

Analysis of the existing technologies for hydrodynamic stamping on press-guns has been conducted; its advantages and disadvantages have been marked. The further development of the hydrodynamic stamping as a promising impulse technology has been determined. A new method – gravitational hydrodynamic stamping has been examined, the method of calculating of the parameters for its implementation has been described. The variants of the expansion of technological capabilities of the process have been examined.

Keywords: impulse technology, hydrodynamic stamping, press-guns, energy source, calibration.

УДК. 621.7.044

Р. Г. ПУЗЫРЬ, канд. техн. наук, доц. КрНУ им. М. Остроградского, Кременчуг

ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОСЛОЙНЫХ МЕТАЛЛОВ И ОСОБЕННОСТИ ИХ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ

Показаны преимущества использования слоистых материалов при изготовлении деталей и изделий машиностроения и судостроения. Детали, применяемые из таких материалов, подвергаются различным видам нагрузок, поэтому технология изготовления каждого конкретного изделия должна учитывать условия последующей эксплуатации. Листовой биметалл, подвергаемый плоскому деформированию, как правило, обладает анизотропией, неоднородностью механических свойств, обусловленной маркой материала и технологическими режимами его получения. Описывается напряженное состояние заготовки в очаге деформации с учетом механической неоднородности.

Ключевые слова: деформация, биметалл, технология, изгиб, вытяжка.

Введение. В плакированных металлах толщина плакирующего слоя колеблется от десятых долей до нескольких миллиметров, что значительно больше, чем слой лаков, красок, смол, различных пластиков, и обеспечивает более надежную защиту от коррозии [1]. Металлический плакирующий слой физически неразделим с основой при обработке и эксплуатации материала. Используемые в машиностроении двухслойные стали, состоящие из углеродистой или низколегированной основы и высоколегированного нержавеющей покрытия, изготавливают методом горячей совместной прокатки пакета из листов основы и покрытия либо прокаткой двухслойного слитка, полученного отливкой.

Анализ последних исследований и литературы. В последнее время в судостроении находит применение сталь, плакированная титаном [1, 2]. Наиболее экономичный и простой способ плакирования – соединение листов титана с листами низколегированной стали без промежуточных прослоек. Прочность на срез биметалла сталь – титан получается при этом выше прочности биметалла углеродистая сталь – нержавеющей сталь. Технология плакирования стали титаном остается той же, что и технология сочетания других металлов, но требует более тщательной очистки соединяемых поверхностей и нагрева пакета перед прокаткой в среде аргона. Функциональные возможности данного материала зависят от способа получения деталей из него. Детали, применяемые из таких материалов, подвергаются различным видам нагрузок, поэтому технология изготовления каждого конкретного изделия должна учитывать условия последующей эксплуатации. Из двухслойных композиций в судостроении изготавливают в основном детали обшивки корпуса и другие крупногабаритные детали, которые в процессе изготовления подвергаются пластическим деформациям на валковых машинах, гидравлических прессах, листогибочных станках. Деформирование биметаллов вносит свои особенности в процесс пластической деформации.

Цель исследований, постановка проблемы. Определение напряженного состояния заготовки с неоднородными механическими характеристиками в процессе

© Р. Г. ПУЗЫРЬ, 2012

пластической деформации с целью получения деталей с нужными эксплуатационными характеристиками.

Материалы исследований. Основной операцией для придания заготовке формы готового изделия является гибка. Предельные радиусы гибки зависят от пластических свойств композиции и характера изменения ее механических свойств в процессе изгиба. При слишком малом радиусе изгиба может произойти разрушение материала, а при большом радиусе возникают только упругие деформации обоих слоев или отдельно взятого покрытия. Однако следует учитывать, что гибка деталей ответственного назначения, для которых по условиям прочности конструкций не допускается снижение механических свойств материала, должна производиться на радиусы не менее 9 толщин листа [1]. При гибке на меньшие радиусы для восстановления механических свойств детали должны подвергаться отпуску при температуре 640-660°C и охлаждению после отпуска на воздухе. В ответственных деталях без последующей термической обработки допускается уменьшать только радиусы отгибки фланцев (с учетом местного характера деформации) до двух толщин листа при толщине < 10 мм и до пяти толщин листа при < 15 мм. Уровень изменения механических свойств при холодной гибке биметаллов зависит от относительного радиуса гибки и не зависит от способа ее выполнения: в вальцах, на гидравлическом прессе или листогибочном станке типа ЛГС. При относительном радиусе > 9 мм механические свойства стали снижаются в пределах, удовлетворяющих требованиям технических условий и ГОСТу.

Результаты исследований. В основном применяются трех- и четырехвалковые листогибочные вальцы открытого и закрытого типов. В индивидуальном и мелкосерийном производстве могут применяться комбинированные гибочно-правильные вальцы, предназначенные для правки и гибки листов. На листогибочных вальцах получают листы цилиндрической и конической формы. В случае применения специальной оснастки на вальцах можно изгибать детали в сферическую, седлообразную и угловую формы.

