

Производство высокоэффективного металлопроката / Чигиринский В.В., Мазур В.Л., Бергеман Г.В., Леготкин Г.И., Слепынин А.Г., Шевченко Т.Г. – Днепропетровск.: «Дніпро-ВАЛ», 2006.-265 с. с ил.

3. Чигиринский В. В. Новое решение плоской задачи теории пластичности // Научные труды ДонНТУ, серия: Metallurgy, выпуск 10 (141). Донецк. – 2008. с. 105-115. **4. Чигиринский В. В.** Метод решения задач теории пластичности с использованием гармонических функций// Изв вузов. Черная металлургия. - 2009.- №5.- с. 11-16. **5. Чигиринский В. В.** Некоторые особенности теории пластичности применительно к процессам ОМД// Тр.науч.-техн. конф. «Теория и технология процессов пластической деформации-96».- М.: МИСиС, 1997.- с.568-572. **6.** Пространственная задача теории пластичности / Чигиринский В.В., Шейко С.П., Ечин С.М. // Сборник научных трудов, Обработка металлов давлением. Краматорск.- 2013.- №2(35)- с. 3-8. **7. Сторожев М. В., Попов Е. А.** Теория обработки металлов давлением.-М.: Машиностроение, 1977.- 422 с. **8. Целиков А. И.** Теория расчета усилий в прокатных станах. – М.: Металлургиздат, 1962. – 495 с. **9. Тихонов А. Н., Самарский А. А.** Уравнения математической физики. -М.: Наука,1977.-735 с. **10. Гун Г. Я.** Теоретические основы обработки металлов давлением. – М.:Металлургия.1980.- 456 с. **11. Губкин С. И.** Теория обработки металлов давлением. – М.: Металлургиздат, 1947. – 370 с.

Надійшла до редакції 29.10.2013

УДК 539.374.001.8

Аналитическое решение пространственной задачи теории пластичности с использованием гармонических функций / Чигиринский В. В., Шейко С. П., Дубина В. И. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення у сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2013. – № 42 (1015). – С. 193–205. Бібліогр.:11 назв.

Поставлена і вирішена просторова задача теорії пластичності в аналітичному вигляді. З використанням методу гармонічних функцій отримано замкнуте вирішення в напружених і швидкостях деформацій. Аналітично описані ділянки переходу по напруженням і швидкостям деформації, що задовольняють граничні умови по цих параметрах.

Ключові слова: теорія пластичності, просторова задача, метод гармонічних функцій

Posed and solved the three-dimensional problem of the theory of plasticity in an analytical form. Using the method of harmonic functions, we obtain a closed solution to the stress and strain rate .. Analytically described the transition area for stress and strain rates that satisfy the boundary conditions on these parameters.

Keywords: theory of plasticity, spatial problem, the method of harmonic functions

УДК 621.7

В. Л. ЧУХЛІБ, канд. техн. наук, доц., НМетАУ, Дніпропетровськ;

В. О. ГРИНКЕВИЧ, докт. техн. наук, проф., НМетАУ, Дніпропетровськ;

Д. С. ОЛІЙНИК, студент, НМетАУ, Дніпропетровськ;

А. І. СТАРОСЕК, студент, НМетАУ, Дніпропетровськ;

А. В. АШКЕЛЯНЕЦЬ, канд. техн. наук, доц., НМетАУ, Дніпропетровськ;

А. Ю. БОРИСЕНКО, канд. техн. наук, ст. наук. співр., Інститут чорної металургії ім. З.І. Некрасова НАН України, Дніпропетровськ.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ОСАДКИ І ПРОТЯЖКИ НА МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТА СТРУКТУРУ ПОКОВОК

Виконано дослідження впливу технологічних параметрів осадки і протяжки при куванні на характеристики міцності сталі 20. Проведений мікроструктурний аналіз металу після деформації. Визначений взаємозв'язок між фактором форми, уковом при протяжці та осадці та межою міцності і текучості.

Ключові слова: осадка, протяжка, уков, фактор форми, структура.

