

УДК 621.7

Чухлеб В. Л.
Клюев Д. Ю.
Прокопенко И. С.
Ашкелянец А. В.

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОГНОЗИРУЕМЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПОКОВОК В УСЛОВИЯХ ОАО «АРСЕЛОРМИТТАЛ КРИВОЙ РОГ»

Свободная ковка представляет собой совокупность технологических операций, которые обеспечивают получение требуемой формы поковки в производстве носящий единичный или мелкосерийный характер. При этом многие из этих поволоков должны обладать целым комплексом показателей качества, которые непосредственно зависят от режима деформации при выполнении самого технологического процесса. Ранее в работах [1–5] была рассмотрена проблема определения зависимостей показателей качества (в частности, показателей механических свойств поковки) от режимов деформирования при выполнении основных кузнечных операций при изготовлении поволоков. Согласно имеющимся данным, приведенных в литературе, видно, что до настоящего времени нет однозначного ответа на вопросы формирования показателей прочности и пластичности в зависимости от конкретного режима формирования металла при выполнении основных кузнечных операций. Рассмотрение современного состояния развития кузнечного производства поволоков показал, что большое внимание исследователей уделяется изучению влияния технологических параметров свободнойковки на механические свойства полученной продукции. Однако в большинстве случаев эти исследования касаются заранее оговоренных параметров процесса, которые уже сложились на производстве конкретного типа поволоков. Недостатком этих работ является то, что в большинстве случаев рассматривается конкретная исходная заготовка, которая проходит стандартный набор технологических операций без их варьирования, что приводит к тому, что становится невозможным оценить влияние каждого из параметров деформации отдельно. Исходя из этого, возникает необходимость оценки влияния каждого из параметров деформирования при свободномковке на механические свойства поволоков и обеспечить возможность варьирования этих параметров с целью получения более высококачественной продукции.

Целью работы является рассмотрение возможности формирования прогнозируемых показателей механических свойств поковки в зависимости от режимов деформирования при свободнойковке и применение этих зависимостей при проектировании технологических процессовковки в условиях ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог».

Разработка технологического процессаковки изделия начинается с разработки чертежа поковки. При разработке чертежа поковки на чистовые размеры детали назначаются необходимые припуски на механическую обработку и допускаемые отклонения. Когда рассматривается технологическая возможность изготовления той или иной поковки детали, то прибегают к назначению кузнечного напуска, который упростит форму детали, а соответственно, и форму получаемой поковки. Это связано с тем, что некоторые детали имеют сложную форму, а ковкой, в большинстве случаев, возможно получение простых по форме деталей. В сложившейся практике получения готовой поковки есть устоявшиеся правила проектирования, как самой поковки, так и всего технологического процесса [6]. Эти правила довольно хорошо себя зарекомендовали на практике и являются общепризнанными. Кроме того, назначение припусков и допусков должно соответствовать стандартам. Однако в современной практике разработки технологического процесса до сих пор практически никогда не учитывается влияние режимов деформирования на качество готовой продукции.

Из-за отсутствия необходимых нормативных материалов при разработке режимаковки преимущественное внимание технологов обращено на выбор величины укува. К сожалению, не всегда разрабатываются и заносятся в карты технологических процессовковки основные параметры операцийковки: степень единичного обжатия, величина относительной подачи, угол кантовки заготовки между обжатиями, которые в совокупности определяют режимковки. Следовательно, формоизменение заготовки, обеспечивающее необходимую прокованность металла, является определяющим фактором в технологической схемековки. Влияние режимов деформирования на качество поковок инженер-технолог, обычно нивелирует назначением величины укува. Величина укува является сложным параметром, который, фактически, оценивает изменение формы в течение всего процессаковки, путем определения отношения площади поперечного сечения (длины) до и после деформации. Но величина укува непосредственно не учитывает влияния главных показателей деформации при выполнении единичных обжатий. А ведь именно интенсивность единичного обжатия, в конечном счете, и определяет интегральную характеристику, которой, по сути, и является величина укува. Не знание его составляющих свидетельствует о том, что инженер-технолог отдает все показатели качества на откуп самому кузнецу. В этом случае, хорошо, если кузнец интуитивно использует рациональную схему деформации для заданных поковок. В противном случае возможно получение брака (как в окончательном виде, так и в виде промежуточного). Назначение величины укува в большинстве случаев происходит в сторону большего значения, что связано с тем, что мы стараемся задать в передел заготовку на большую суммарную величину деформации и максимально проработать металл вне зависимости от опыта (интуиции) кузнеца. При получении промежуточного брака, мы имеем тот случай, когда свое незнание влияния режимов деформирования мы закрываем знанием термиста о назначении режимов термообработки поковки, вне зависимости от режимов деформирования. В итоге, термист назначает режимы термообработки без учета режимов деформации. А инженер-технолог, в свою очередь, не знает, как влияет режим деформации на конечные механические свойства готовой поковки. Следовательно, на современном этапе кузнец получает форму, а конечные фактические механические характеристики поковки обеспечивает термист. В то время, когда они должны вместе работать над одним и тем же – формой и качеством поковки.

