

Штамп для получения деталей с внутренним фланцем представлен на (рисунок 2, а, б). Штамп работает следующим образом. В исходном состоянии верхняя плита 1, пуансонодержатель 4, пуансон 5 и толкатель 6 находятся в верхнем поднятом состоянии. Оправка 13, закрепленная на траверсе 14, с помощью пружины 16 поднята в свое крайнее верхнее положение. После закладки мерной трубчатой заготовки 18 в матрицу 7 ползун прессы осуществляет ход, перемещая вниз верхнюю плиту 1 с закрепленными на ней пуансоном 5 и толкателями 6. Пуансон 5 делает рабочий ход и осуществляется радиальное выдавливание внутреннего фланца из трубчатой заготовки 18 в постоянный по высоте зазор между пуансоном 5 и оправкой 13. В то же время толкатели 6 опускают вниз траверсу 14, опирающуюся на пружины 16, с закрепленной на ней оправкой 13. Усилие пружин 16 должно быть больше усилия раскрытия оправки 13 и пуансона 5, чтобы исключить увеличение высоты зазора между пуансоном и оправкой при выдавливании. После обратного хода ползуна с верхней плитой 1, пуансоном 5 и толкателями 6, полученная деталь с внутренним фланцем удаляется с помощью контрпуансона 12 и толкателей 19.

Выводы

Показаны преимущества и перспективность использования процесса радиального выдавливания деталей с внутренним фланцем из трубчатой заготовки в процессах точной холодной объемной штамповки. Разработана конструкция штампов для выдавливания с рычажным и пружинным зажимами.

Литература

1. Огородников В. А. Оценка деформируемости металлов при обработке металлов давлением / В. А. Огородников – Киев: Вища школа, 1983. – 175 с.
2. Матвійчук В. А. Розробка процесів штампування порожнистих виробів методами видавлювання та обкочування / В. А. Матвійчук, В. М. Михалевич, В. О. Краєвський, Л. І. Алієва // Совершенствование процессов и оборудования обработки в металлургии и машиностроении: Тем. сб. научн. тр., Донбасская государственная машиностроительная академия, Краматорськ, 2003. – С. 359–363.
3. Алиева Л. И. Исследование силового режима процесса выдавливания внутреннего фланца методом верхней оценки / Л. И. Алиева, С. В. Мартынов, А.Д. Комирченко // Обработка материалов давлением: Сб. науч. тр. – Краматорск: ДГМА, 2012. - №3 (32) – С. 80 – 86.
4. Алиева Л. И. Исследование силового режима процесса высадки внутреннего фланца из трубной заготовки методом верхней оценки / Л. И. Алиева, С. В. Мартынов, К. В. Гончарук // Вісник Національного технічного університету «ХПІ» : Зб. наук. пр. – Харків НТУ «ХПІ», 2012. – №46 (952) - С. 7 – 13.

Ресурсосберегающая подготовка структуры и механических свойств стали 40Х для холодной объемной штамповки метизов

д.т.н. проф. Пачурин Г.В., к.т.н. доц. Филиппов А.А., Чиненков С.В.
НГТУ им. П.Е. Алексеева
8(831) 436-23-20, pachuringv@mail.ru

Анотация. Предложена технология подготовки уровня упрочнения поверхности, механических характеристик и структуры проката, используемого для холодной объемной штамповки, исключая дорогостоящие операции отжига в колпаковых печах и механическую обточку поверхностных дефектов.

Ключевые слова: горячекатаный и калиброванный прокат, волочение, степень деформации, механические характеристики, отжиг, рекристаллизационный отжиг, механическая обточка.

Введение

На современном этапе наиболее остро встают вопросы разработки ресурсосберегающих технологий получения калиброванного проката при одновременном улучшении его ка-

чества. Одно из направлений развития волочильного производства – это повышение эффективности технологических процессов путем снижения металло- и энергозатрат. Калиброванный прокат с высоким уровнем физико-механических характеристик можно получать или за счет использования новых материалов, или за счет разработки новых технологических процессов.

В связи с этим к конструкционным материалам предъявляются все более высокие требования в отношении прочностных и пластических характеристик, упрочняемости и эксплуатационной долговечности, а также специальных функциональных характеристик. Одновременно усиливается потребность в снижении трудозатрат, экономии решения все более острых экологических проблем. Главное при изготовлении крепежа - комплекс свойств, какими обладает прокат в различных условиях. Эти качества зависят от структуры и механических свойств, которые формируются во время волочения, фазовых и структурных превращений.