Вступ. Прогнозування і покращення механічних властивостей металу були актуальними в усі часи. Так за останні роки, були проведені дослідження різних видів ковальської протяжки [1], завдяки комп'ютерному моделюванню більш детально розглянутий процес протяжки тонких подовжених заготовок [2], також був досліджений напружено-деформований стан і оцінка ймовірності руйнування металу на поверхні круглих заготовок при ковальській протяжці [3]. Однак вплив технологічних параметрів кування, при спільному виконанню осадки і протяжки, на мікроструктуру поковок і характеристики міцності металу є недостатньо вивченим і потребує подальшого дослідження.

Мета дослідження. Основною метою є експериментальне встановлення зв'язку між впливом технологічних параметрів кування та характеристиками міцності і мікроструктурою поковок зі сталі 20.

Матеріали і методика дослідження. В даному експерименті вивчався вплив таких факторів як фактор форми (X_1), уков при осадці (X_2) і уков при протяжці (X_3). Уков являє собою величину, яка характеризує ступінь пропрацювання металу, тобто його якість. Фактором форми є співвідношення висоти H до діаметра зразка D . Зазвичай фактор форми дорівнює $H / D \leq 2,5$. Від значення фактора форми залежить розподіл напружень в об'ємі зразка [4].

Варіювання укову відбувалося на двох рівнях $+0,5$ і $-0,5$, з верхнім рівнем $2,5$ і нижнім $1,5$. Фактор форми також має інтервал варіювання $\pm 0,5$, з верхнім рівнем 2 і нижнім 1 . Всі зразки були деформовані завдяки осадці і протяжці. Рівні факторів та план експерименту наведені в таблиці 1.

Таблиця 1. План експерименту

№ досліджу	Кодований масштаб			Натуральний масштаб		
	X_1	X_2	X_3	X_1	X_2	X_3
1	+	+	+	2	2,5	2,5
2	-	+	+	1	2,5	2,5
3	+	-	+	2	1,5	2,5
4	-	-	+	1	1,5	2,5
5	+	+	-	2	2,5	1,5
6	-	+	-	1	2,5	1,5
7	+	-	-	2	1,5	1,5
8	-	-	-	1	1,5	1,5

Для дослідів використовувались заготовки діаметром 32 мм і висотою 32 та 64 мм. Хімічний склад сталі для експериментального дослідження складав: 0,21% С, 0,23% Si, 0,57% Mn, 0,10% Cr, 0,06% Ni, 0,07% Cu, 0,02% Al, 0,024% S, та 0,017% P.

Для нагріву застосовувалась електрична піч опору з нагрівом заготовок до температури 1300°C . Деформацію зразків виконували на пневматичному молоті з масою падаючих частин 50 кг. Для обмеження деформації використовувалась підкладна плита та набір обмежувачів укову. На всіх поковках кінець для захвату кліщами залишався недеформованим (рис. 1 (б)). Осадку і протяжку проводили на плоских бойках. Обтиск здійснювався за два-

три удари молоту. Кожен дослід дублювався тричі. Отримані зразки наведені на рис. 1(а).

Після кування на отриманих зразках були відібрані шліфи для аналізу мікроструктури. Виявлення мікроструктури здійснювали травлінням полірованої поверхні шліфів у 3%-ому спиртовому розчині азотної кислоти. Мікроструктурний аналіз проводився при збільшенні 50-500 крат.

Так як напружено-деформований стан є симетричний відносно центру зразка, структура розглядалась не по всій поверхні, а на одній половині, яка була отримана умовним діленням поверхні зразку в горизонтальному напрямку. Були зроблені зображення структури у центрі зразку та на боковій поверхні на відстані 0,5 мм від поверхні контакту (рисунок 1 (б)). Дані випробування міцності наведені в таблиці 2.

