

**ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕФОРМУВАННЯ
ПЛАСТИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ З УРАХУВАННЯМ РАПТОВИХ ЗМІН
В РЕЖИМІ НАВАНТАЖЕННЯ**

М.Г. Чаусов, А.П.Пилипенко, В.М. Параца

**EXPERIMENTAL RESEARCH OF PLASTIC STEELS DEFORMATION
FROM THE POINT OF VIEW OF SUDDENLY CHANGES
IN THE LOADING MODE**

M.G. Chausov, A.P. Pylypenko, V.M. Paratsa

Національний аграрний університет, Україна

Abstract. The common laws of fracture kinetics in different classes materials under influence of suddenly changes in the loading mode at different stages of deformation it is established.

Вступ. В останні роки авторами отримані нові дані про короткочасне розміщення пластичних матеріалів під час процесу раптових змін у режимі навантаження статично невизначених конструкцій [1...3]. Експериментально встановлено, що раптові зміни в режимі навантаження, які здійснюються на будь-якій стадії деформування, починаючи з пружної, помітно змінюють процеси деформування будь-якого пластичного матеріалу. Зокрема, при раптовій зміні навантаження на пружній ділянці, пружні властивості матеріалу можуть короткочасно зменшитись у сотні разів. На процеси, що відбуваються, помітно впливає і сама величина підвищення швидкості деформації. Процес короткочасного розміщення пластичного матеріалу пов'язаний, в першу чергу, з короткочасною зміною структури матеріалу на мезорівні і з ймовірним адіабатичним розігрівом матеріалу в так званих смугах адіабатичного зсуву (САЗ) і реалізується, навіть, у найпростішій статично невизначеній конструкції, коли одночасно навантажуються три паралельні елементи в різних структурних станах і один із цих елементів (із крихкого матеріалу) зненацька раптово руйнується. Цей процес надзвичайно небезпечний, так як може визвати "лавиноподібне" руйнування в кожній статично невизначеній конструкції.

Нажаль, поки що не існує достовірних методів кількісної оцінки впливу раптових змін у режимі навантаження статично невизначеної системи на короткочасне розміщення пластичного матеріалу. Не зрозуміло також, які параметри процесу деформування пластичного матеріалу підчас таких раптових змін у режимі навантаження статично невизначених систем необхідно приймати в якості базових, щоб однозначно описати таку складну поведінку пластичного матеріалу.

Методи досліджень і результати експериментів

У роботі експериментально досліджується вплив зростаючих раптових змін у режимі навантаження статично невизначеної системи на короткочасне розміщення пластичного матеріалу.

Методика випробувань реалізована на базі модернізованої випробувальної гідравлічної машини ZD-100Pu. Машина обладнана пристосуванням, що дозволяє реалізувати складний режим навантаження (статичний розтяг – раптове підвищення швидкості деформації – статичний розтяг) із записом повних діаграм деформування. Ще одною перевагою створеної установки є те, що вона обладнана комп'ютеризованою вимірювальною системою з програмним забезпеченням для проведення і обробки результатів випробувань [4]. Практична реалізація запропонованої методики

зключається в тому, що серію однакових зразків досліджуваного матеріалу статично розтягують до заданих ступенів деформації за зростаючою, раптово підвищують швидкість навантаження в системі, фіксують середні значення швидкості деформації матеріалу $\dot{\epsilon}_{cp}^{змін}$ в процесі різних імпульсів деформації, що викликані відповідними раптовими змінами в режимі навантаження статично невизначеної системи, і оцінюють вплив раптових змін в режимі навантаження статично невизначеної системи на рівень падіння опору матеріалу деформуванню $\Delta\sigma$ в процесі короткочасного розміцнення пластичного матеріалу за залежністю:

$$\frac{\Delta\sigma}{\sigma_i} = f\left(\frac{\dot{\epsilon}_{cp}^{змін}}{\dot{\epsilon}^{стат}}\right),$$

де σ_i - поточне значення опору матеріалу деформуванню при статичному розтягу за заданого ступеня деформації, при якому здійснювалась раптова зміна в режимі навантаження статично невизначеної системи.

