

Экспериментальные исследования

ПОЛУЧЕНИЕ ЗАГОТОВОК ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СТАНДАРТНЫХ ОБРАЗЦОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УДАРНОЙ ВЯЗКОСТИ ХОЛОДНОДЕФОРМИРОВАННЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ

Т.В. СОКОЛОВА*, канд. техн. наук, доцент,
А.М. СОКОЛОВ**, канд. техн. наук, член-корр. АПК РФ,
* Российский университет дружбы народов,
117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6; Email: sokolova.rudn@gmail.com
** ОАО «НИИТавтопром», Москва; Email: asokolov88@gmail.com

Предложена простая, оригинальная методика получения холоднодеформированных заготовок из углеродистых и низколегированных сталей повышенной твердости для последующего изготовления из них образцов для испытаний на ударную вязкость. Методика позволяет существенно экономить материал для образцов и значительно сокращает расход режущего инструмента.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: конструкционная холоднодеформируемая среднеуглеродистая легированная сталь, ударная вязкость, пуансон, матрица.

Одной из основных задач металлообрабатывающих отраслей является экономия металлопроката. Одним из путей успешного решения этой важной задачи является широкое освоение прогрессивных, малоотходных технологических процессов изготовления деталей, одним из которых является метод холодной объемной штамповки металлических сплавов (ХОШ). Использование ХОШ взамен традиционных способов изготовления деталей на металлорежущем оборудовании позволяет повысить коэффициент использования металла, доводя его в отдельных случаях до 0,95. В настоящее время методами ХОШ, в основном, изготавливают детали небольшой массы несложной формы из малоуглеродистых низколегированных сталей (10, 20, 15Х, 12ХН и т.п.).

В последние годы внимание инженеров направлено на использование среднеуглеродистых сталей повышенной прочности, т.к. это позволяет обеспечить конструктивную прочность при меньших сечениях деталей и конструкций, следовательно, привести к значительной экономии металла. В этом случае использование методов ХОШ приведет к дополнительной экономии металла. Что касается строительной отрасли, то это широкая номенклатура строительного крепежа для соединения разнообразных строительных элементов, таких как болты, в том числе анкерные болты, гайки, шпильки и т.п. При выборе материала для деталей, подвергающихся в процессе эксплуатации динамическим нагрузкам, руководствуются так называемой ударной пробой. Она заключается в том, что образцы материала подвергают разрушению изгибным ударом на маятниковом копре, измеряя при этом количество энергии, затраченной на разрушение образца. Как известно, способность материала сопротивляться ударным нагрузкам характеризуется ударной вязкостью и определяется отношением работы удара W , затраченной на разрушение образца, к площади поперечного сечения S в месте разрушения (в месте концентратора):

$$KCU = W/S, \text{ Дж/мм}^2$$

Чем выше ударная вязкость, тем лучше материал сопротивляется динамическим нагрузкам, т.е. ударная вязкость в значительной степени характеризует надежность материала. При низких температурах, близких к порогу хладноломкости, ударная вязкость резко снижается (в 2-4 раза). Поэтому для материалов, работающих при низких температурах (в строительстве - это районы се-

верных широт) необходимо также исследовать влияние температуры на ударную вязкость. Но испытания даже при комнатной температуре косвенно характеризуют работу материала и при низких температурах. Кроме того, испытания на ударную вязкость позволяют обнаружить пороки металла, которые являются скрытыми при статических механических испытаниях: закалочные трещины, рыхлость, усадочные трещины, а в случае изготовления изделий методами объемной холодной штамповки оценить влияние степени деформации и остаточной поврежденности стали [2]. Испытание металлов на ударную вязкость – один из основных способов, определяющих надежность материала в процессе его эксплуатации.

Изготовление образцов для исследования ударной вязкости из холоднодеформированных сталей с повышенным содержанием углерода и легирующих элементов связано с определенными трудностями. Холодная деформация со степенями выше 30% сопровождается значительным упрочнением с значениями твердости более 30 HRC[1]. Для изготовления образцов из стали с такой твердостью используют фрезы, изготовленные из твердых сплавов, которые отличаются высокой стоимостью. (Твердые сплавы, такие, например, как ВК3, ВК6, являются композиционными материалами на основе кобальта и карбида вольфрама WC в качестве наполнителя. Вольфрам – очень дорогой и дефицитный металл. Несмотря на использование малых скоростей резания, расход инструмента является существенным.)