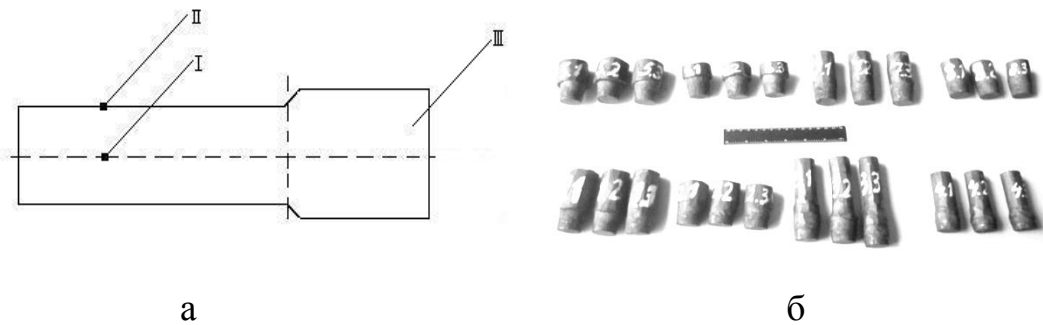


Рис. 1 – Поковки: а – загальний вид отриманих поковок; б – місця отримання зображень мікроструктур: I – у центрі зразку, II – на боковій поверхні, III – зона захвата кліщами.

Таблиця 2. Показники міцності і параметри кування

№ дослід	Межа текучості, МПа	Межа міцності, МПа	Фактор форми (X ₁)	Уков при осадці (X ₂)	Уков при протяжці (X ₃)
1	295	650	2	2,5	2,5
2	310	646	1	2,5	2,5
3	375	631	2	1,5	2,5
4	408	666	1	1,5	2,5
5	333	591	2	2,5	1,5
6	299	584	1	2,5	1,5
7	275	690	2	1,5	1,5
8	309	687	1	1,5	1,5

Аналізуючи дані, наведені в таблиці 2, можна відмітити, що найбільша межа текучості була досягнута в досліді №4 (408 МПа), найменша – в досліді №7 (275 МПа). Тобто можна зробити висновок, що чим більше уков при протяжці тим більша межа текучості. Фактор форми і уков при осадці, в даному випадку, впливають мало. Найбільша межа текучості в досліді №7 (690 МПа), найменша в досліді №6 (584 МПа). Це свідчить про те, що чим менше уков при осадці, тим більше межа міцності. Якщо проаналізувати зразки за межею текучості і міцності в цілому, можна побачити, що найбільші показники в досліді №4 і №3, межа текучості – 408 МПа і 375 МПа, межа міцності 666МПа і

631 МПа, відповідно, найменші у №1 і №6, межа текучості – 295 МПа і 299 МПа, межа міцності – 650 МПа і 584 МПа. Якщо перейти до взаємозв'язку параметрів кування і показників міцності, зразки, що максимально протягувались і мінімально осаджувались, мають найкращі результати. Фактор форми впливає мало. Залежність показників міцності від параметрів кування графічно представлені на рисунку 2.

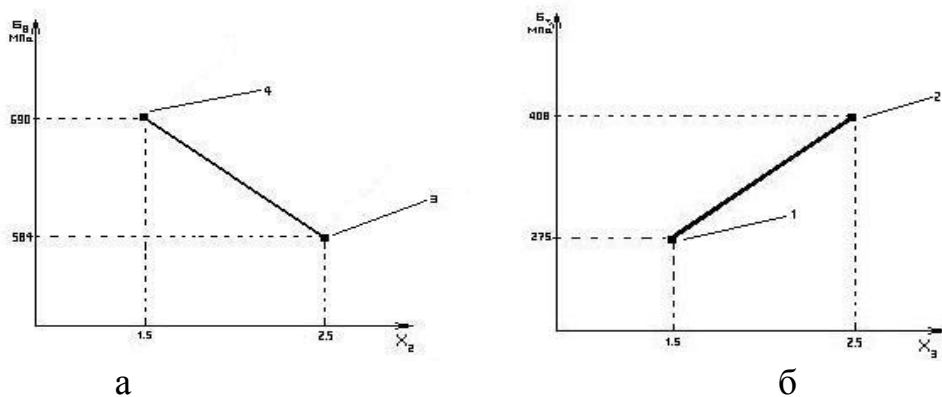


Рис. 2 – Залежність показників міцності від параметрів кування:

а – залежність межі текучості від укову при протяжці зразка №7 (точка 1) і зразка 4 (точка 2),
 б – залежність межі міцності від укову при осадці зразка №6 (точка 3) і зразка №7 (точка 4).