На станке ЛГС выполняют гибку и правку деталей углового профиля, гофрирование листов с различной формой гофров, прокатку заготовок цилиндрической, конической, сферической, парусовидной, седлообразной, веерообразной и волнообразной форм. Изгиб заготовки происходит благодаря раскатке и некоторому местному утонению материала. Заготовка, зажата с определенным давлением между ведущим роликом и нажимным диском, при вращении ведущего ролика получает поступательное движение в сторону его вращения. Заготовка может раскатываться по всей плоскости в любом направлении (разворачивая ее в момент изменения направления вращения ведущего ролика). Меняя направление вращения ведущего ролика и направление раскатки заготовки, а также величину усилия нажимного диска, производят раскатку любой части поверхности заготовки, придавая ей необходимую кривизну. С этой целью ведущий ролик станка выполнен с цилиндрическим участком и двумя ручьями, один из которых (сферической формы) предназначен для раскатки листов цилиндрической и конической формы с односторонней кривизной; второй ручей (с треугольной формой сечения) служит для гибки листов угловой и коробчатой формы. Цилиндрический участок ролика используется главным образом для вытяжки средней части листа при получении сферической и парусовидной формы, а также для раскатки кромок при изготовлении деталей седлообразной формы. Таким образом, наличие на ведущем ролике гладкой цилиндрической части и двух профильных ручьев обеспечивает выполнение холодной гибки листов различной формы без применения дополнительной оснастки.

Листовой биметалл, подвергаемый плоскому деформированию, как правило, обладает анизотропией, неоднородностью механических свойств, обусловленной маркой

материала и технологическими режимами его получения.

Для учета влияния неоднородности механических свойств многослойной заготовки можно пользоваться условием текучести Мизеса - Хилла - Ольшака для анизотропного неоднородного материала [3]

$$K_{23}(x, y, z)(\sigma_y - \sigma_z)^2 + K_{31}(x, y, z)(\sigma_z - \sigma_x)^2 + K_{12}(x, y, z)(\sigma_x - \sigma_y)^2 + K_{44}(x, y, z)\tau_{yz}^2 + K_{55}(x, y, z)\tau_{zx}^2 + K_{66}(x, y, z)\tau_{xy}^2 = 1 \quad (1)$$

где $K_{i,j}$ – функции координат точек тела, характеризующие неоднородность и анизотропию; x, y, z – главные оси анизотропии; $\sigma_{i,j}$ – компоненты напряжений в главных осях анизотропии.

Принимается ассоциированный закон течения и считается [3], что функция текучести совпадает с пластическим потенциалом, устанавливается связь между скоростями деформации и напряжениями

$$\begin{aligned} \varepsilon_x &= \lambda' [K_{12}(x, y, z)(\sigma_x - \sigma_y) + K_{31}(x, y, z)(\sigma_x - \sigma_z)] \\ \varepsilon_y &= \lambda' [K_{23}(x, y, z)(\sigma_y - \sigma_z) + K_{12}(x, y, z)(\sigma_y - \sigma_x)] \\ \varepsilon_z &= \lambda' [K_{31}(x, y, z)(\sigma_z - \sigma_x) + K_{23}(x, y, z)(\sigma_z - \sigma_y)] \end{aligned} \quad (2)$$

где $\varepsilon_{i,j}$ – компоненты скоростей деформаций; λ' – коэффициент пропорциональности.

В случае плоской деформации $\varepsilon_z = 0, \tau_{zx} = 0$. Из выражения (2) можно определить

$$\sigma_z = \frac{K_{31}(x, y)\sigma_x + K_{23}(x, y)\sigma_y}{K_{31}(x, y) + K_{23}(x, y)} \quad (3)$$

Условие текучести в случае плоской деформации и малости касательных напряжений запишется в виде

$$K(x, y) \times [K_{23}(\sigma_y - \sigma_z)^2 + K_{31}(\sigma_z - \sigma_x)^2 + K_{12}(\sigma_x - \sigma_y)^2] = 1 \quad (5)$$

Выводы. Применение биметаллов в машиностроении, судостроении и других отраслях промышленности позволит снизить вес конструкций за счет более полного использования комплекса механических характеристик присущим биметаллам, а это в свою очередь повлечет за собой уменьшение расходов на обслуживание машин, уменьшение расхода топлива, увеличение грузоподъемности и т.д. При проектировании технологии получения изделий из слоистых материалов следует учитывать особенности деформирования металлов с различными механическими показателями, что значительно повысит качество продукции и срок службы изделия. Используя приведенное условие текучести, уравнения равновесия и задаваясь характеристикой анизотропии тела в условиях плоской деформации можно определить распределение напряжений в очаге деформации с учетом формоизменения биметалла.