В связи с выше сказанным был разработан новый способ деформирования заготовок, отличающийся тем, что с целью повышения производительности и экономичности последующего изготовления образцов за счет увеличения скорости резания при одновременном снижении расхода инструмента, деформации подвергают лишь центральную зону заготовки, размер которой после деформирования обеспечивает получение достоверных значений ударной вязкости в зависимости от степени деформации.

Предлагаемая методика получения холоднодеформируемой заготовки для последующего изготовления ударного образца, может быть проиллюстрирована схемой на рис. 1, на которой показано расположение заготовки между матрицей и пуансоном до деформации (а) и после деформации (б).

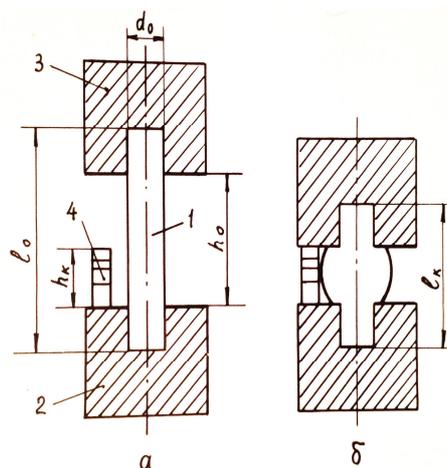


Рис. 1. Схема деформирования заготовок для изготовления ударных образцов

Из этой заготовки вырезают (фрезерованием) образец для определения ударной вязкости стали в зависимости от степени предшествующей деформации.

Цилиндрическую заготовку 1 диаметром d_0 и длиной l_0 помещают между матрицей 2 и пуансоном 3 таким образом, что концы заготовки жестко фиксированы в равных по высоте гнёздах пресса. В пространство между матрицей и пуансоном вводят набор упорных пластин 4. Затем ходом ползуна пресса вниз до контакта поверхности пуансона с набором пластин производят осадку заготовки. После завершения осадки ходом ползуна вверх освобождают верхний конец заготовки из гнезда пуансона и извлекают заготовку из гнезда матрицы. Таким образом, получают заготовку длиной l_k бочкообразной формы в центральной ее части с упрочненной зоной h_k . Из этой заготовки вырезают (фрезерованием) образец для определения ударной вязкости стали в зависимости от степени предшествующей деформации.

Исходный диаметр заготовки d_0 равен диагонали стандартного образца для испытаний на ударный изгиб с припуском на последующую обработку. Исходную длину заготовки l_0 рассчитывают из условия сохранения объема заготовки до и после деформирования по формуле:

$$l_0 = l_k + qh_0,$$

где l_0 – начальная длина заготовки; l_k – длина заготовки после осадки, равная длине ударного образца; h_0 – расстояние между матрицей и пуансоном перед началом деформирования; q – степень деформации.

Высота упрочненной зоны h_k , равная толщине набора упорных пластин, определяется в зависимости от степени деформации из соотношения:

$$h_k = h_0 (1 - q)$$

Экспериментально установлено, что при деформировании заготовок с относительным обжатием 30 - 80% устойчивое формообразование в упрочненной зоне и получение конечной ее высоты h_k , обеспечивающей достоверность результатов при испытании образцов на ударный изгиб, наблюдается при соблюдении условия $h_0 / d_0 = 2,5$. При значении отношения $h_0 / d_0 > 2,5$ заготовка теряет устойчивость, это приводит к зигзагообразному искривлению деформируемой зоны, нарушению однородности деформации по высоте упрочненной зоны и невозможности изготовления ударного образца. Если $h_0 / d_0 < 2,5$, то конечная высота h_k при относительном обжатии $> 70\%$ настолько мала, что на результаты ударных испытаний начинает оказывать влияние близость неупрочненных концов образца. При этом значение ударной вязкости оказывается завышенным.