В рамках современных требований повышения качества калиброванного проката необходимо изыскать дополнительные резервы на всех этапах технологического передела: оптимизации структуры металла, технологии его упрочнения и способов подготовки поверхности проката перед высадкой крепежа холодной объемной штамповкой, что помимо чисто экономического эффекта позволит снизить нагрузки на формообразующий инструмент, а это даст возможность усложнить геометрию крепежа.

К технологическим свойствам калиброванного проката, подвергаемого холодной высадке, относятся его способность выдерживать без разрушения (без появления трещин и надрывов поверхности) испытание на осадку под воздействием деформируемого инструмента, имеющего плоскую поверхность.

Наилучшая способность сталей к холодной высадке практически обеспечивается в том случае, если образец выдерживает испытание на осадку до $1/3$ Н и менее. Недостатком испытания на осадку является то, что полученные результаты будут не полностью характеризовать всю партию и даже отдельный бунт контролируемого проката.

Эффективность волочильного производства ограничена рассогласованием скоростей процессов на различных его этапах. Производство проката включает в себя операции подготовки к волочению, первичной холодной деформации, промежуточной термообработки, повторной холодной деформации и заключительной термообработки. При термообработке в колпаковых печах процесс длится от 10 до 36 часов, при нагреве способом ТВЧ не более 6 мин (при медленном охлаждении в термоёмкостях до 4 часов), при патентировании скорость проволоки в агрегатах составляет от 5 до 20 м/мин.

Скорость движения проката при волочении в волоке однократного волочильного стана – до 2 м/мин, а при многократном волочении - до 7 м/мин.

В процессе разработки ресурсосберегающих технологий получения калиброванного проката достаточно важным звеном является структурный подход при подготовке сортового металлопроката, обеспечивающий функциональное управление его свойствами за счет изменения дисперсности зерна, количества и морфологии фазовых составляющих. На сегодняшний день наиболее распространенной термической операцией подготовки проката из среднеуглеродистых и легированных сталей перед холодной объемной штамповкой является отжиг на зернистый перлит в колпаковых печах. Продолжительность отжига в данных печах составляет до 36 часов.

Но даже после такой длительной термической выдержки в структуре металлопроката встречаются участки со следами пластинчатого перлита и не всегда обеспечивается равномерность свойств по всей длине мотка. К ряду метизных изделий, например для болтов моторной группы автомобилей, предъявляются повышенные требования к наличию поверхностных дефектов: глубина поверхностных дефектов, наличие обезуглероженного слоя и чистота поверхностного слоя. В действующих технологиях подготовки горячекатаный прокат подвергают пластическому упрочнению и снятию недопустимых дефектов поверхности путем дорогостоящей операцией обточкой.

Данные технологические операции приводят к значительному удорожанию метизных

изделий. Высокая стоимость упрочнённого крепежа представляется негативным технико-экономическим показателем как для метизного производства этой продукции, так и для всех сфер производства конструкции, которые используют высокопрочные метизы. Для метизного производства – это повышенное использование металла при производстве деталей. Для остальных – нерациональное завышение веса конструкций и, соответственно, ухудшение их эксплуатационных качеств. В итоге все это негативно отражается на конкурентоспособности выпускаемых метизов и металлических изделий.

Решение существующей проблемы производства калиброванного проката без отжига на структуру зернистого перлита и рекристаллизационного отжига в колпаковых печах, а также обточки поверхности проката представляет собой актуальную задачу для волочильного производства.

Одним из приоритетных направлений в решении этой задачи авторы настоящей работы видят в снижении стоимости производимого калиброванного проката за счёт рационализации структурного подхода при подготовке сортового металлопроката, обеспечивающего функциональное управление его свойствами.

Постановка задачи

Рационализацию подготовки структурно-механических свойств авторы связывают с использованием фактора степени упрочнения, положительного влияния механо-электротермической подготовки структурно-механических свойств калиброванного проката на изменение механических характеристик, микроструктуры и величины обезуглероженного слоя. Причём предполагается достижение такого же уровня механических характеристик и качество поверхности, которые регламентирует ГОСТ 10702-78 «Сталь качественная конструкционная углеродистая и легированная для холодного выдавливания и высадки».

Данное решение подкреплено накопленным опытом метизного производства, свидетельствующим о возможности при подготовке горячекатаного проката отказаться в ряде случаев от традиционного термического отжига проката в печах. Негативные проявления традиционного термического отжига в полной мере относятся к калиброванному прокату для изготовления ответственного крепежа для автомобильной промышленности. Предлагаемое техническое решение не исключает термического отжига, но он осуществляется способом индукционного нагрева, так как обеспечивает высокую стабильность поддержания температурного режима и исключает образования обезуглероженного слоя. Выявлены рациональные степени обжатия при волочении проката.

