

Шепеленко І.В.¹,
Цеханов Ю.О.¹,
Немировський Я.Б.¹,
Мірзак В.Я.¹,
Гуцул В.І.¹

ДОСЛІДЖЕННЯ ПЛАСТИЧНОСТІ ЧАВУНУ В УМОВАХ ВСЕБІЧНОГО СТИСКАННЯ

¹Центральноукраїнський національний технічний університет,

Анотація

У роботі розглянуто спосіб визначення пластичності малопластичних матеріалів. Розроблені пристрій та методика проведення досліджень. В експериментах досягнуті значні деформації крихкого чавуну. Отримані результати дозволили побудувати діаграму пластичності чавуну в області високого гідростатичного стискання.

Ключові слова: чавун, пластичність, деформація, стискання, коефіцієнт жорсткості напруженого стану, діаграма пластичності

Якість поверхневого шару досягається на стадії отримання заготовки, її подальшій обробці і залежить, передусім, від технологічного методу обробки поверхні, що забезпечує отримання оптимальної шорсткості в зоні контактування і необхідних фізико-механічних властивостей робочих поверхонь деталі [1]. Крім зазначених показників, для оцінки якості обробленої деталі широко використовують параметр, що характеризує здатність матеріалу деформуватися без руйнування або значного накопичення внутрішніх дефектів – пластичність [2, 3]. Дослідження показників пластичності є особливо важливим при обробці пластичним деформуванням малопластичних матеріалів, в тому числі такого конструкційного матеріалу як графітовмісткий чавун, можливості пластичної формозміни якого обмежені руйнуванням [4].

Для проведення випробувань розроблено і виготовлено спеціальний пристрій, що складається з досліджуваного зразка, зв'язаного з обоймою для стискання, а також двох пуансонів [5]. Причому зразок, що досліджувався, являє собою втулку з нескінченною товщиною стінки, яка пластично не деформується. Осьове стискання для зменшення впливу сил тертя виконується двома пуансонами, що переміщуються один назустріч одному із зусиллям P . Зразок при стисканні деформувався в осьовому і радіальному напрямках.

В якості об'єкту дослідження був обраний збірний зразок, що складається з тонкостінної втулки із чавуну СЧ20 і пластичного матеріалу (латунь і мідь). Початок руйнування фіксувався у момент появи характерного короткочасного хрусткого звуку, падінням сили, а також перетворювачем сили і переміщень з самописним приладом.

Для стискання збірного зразка використовувалося наступне поєднання матеріалів: «чавун СЧ20–латунь Л63». Слід зазначити, що латунь Л63 – матеріал, що зміцнюється, який ефективно використовується в якості антифрикційного покриття. Для цієї пари збірного зразка осьова деформація до руйнування складає $k = -0,096$. Встановлено, що разом з появою пластичних ділянок вичерпання ресурсу пластичності, тріщина має ділянки крихкого руйнування. Проведені дослідження дозволили встановити, що при деформації збірного зразка «чавун СЧ20 - латунь Л63» накопичена деформація чавунного зразка складає $e_0 = 39\%$ при коефіцієнті жорсткості $\eta = -1,89$.

Наступний експеримент виконувався для складеного з трьох втулок зразка: «мідь М1 - чавун СЧ20 - мідь М1». Розміри зразка забезпечили деформацію при $\eta = -3,6$. В цьому випадку була досягнута ще більша пластична деформація до руйнування – $e_0 = 78\%$ при осьовій деформації $k = -0,28$. При розрізанні верхньої частини мідної втулки на поверхні чавунного зразка зафіксовані значні пластичні деформації.

Отримані дані дозволили уперше отримати діаграму пластичності для чавуну СЧ20, що включає ділянку, на якій деформація відбувається при значних від'ємних значеннях показника жорсткості напруженого стану [6].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Рыжов Э.В. Технологическое обеспечение качества деталей с покрытиями / Э.В. Рыжов, С.А. Клименко, О.Г. Гуцаленко – К.: Наук. думка, 1994. – 181 с.
2. Смелянский В.М. Механика упрочнения деталей поверхностным пластическим деформированием / В. М. Смелянский – М. Машиностроение, 2002. – 300 с.
3. Колмогоров В.Л. Напряжения. Деформации. Разрушения [Текст] / В.Л. Колмогоров. – М.: Металлургия, 1970. – 229 с.
4. Шепеленко І.В. Особливості деформуючого протягування малопластичних матеріалів/ І.В. Шепеленко, Я.Б. Немировський, Ю.О. Цеханов и др. // Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем (КЗЯТПС - 2020): матер. X Міжн. наук. – практ. конференції 23 – 24 вересня 2020 р., Чернігів, 2020. – Т.3. С.9 – 11.
5. Шепеленко І.В. Дослідження пластичності малопластичних матеріалів/ І.В. Шепеленко, Я.Б. Немировський, М.В. Красота // Сучасні тенденції розвитку машинобудування та транспорту: : матер. VII Міжн. наук. – практ. конференції, 11 – 13 листопада 2020 р, Кременчук, КрНУ, 2020. С.56 – 57.
6. Шепеленко І.В. До питання оцінки якості обробки деталей холодним пластичним деформуванням за показниками пластичності/ І.В. Шепеленко, Я.Б. Немировський, Ю.О. Цеханов и др. // Сучасні технології промислового комплексу – 2020: матер. VI Міжн. наук. – практ. конференції, 08 – 12 вересня 2020 р., випуск 6. – Херсон: ХНТУ, 2020. С.163 – 166.

Шепеленко Ігор Віталійович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри експлуатації та ремонту машин, Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, e-mail: kntucpfzk@gmail.com;

Цеханов Юрій Олександрович – доктор технічних наук, професор, кафедри експлуатації та ремонту машин, Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, e-mail: kntucpfzk@gmail.com;;

Немировський Яків Борисович – доктор технічних наук, професор, професор кафедри екології та охорони навколишнього середовища, Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, e-mail: provotorova1951@gmail.com;

Мірзак Володимир Якович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри обробки металів тиском і спецтехнологій, Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, e-mail: mirzak.moodle@gmail.com;

Гуцул Василь Іванович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри вищої математики та фізики, Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, e-mail: vigutsul@ukr.net

THE INVESTIGATION OF IRON PLASTICITY IN CONDITIONS OF COMPREHENSIVE COMPRESSION

Abstract

The paper proposes a method for determining the plasticity of low-plastic materials. The device and a technique of carrying out researches are developed. Significant deformations of brittle cast iron were achieved in the experiments. The obtained results allowed to build a diagram of the ductility of cast iron in the region of high hydrostatic compression.

Key words: cast iron; plasticity; deformation, compression, stress stiffness coefficient, plasticity diagram

Shepelenko Ihor – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor Department of Exploitation and Repairing Machines, Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytskyi, e-mail: kntucpfzk@gmail.com;

Tsekhanov Yuri – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor Department of Exploitation and Repairing Machines, Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytskyi, e-mail: kntucpfzk@gmail.com;

Nemyrovskiy Yakiv – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor Department of Ecology and Environment Protection, Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytskyi, e-mail: provotorova1951@gmail.com;

Mirzak Volodimir – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor Department of Processing of Metals by Pressure and Special Technologies, Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytskyi, e-mail: mirzak.moodle@gmail.com.

Gutsul Vasil – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor Department of Higher Mathematics and Physics, Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytskyi, e-mail: vigutsul@ukr.net