кн. 111, 633 с.
- 20.Покровский Ю. М. Очерки по истории металлургии. Часть I. М.; Л.: ОНТИ НКТП СССР, 1936. 198 с.
- 21.Порецкий С. В. Курс кузнечного дела. Т. 2, Машины кузнечного производства. Л.; М.: Главная ред. Лит-ры по машиностроению и металлообработке, 1935. 352 с.
- 22.Техника в ее историческом развитии. От появления ручных орудий труда до становления техники машинно-фабричного производства. М.: Наука. 1979. 412 с.
- 23.Федоров А. С. Творцы науки о металле. Изд. 2-ое. М.: Наука, 1980. 217 с.
- 24.Целиков А. И. Металлургические машины и агрегаты: настоящее и будущее. М.: Металлургия, 1979. 143 с.
- 25.Целиков А. И., Смирнов В. В. Из истории развития отечественного прокатного машиностроения. – Труды ИИЕиТ, Т. 21. История машиностроения. М.: Изд-во АН СССР, 1959, с. 3-43.

Рецензия

на реферат по истории и философии науки аспиранта кафедры
«Материаловедение и технология сварки»

Нугманова Р.Р.

на тему «Этапы развития пластической деформации при обработке металлов
трением и давлением»

Реферат представляет собой историческое исследование на актуальную тему «Этапы развития пластической деформации при обработке металлов трением и давлением». В работе рассмотрены вопросы становления технологии обработки металлов давлением, начиная с древнейших времен и заканчивая современным этапом развития автоматизированного производства.

Также автором работы проведен анализ новых методов обработки металлов. Реферат состоит из пяти частей, каждая из которых раскрывает определенный аспект в истории исследования данного вопроса. Последняя часть посвящена новым методам обработки металлов. Автор аргументировал выбор темы, раскрыл структуру реферата. При подготовке реферата автор использовал достаточно большой объем изданий, посвященных этой теме.

Оформление, структура, содержание и объем реферата соответствуют общепринятым нормам и стандартам. Работа имеет теоретическую и практическую значимость, затронутая тема автору близка так, как связана с его научной работой.

С учетом всех достоинств и недостатков работы считаю, что она достойна высокой оценки.

Научный руководитель,
д.т.н, профессор кафедры МиТС



Чуларис А.А.

Рецензия

на реферат Р.Р. Нугманова «Этапы развития пластической деформации при обработке металлов трением и давлением»
для сдачи кандидатского экзамена по истории и философии науки

Представленный на рецензию реферат подготовлен по теме, являющейся достаточно актуальной в той сфере науки и практики, которой аспирант намерен посвятить свои дальнейшие научные изыскания. В данном реферате аспирант рассматривает историю становления технологии обработки металлов способом давления, известным с древних времен. Им также проанализированы и новые методы обработки металлов.

Аспирант Р.Р. Нугманов продемонстрировал хорошее знание материала и умение грамотно, логично его излагать. Этому в значительной мере способствовал хорошо структурированный план реферата. Он состоит из введения, пяти частей, заключения и списка литературы, состоящего из 25 источников.

Тема реферата раскрыта достаточно полно и обстоятельно. В целом, содержание и оформление работы отвечает требованиям. В то же время необходимо высказать одно *замечание*: в тексте в квадратных скобках указан только номер использованного источника, но без указания страниц.

Несмотря на данное замечание, реферат аспиранта Р.Р. Нугманова заслуживает положительной оценки.

Рецензент.....  Л.Я. Подвойский, кфн, доцент