Результати досліджень показників міцності при куванні за запропонованими схемами можна проаналізувати за допомогою зображення структур, що наведені на рис. 3.

№ досліду	Структура зразка на боковій поверхні	Структура в центрі зразка
3		
4		

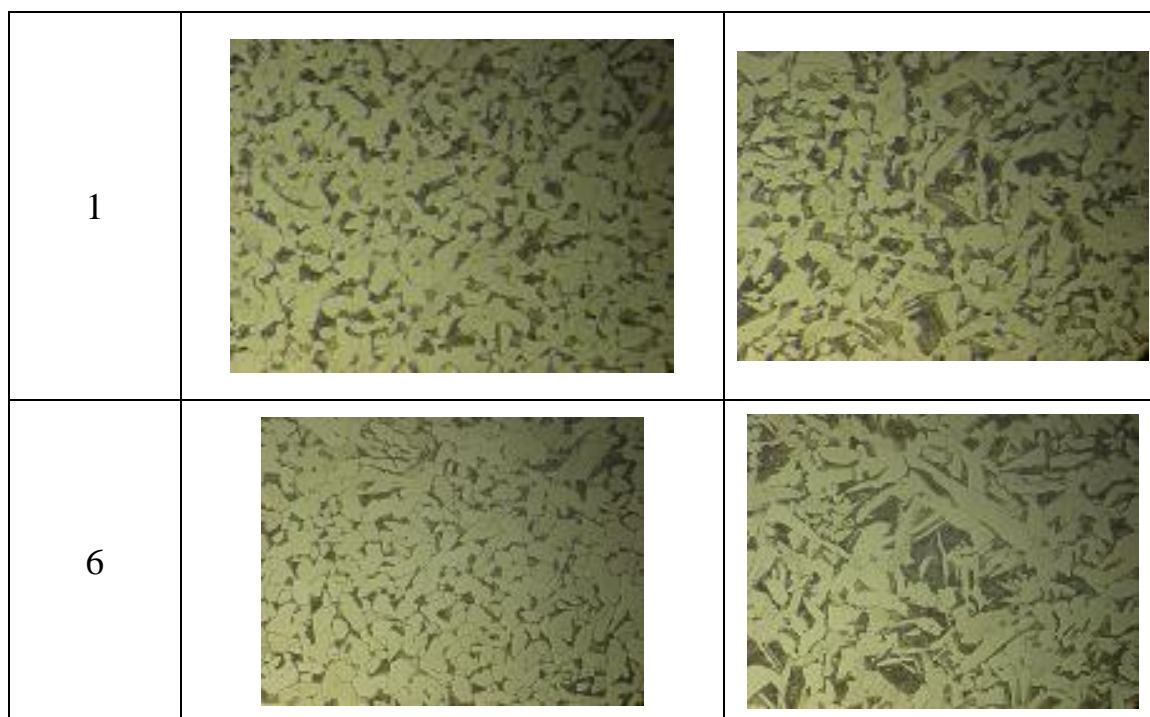


Рис. 3 – Структури зразків

Спочатку розглянемо структури поковок, показники міцності яких, максимальні.

В третьому зразку розмір зерна, а також рівновісність в центрі та на крайовій поверхні заготовки майже однакові і, що не менш важливо, зерна мають достатньо малий розмір.

В четвертому зразку на краю зерна мають менший розмір, ніж в центрі, але менш рівновісні і в цілому розмір зерна великий.

Тепер перейдемо до поковок, показники міцності яких мінімальні.

На знімках видно, що на краю першого зразка структура має більшу рівновісність, а також більш рівномірне розподілення фаз, крайова зона має менший розмір зерна, аніж центральна. Це зумовлено тим, що метал, що знаходиться ближче до поверхні і деформується у більшому ступені.