В плане исследования предлагаемого технического решения предпочтительной представляется сталь 40Х. Она имеет наибольшее распространение и зарекомендовала себя при любой степени массовости изготовления упрочняемых крепёжных изделий.

В метизных предприятиях, изготавливающих крепеж для двигателей автомобилей, применяют сталь марки 40Х. Ниже представлена действующая схема переработки из горячекатаного проката диаметром 12,0 мм на готовый размер калиброванного проката 9,65 мм.

- исходное состояние - горячекатаный прокат диаметром 12,0 мм;
- сфероидизирующий отжиг в колпаковых печах с защитной атмосферой при температуре 750°C (общее время отжига – 24 часа);
- травление металлопроката до полного удаления окалины;
- волочение проката с диаметра 12,0 мм на диаметр 11,0 мм (степень обжатия -16,0%);
- рекристаллизационный отжиг в колпаковых печах с защитной атмосферой при температуре 670°C (общее время отжига 12 часов);
- травление металлопроката до полного удаления окалины;
- волочение проката с диаметра 11,0 мм до 10,2 мм (степень обжатия 14,0 %);
- обточка калиброванного проката с диаметра 10,2 мм на диаметр 9,97 мм;
- волочение проката с диаметра 9,97 мм на диаметр 9,65 мм (степень обжатия - 6,0%);
- покрытие смазочным материалом на готовом размере калиброванного проката (9,65 мм).

Обточка калиброванного проката производится с целью удаления поверхностных дефектов и устранения обезуглероженного слоя. При обточке поверхности металлопроката, кроме наклепа, возникают и другие недопустимые дефекты поверхности. Кроме вышеназванных недостатков, при данной технологии переработки проката в стружку отправляется более 5,5% металла или с одной тонны металла в стружку уходит более 55 кг. Кроме того, дополнительно возникают проблемы с появлением обезуглероженного слоя и последующим удалением окалины с поверхности проката.

Для исключения вышеназванных недостатков авторами исследованы следующие схемы подготовки проката для изготовления ответственных болтов автомобилей. Варьировались технологические схемы подготовки проката:

Схема 1:

Травление г/к проката диаметром 12,0 мм → волочение с диаметра 12,0 мм на диаметр 11,0 мм (степень обжатия 15,9%) → отжиг ТВЧ при $t = 760^{\circ}\dots 780^{\circ}\text{C}$ → травление → волочение с диаметра 11,0 мм на диаметр 9,65 мм (степень обжатия 23%) → отжиг (нагрев токами высокой частоты - ТВЧ) при $t = 760^{\circ}\dots 780^{\circ}\text{C}$ → травление → волочение через фильер диаметром 9,65 мм (в пределах упругой деформации). Суммарное обжатие $Q_{\text{сум.}} = 38,9\%$.

Схема 2:

Отжиг горячекатаного проката ТВЧ при $t = 760^{\circ}\dots 780^{\circ}\text{C}$ диаметром 14,0 мм → травление → волочение с диаметра 14,0 мм на диаметр 12,5 мм (степень обжатия 20%) → отжиг ТВЧ при $t = 760^{\circ}\dots 780^{\circ}\text{C}$ → травление → волочение с диаметра 12,5 мм на диаметр 11,0 мм (степень обжатия 22%) → отжиг ТВЧ при $t = 760^{\circ}\dots 780^{\circ}\text{C}$ → травление → волочение с диаметра 11,0 мм на диаметр 9,65 мм (степень обжатия 23%) → отжиг ТВЧ при $t = 760^{\circ}\dots 780^{\circ}\text{C}$ → травление → волочение через фильер диаметром 9,65 мм (в пределах упругой деформации). Суммарное обжатие $Q_{\text{сум.}} = 65\%$.

Результаты

Установлено, что горячекатаный прокат имеет по длине неравномерные механические характеристики. Прочностные характеристики у образцов, взятых от внутренних и внешних концов различны: σ_b и $\sigma_{0,2}$ выше у внешних концов и ниже у внутренних концов мотка.

Это связано с более высокой скоростью охлаждения внешней стороны мотка. Микроструктура у внешних концов более мелкодисперсная, хотя составляющая её одинаковая. Пластические характеристики и твердость у внешних и внутренних концов практически одинаковые.