Из этой заготовки фрезерованием вырезают стандартный образец для испытаний на ударную вязкость КСУ размером $55 \times 10 \times 10$ мм с надрезом Менаже (ГОСТ 9454-78, тип 1). Надрез выполняют строго в центре упрочненной зоны.

Выбор осадки в качестве способа деформирования помимо простоты ее практической реализации продиктован тем, что интенсивность распределения деформации по сечению заготовки при такой схеме деформирования увеличивается от поверхности к центру. В центральных областях заготовки деформация отличается однородностью, что позволяет исследовать ее истинное влияние на ударную вязкость. При других способах объемного деформирования стали (выдавливание, прессование и т.п.) интенсивность деформации от поверхности к центру заготовки убывает. Поэтому при последующих операциях фрезерования заготовки при изготовлении ударных образцов наиболее ее упрочненные области будут срезаны, в результате картина влияния деформации на ударную вязкость будет искажена.

Результаты исследования обрабатываемости деформированных заготовок из сталей 40Х, 45, 20ХН3А показали, что разработанный способ позволяет за счет уменьшения в 2 – 7 раз площади упрочненной поверхности заготовок сократить время последующего изготовления образцов в 3,5 – 4 раза, при этом расход твердосплавных концевых фрез на обработку партии из 200 образцов снизился примерно в 7 раз.

Способ защищен авторским свидетельством [3] и внедрен на ряде предприятий. Использование изобретения позволило за счет уменьшения в 2-7 раз площади упрочненной зоны сократить время последующей обработки партии образцов в 4 раза; при этом расход инструмента (твердосплавных концов фрез) на обработку партии из 200 образцов снизился в 7 раз. Коэффициент использования металла возрос с 0,25 до 0,40 - 0,50.

Л и т е р а т у р а

1. Кроха В.А. Упрочнение металлов при холодной пластической деформации. – Справочник. – М.: «Машиностроение», 1980. – 191 с.

2. Ломов С.Б., Соколова Т.В., Малькова М.Ю., Балакирев Э.В. Исследование изменения структуры стали 40Х при холодной пластической деформации в зависимости от исходной структуры и последующей циклической термической обработки// *Металлургия машиностроения*. – 2015. – № 2. – С. 21– 24.

3. Головин В.А., Соколов А.М. и др. Способ обработки заготовок для изготовления стандартных образцов для определения ударной вязкости. – А.с. 1113708 (СССР). – Бюл. № 34.

References

1. Krokha, V.A. (1980). *Uprochnenie Metallov pri Kholodnoy Plasticheskoy Deformatcii*, Moscow: Mashinostroenie, 191 p.

2. Lomov, S.B., Sokolova, T.V., Malkova, M.U., Balakirev, E.V. (2015). *Isledovanie izmeneniia structure stali 40X pri xolodnoy plastihseskoj deformatcii v zavisimosti ot ishodnoy structure i posleduuhei cirlihseskoj termihseskoj obrabotki*, *Metallurgia Mahinostroenia*, N 2, p. 21-24.

3. Golovin, V.A., Sokolov, A.M. et al. *Sposob obrabotki zagotovok dlya izgotovleniya standartnich obrazchov dlia opredeleniya udarnoy viazkosti*, *Patent 1113708 (USSR)*, Bul. N 34.

THE BLANKING OPERATION FOR MAKING STANDARD IMPACT TEST SAMPLES OF COLD-DEFORMED (HARD-WROUGHT) STRUCTURAL STEELS

Sokolova T.V.* , Sokolov A. M.**

* *Peoples' Friendship University of Russia, Moscow*

** *OAO "NIITavtoprom", Moscow*

A simple, original method of producing cold deformed (hard-wrought) structural middle carbon alloys work pieces for next producing impact test samples are proposed. This method saves the metal and can significantly to reduce a consumption of the tungsten-carbide inserts.

KEY WORDS: structural middle carbon alloys, punch, jig, impact strength test, tungsten carbide-cobalt cermet.