Ситуація в шостій структурі така, що зерна на крайовій поверхні мають менший розмір, аніж у центрі, а також вони більш рівновісні.

Висновки. Результатом виявлення впливу пластичної деформації на механічні властивості сталі 20 при вільному куванні, стало визначення залежності механічних властивостей заданих рівнів факторів, які характеризують процес осадки і протяжки. Було експериментально виведено, що максимальну міцність і пластичність мають зразки з четвертого і третього дослідів, тобто ті, що протягувалися з найбільшим показником укову і осаджувалися з найменшим. В зв'язку з цим можна зробити висновок, що чим більше уков при протяжці і чим менше при осадці, тим більше характеристики міцності деформованого металу. Фактор форми впливає мало.

Список літератури: 1. Тюрин В.А. Разновидности процессов кузнечной протяжки / Тюрин В.А// Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением – 2009. – №9. – С. 5-8.
2. Соломонов К. Н. Компьютерное моделирование процесса протяжки тонких удлиненных заготовок /

Соломонов К. Н., Абашкин В. П // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением – 2008. – №5. – С. 44-48. 3. *Потапов А. И.* Исследование напряженно-деформированного состояния и оценка вероятности разрушения металла на поверхности круглых заготовок при кузнечной протяжке / Потапов А. И. // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. – 2008. – №3. – С. 96-100. 4. *Сторожев М.В.* Теория обработки металлов давлением / М.В.Сторожев, Е.А.Попов. – М.: Машиностроение,1977. – 423 с.

Надійшла до редколегії 04.11.2013

УДК 621.7

Дослідження впливу осадки і протяжки на механічні властивості та структуру поковок / Чухліб В. Л., Гринкевич В. О., Олійник Д. С., Старосек А. І., Ашкелянecь А. В., Борисенко А.Ю. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення у сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2013. – № 42 (1015). – С.205–210. – Бібліогр.: 4 назви.

Выполнены исследования влияния технологических параметров осадки и протяжки при ковке на характеристики прочности стали 20. Проведен микроструктурных анализ металла после деформации. Определенный взаимосвязь между фактором формы, уковом при протяжке и осадке и пределом прочности и текучести.

Ключевые слова: осадка, протяжка, фактор формы, структура.

Investigation of the influence of the degree of deformation technological parameters of the draft and broaches, form factor, while forging operations on strength characteristics of steel 20. The performed structural analysis of metal after deformation. Derived relationship between the factors forms, scholarly during draft and broaches and limit of strength and fluidity.

Keywords: draft, broaches, scholarly, factor form,structure.

УДК 669.276

А. А. ШАПОВАЛ, канд. техн. наук, директор, Научно-производственное предприятие «Тангстен», Светловодск;

А. Г. МАРКЕВИЧ, начальник отдела международных отношений
Кременчугский национальный университет им. М. Остроградского;

Д. В. МОСЬПАН, канд. техн. наук, докторант, Кременчугский
национальный университет им. М. Остроградского.

КОМБИНИРОВАННЫЕ ПРОЦЕССЫ БЕСКОНТЕЙНЕРНОГО ПРЕССОВАНИЯ И ВИБРАЦИОННОГО ВОЛОЧЕНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ МАЛОПЛАСТИЧНЫХ ТРУДНОДЕФОРМИРУЕМЫХ МЕТАЛЛОВ

Разработан процесс и аппаратное оформление для реализации комбинированных процессов бесконтейнерного циклического прессования и вибрационного волочения малопластичных, труднодеформируемых материалов. Определены силовые и кинематические параметры процесса волочения с циклическим подпором. Разработано и внедрено на производстве устройство для осуществления двухступенчатого процесса вибрационного деформирования металла волочением и вдавливанием.

Ключевые слова: бесконтейнерное циклическое прессование, вибрационное волочение, режим обжатий, активный циклический подпор.

Введение. Вибрационное нагружение очага деформации позволяет реализовать процессы деформирования с благоприятной схемой нагружения – деформированного состояния металла, в частности, волочение с циклическим