Список литературы: 1. *Рижинашвили Г. М.* Особенности деформирования, предельная прочность и металлоемкость судовых рамных корпусных конструкций: учебн. пособие / Г. М. Рижинашвили. – Л.: изд. ЛКИ, 1989. – 55 с. 2. *Бровман М. Я.* Некоторые вопросы обработки давлением биметалла / Я. М. Бровман, Ю. С. Додин // Кузнечно-штамповочное производство. – 1963. – №1.–С. 3-5. 3. *Шевелев В. В.* Анизотропия листовых материалов и ее влияние на вытяжку / В. В. Шевелев, С. П. Яковлев. – М.: Машиностроение, 1972. – 136 с.

Надійшла до редколегії 25.10.2012

УДК 621.7.044

Применение многослойных металлов и особенности их пластической деформации/ Р. Г. Пузырь // Вісник НТУ «ХП». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХП», – 2012. – № 66 (972). – С. 31-34. – Бібліогр.:3 назв.

Наведено переваги використання шаруватих матеріалів при виготовленні деталей і виробів

машинобудування і суднобудування. Деталі з таких матеріалів, піддаються різним видам навантажень, тому технологія виготовлення кожного конкретного виробу повинна враховувати умови подальшої експлуатації. Листовий біметал, що піддається плоскому деформуванню, як правило, володіє анізотропією, неоднорідністю механічних властивостей, яка обумовлена маркою матеріалу і технологічними режимами його отримання. Описується напружений стан заготовки у осередку деформації з урахуванням механічної неоднорідності.

Ключові слова: деформація, біметал, технологія, вигин, витягування.

The advantages of layered materials in the manufacture of parts and products of mechanical engineering and shipbuilding. Parts used in such materials are subjected to various types of loads, so the technology of manufacture of each specific product should consider the conditions subsequent operation of bimetal sheet, expose a flat deformation, as a rule, has anisotropy, heterogeneity of mechanical properties due to the name of the material and technological conditions of its reception. Describes the state of stress in the billet deformation zone with the mechanical heterogeneity.

Key words: deformation, bimetal, technology, bending, stretching.

УДК 621.777.4

В. О. ВАСИЛЕНКО, студент, НТУ «ХП»;

В. М. ГОРНОСТАЙ, ст. викл., НТУ «ХП», Київ;

В. І. КУЗЬМЕНКО, канд. техн. наук, проф., НТУ «ХП»;

С. Ю. ПЛЕСНЕЦОВ, асп., НТУ «ХП»

ДЕЯКІ ПІДХОДИ ДО ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ ПРЯМОГО ВИДАВЛЮВАННЯ З УШИРЕННЯМ, ЩО ВРАХОВУЮТЬ ВПЛИВ ТЕРТЯ НА КІНЦЕВЕ ФОРМОУТВОРЕННЯ ТА ВИНИКАЮЧЕ НАВАНТАЖЕННЯ

Стаття присвячена визначенню напрямків удосконалення процесів холодного видавлювання профілів з роздачею в напрямку зниження зусиль деформування, підвищення стійкості деформуючого інструменту та отримання виробів підвищеної надійності та довговічності. Увага акцентується на впливі тертя на кінцеве формоутворення та виникаюче навантаження.

Ключові слова: холодне пряме видавлювання з роздачею, силові режими, питомі зусилля, якість профілів, тертя, кінцеве формоутворення

Вступ. На кафедрі механіки пластичності матеріалів та ресурсозберігаючих процесів НТУУ "ХП" розроблено спосіб прямого видавлювання з роздачею профілів різної конфігурації з круглих заготовок, діаметр яких менший за максимальний розмір перерізу профілю [1] В.М.Горностай провів чисельні експерименти методом скінченних елементів процесів видавлювання з розширенням, встановив причини та величини зниження силових режимів деформування при видавлюванні з уширенням, виявив вплив основних конструктивних та технологічних факторів на напружено-деформований стан заготовки, зусилля деформування, розподіл питомих зусиль на деформуючому інструменті, кінцеву геометрію профілів, зміцнення zdeформованого металу та ступінь використання ресурсу пластичності. Проте, залишається питання впливу тертя на кінцеве формоутворення, силовий режим процесу та якість отриманих виробів [2]. Варіюючи такі параметри як: геометрія інструмента, розміри заготовки та ширину і форму калібруючого паска, що буде впливати на умови тертя, можна оптимізувати процес. Це знайшло і ще знайде своє відображення у властивостях технологічного процесу та якості деталей, що будуть отримані таким чином. У відповідності запитів сучасного машинобудування, приладобудування та інших галузей промисловості які потребують використання профілів різноманітної конфігурації із конструкційних і кольорових металів, як тих що мають підвищену надійність та довговічність при експлуатації. Профілі, які поставляються згідно існуючим стандартам металургійною

© В. О. ВАСИЛЕНКО, В. М. ГОРНОСТАЙ, В. І. КУЗЬМЕНКО, С. Ю. ПЛЕСНЕЦОВ, 2012