После отжига ТВЧ горячекатаного проката микроструктура становится менее мелкодисперсной и более равномерной по сравнению микроструктурой горячекатаного проката. Такое изменение структурного состояния приводит к снижению прочностных характеристик и твердости и повышению пластичности.

Анализ изменения структурного состояния, механических характеристик и твердости на переходах при изготовлении калиброванного проката стали 40X по вышеприведенным технологическим схемам выявил, что с увеличением количества отжигов ТВЧ при температуре $760\dots 780^{\circ}\text{C}$ после холодной пластической деформации волочением наблюдается значительное изменение микроструктурного состояния, а именно сорбитообразный перлит становится менее дисперсным, а после отжига на размере $\varnothing 11,0$ мм в структуре появляется мелкозернистый перлит.

После четвертого отжига на окончательном размере $\varnothing 9,65$ мм достигается формирование равномерной микроструктуры, состоящей из мелкозернистого и точечного перлита и равномерно распределенного феррита. Твердость проката с такой микроструктурой не превышает НВ 194. 3-х разовое волочение способствует постоянному упрочнению калиброванного проката, при этом его эллипсность на окончательном размере $\varnothing 9,65$ мм отсутствует.

Выводы

Благодаря 3-х разовому волочению с оптимальными степенями обжатия и отсутствию окалины после отжигов ТВЧ, достигается высокое качество поверхности калиброванного проката стали марки 40X, его упрочнение, а также отсутствие эллипсности на окончательном

размере.

По сравнению с прокатом, изготовленным по действующей технологии и по схеме 2, калиброванный прокат по технологической схеме 2 обладает значительно меньшим сопротивлением пластической деформации ($\sigma_{0,2} = 420$ МПа и более высокой пластичностью $\psi = 75\%$), а также более низкой твердостью – НВ 194).

Калиброванный прокат, изготовленный по технологической схеме 2, имеет более равномерную и мелкодисперсную микроструктуру, обезуглероженный слой отсутствует.

После отжига ТВЧ на поверхности калиброванного проката возникал незначительный налет окислов, который удалялся при травлении в течение нескольких секунд.

Калиброванный прокат, изготовленный по технологической схеме 2, обладает высокой способностью к холодному пластическому деформированию. Кроме того, предлагаемый технологический процесс экологически более чистый.

Разработка и исследование технологических возможностей изготовления двухслойных сферических пробок шаровых кранов из трубных заготовок способами обжима

к.т.н. проф. Агеев Н.П., Малых Ф.М., Дубицкий К.О.

БГТУ «Военмех»

8(812)2518467, 89533636086, e462@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены актуальность применения конструкций двухслойных сферических пробок шаровых кранов, а также преимущества технологий их изготовления, основанных на процессах штамповки, над традиционными способами. В ходе проведения экспериментального исследования выявлена технологическая возможность их изготовления способами обработки металла давлением из трубных заготовок, разработаны рекомендации по соотношению наружного и внутреннего слоя сферической оболочки пробки шарового крана.

Ключевые слова: шаровой кран, сферическая пробка, трубные заготовки, соотношение толщин слоев.

В настоящее время при возникновении необходимости транспортировки жидких и газообразных сред шаровые краны востребованы практически во всех отраслях производства. Благодаря совокупности качеств, выгодно отличающих этот вид запорной трубопроводной арматуры от других, шаровые краны нашли широкое применение в промышленности общего назначения, при добыче, переработке и транспортировке нефти и газа, в тепловых и атомных электростанциях, в криогенной промышленности и судостроении.

В зависимости от области применения шаровых кранов, транспортируемые среды существенно различаются между собой вязкостью и степенью загрязненности: это среды, нейтральные к материалам затвора (пар, воздух, вода), в отдельных случаях агрессивные кислоты, щелочи, горючие жидкости, а также абразивные, токсичные и ядовитые.

Причиной популярности данного вида запорной трубопроводной арматуры являются такие качества, как простота конструкции, высокая и надежная герметичность запорного узла, а также простая форма проточной части и отсутствие в ней застойных зон.

Широкое разнообразие условий эксплуатации, транспортируемых сред, требований, предъявляемых к шаровому крану, является причиной возникновения различных конструктивных исполнений этого вида запорной трубопроводной арматуры. Так, по типу присоединения стальные шаровые краны подразделяются на резьбовые, фланцевые и под приварку.

Анализируя конструкции отдельных элементов шаровых кранов, следует отметить возможность изготовления и сборки способами холодной штамповки не только сферической пробки, но и корпуса крана [1].

Запорным органом шарового крана является сферическая пробка, к которой предъявляются жесткие требования по отклонению поверхности от сферичности, твердости и шеро-