Сейчас, когда к качеству поковок предъявляются все более высокие требования и большинство предприятий стремится минимизировать свои затраты на производство, актуальной становится задача оптимизации режимов деформирования при улучшении механических характеристик производимой продукции. На современном этапе развития кузнечного производства в большей степени развиваются процессы автоматизации процессовковки. Сейчас нет зависимостей, которые дали бы однозначный ответ, как влияет изменение конкретных режимов деформирования на механические свойства, т. е. каким образом надо назначать единичное обжатие (и не только) в процессе выполнения каждой из кузнечных операций для получения прогнозируемых показателей механических свойств готовой поковки. Более того, необходимо знание влияния всех режимов деформации на механические свойства поковки, как при выполнении каждой операцииковки в отдельности, так и при их комплексном выполнении. Необходимо также отслеживать изменение механических свойств поковки непосредственно после выполненияковки и после термообработки. Необходимо знать насколько значимо влияет на механические свойства режим деформации и отдельно выполненная термообработка. Для компенсации своего незнания в области взаимосвязи режимов деформирования и показателей механических свойств поковок в разрабатываемых технологических процессахковки происходит назначение величины укува на изначально высоком уровне. Знание и учет этой взаимосвязи позволит переход на назначение более низкой величины укува, что приведет к обеспечению требуемого уровня качества при одновременном снижении трудоемкости всего процесса. Это позволит снизить себестоимость выпускаемой продукции и повысить конкурентоспособность производства в целом. Также, когда появляется возможность

контроля уровня механических свойств непосредственно послековки, для некоторых типов поковок и марок стали возможен полный или частичный отказ от последующей термообработки, что также приведет к повышению конкурентоспособности готовой продукции.

Все рассмотренные выше тенденции развития кузнечного производства планируется реализовать в условиях ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог». На этом предприятии имеется кузнечный цех, на котором в основном выполняются заказы для внутренних потребностей предприятия, а также заказы на экспорт. В настоящее время кузнечный цех – современное подразделение с высоким уровнем технологии и механизации производства поковок. Главной задачей кузнечного цеха является обеспечение цехов качественной продукцией.

Кузнечный цех характеризуется единичным и мелкосерийным типом производства. В цехе основным технологическим процессом является свободная ковка на молотах с массой падающих частей от 160 до 7000 кг и массой поковок от 1,5 кг до 5 т.

В состав кузнечного цеха входят: основной производственный участок, участок по подготовке производства, участок по изготовлению штампов, механослужба. На всех этапах технологического процесса осуществляется контроль нормируемых параметров. В кузнечном цехе основными недостатками являются низкая производительность и относительно высокие энергозатраты. Эти недостатки определяются рядом факторов, среди которых низкая автоматизация производственных процессов.

Политика кузнечного цеха в области качества определяется наиболее полным удовлетворением требований цехов-потребителей и других заинтересованных сторон и направлена на обеспечение высокопроизводительной, слаженной работы подразделений цеха. В цехе определена, обеспечена и поддерживается необходимая для управления качеством инфраструктура.

Основная деятельность цеха нацелена на создание и внедрение новых технологий. Каждая идея рассматривается с точки зрения влияния на улучшение качества, увеличение производства и снижение материальных затрат. Областью для усовершенствования в вопросах технологии и качества производимой продукции является достижение показателей технологии и качества, соответствующих современным высоким требованиям. В рассмотренных технологических картах [7] изготовления поковок в условиях цеха есть описание технологического процесса, используемого оборудования, массы поковки и готового изделия, марка стали. Описание технологического процесса заключается в рассмотрении основных формоизменяющих операций, которые в конечном итоге обеспечат получение требуемой формы поковки. В зависимости от массы поковки выбирается то или иное оборудование, которое будет рационально использовать при изготовлении данной поковки. При выборе схемы процесса и определении режимов ковки должны учитываться: назначение поковки, ее конфигурация, марка металла, наличный парк оборудования, степень возможной оснащенности, механизации и автоматизации, технические условия на поставляемые поковки. Для анализа выбирались карты таких деталей, которые имеют цикличность производства, то есть периодически повторяются в заказах на изготовление. Основу технологического процесса ковки составляет: формоизменение заготовки и связанное с ним преобразование структуры металла, что позволяет получать необходимые механические свойства поковок. Подбирались такие детали, которые в последующем идут на механические испытания. Испытания проводятся по таким механическим свойствам как: предел текучести $\sigma_{0,2}$ (Н/мм²), временное сопротивление σ_b (Н/мм²), относительное удлинение δ_5 (%), относительное сужение ψ (%), ударная вязкость КСУ (кгс·м/см²), твердость НВ. Зная механические свойства исходной заготовки до деформации и величины деформации, необходимые для изменения этих характеристик до прогнозируемого уровня можно создать заданное распределение деформаций при ковке, которое обеспечит желаемые эксплуатационные характеристики поковки в заданных направлениях и участках объема металла. Резервы дальнейшего повышения качества поковок имеются,

и связаны они в первую очередь с возможностями регулирования пластического течения металла при выполненииковки. Для возможности прогнозирования получаемых характеристик показателей прочности, пластичности, вязкости и твердости целесообразным представляется разработка регрессионных зависимостей этих показателей от изменения формы заготовки при ковке. Построение таких регрессионных зависимостей позволит учесть влияние конкретного режима деформирования (единичных обжатий, величины подачи и т. д.) на получаемые показатели механических свойств поковки, а, следовательно, выполнять прогнозирование получаемых показателей прочности, пластичности и т. д. Разработка технологииковки, в которой будут учтены регрессионные зависимости, связывающие параметры пластической деформации и показатели механических свойств готовой продукции, ведет к повышению качества поковок, экономии ресурсов предприятия и снижению себестоимости выпускаемой продукции.

ВЫВОДЫ

Современное развитие кузнечного производства направлено на совершенствование существующих технологических процессовковки и разработку новых, которые обеспечивают получение не только требуемой формы поковки, но и прогнозируемых механических свойств получаемой продукции.

В условиях кузнечного цеха ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог» возможно применение современных технологийковки, которые основаны на получении поковок высокого качества за счет разработки рационального режима пластической деформации при свободной ковке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Потапов А. И. Выбор геометрии бойков и режима протяжки при изготовлении поковок валов / А. И. Потапов // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. – 2009. – № 6. – С. 19–26.
2. Железков О. С. Оценка эффективности процессов пластического формоизменения по критерию минимальной неравномерности деформации / О. С. Железков, Е. Ю. Чуйко, Ф. Ф. Гатин, С. О. Железков // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. – 2009. – № 5. – С. 31–34.
3. Онищенко А. К. Масштабные уровни пластической деформации и термомеханические параметрыковки слитков и заготовок // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. – 2009. – № 4. – С. 9–12.
4. Рааб Г. И. Влияние термомеханической обработки на структуру и коррозионные свойства углеродистых сталей / Г. И. Рааб, В. И. Семенов, Н. В. Савельева, Э. Ф. Мустафина // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. – 2008. – № 12. – С. 34–37.
5. Шелаев И. П. Совершенствование термомеханических режимовковки // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. – 2007. – № 9. – С. 31–33.
6. Охрименко Я. М. Технология кузнечно-штамповочного производства / Я. М. Охрименко. – М. : Машиностроение, 1976. – 500 с.
7. Технологическая картаковки – К. Р : ЦТЛ управ. МРК «АМКР». – 2011. – 4 с.

Чухлеб В. Л. – канд. техн. наук, доц. НМетАУ;

Клюев Д. Ю. – канд. техн. наук, доц., зав. кафедрой НМетАУ;

Прокопенко И. С. – аспирант НМетАУ;

Ашкелянец А. В. – канд. техн. наук, ассистент НМетАУ.

НМетАУ – Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепропетровск.

E-mail: ashkelianets_a@rambler.ru