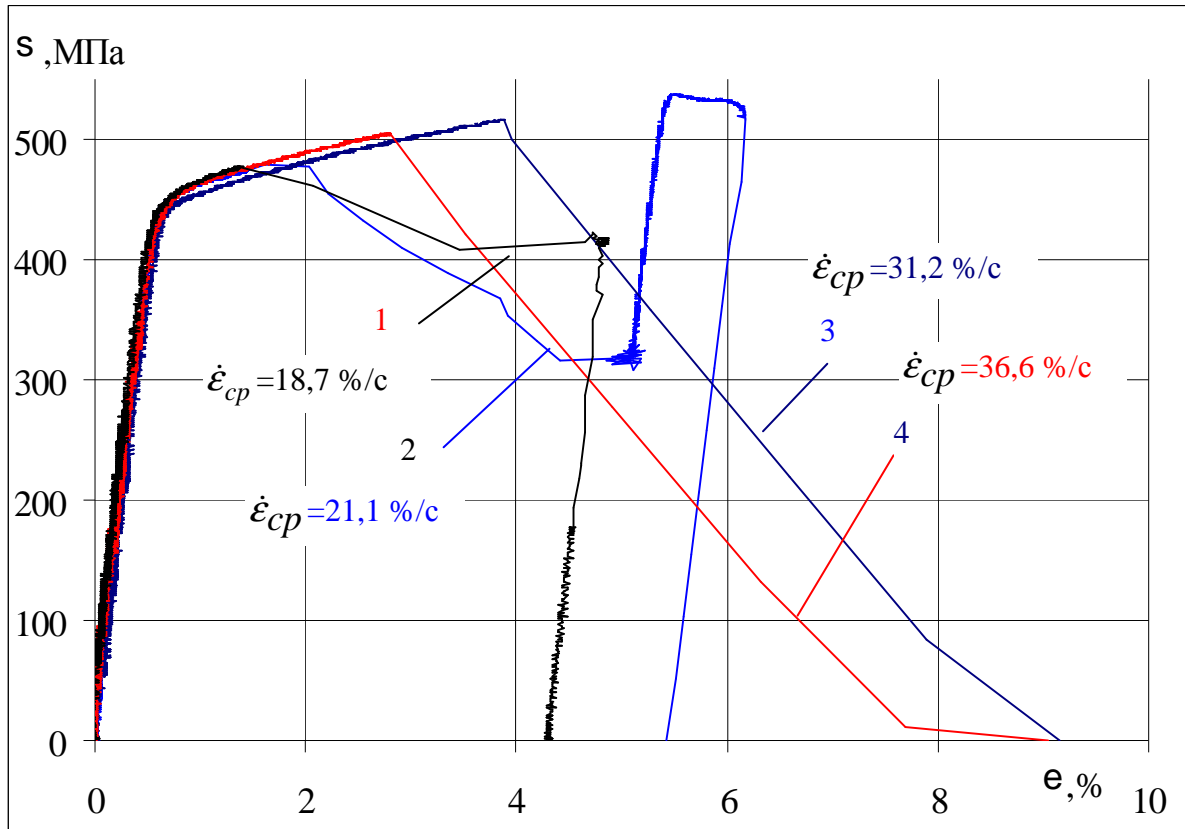
Експериментально обґрунтований кількісний параметр процесу $\dot{\epsilon}_{cp}^{змін}$, однозначно описує поведінку пластичного матеріалу в процесі раптових змін і режимі навантаження статично невизначеної системи. Введення ж процедури послідовного раптового підвищення швидкості деформації пластичного матеріалу за одної і тієї ж величини деформації пластичного матеріалу дозволяє встановити кількісні залежності короткочасного розміцнення пластичних матеріалів різних класів у залежності від співвідношення швидкостей деформації, що реалізуються в процесі раптових змін у режимі навантаження статично невизначеної системи в порівнянні з статичним розтягом. За величину $\Delta\sigma$ приймають максимальний рівень зниження напружень у процесі стрибка деформацій.

Експериментально також встановлено, що ключову роль при такому складному режимі навантаження пластичного матеріалу відіграє час процесу, тобто швидкість наростання процесу переходу від однієї швидкості деформації матеріалу до іншої. Час процесу раптових змін у режимі навантаження зафіксовано в проведених дослідах у діапазоні $\tau = 0,2...2$ сек, а середні швидкості деформації при таких змінах у діапазоні $\dot{\epsilon}_{cp}^{змін} = 1...100$ %/с.

Проведені експерименти на різних матеріалах: сталі 3, 20, ВНС-25, 12Х2МФА, мідь, алюмінієвий сплав Д16, титановий сплав ВТ12 показали, що при швидкостях деформацій $\dot{\epsilon}_{cp}^{змін} < 1\%$ /с досліджувані ефекти короткочасного розміцнення пластичних матеріалів незначні, чи не проявляються зовсім, а збільшення швидкості деформації $\dot{\epsilon}_{cp}^{змін}$ вище 100%/с призводить до практично поділу зразків із пластичного матеріалу на частини в процесі раптових змін у режимі навантаження за всіх рівнів деформації.

На рис.1 подано результати випробування алюмінієвого сплаву Д16 і міді. Діаграми деформацій записували при 60 вимірювань за секунду без будь-якого усереднення експериментальних точок. Така процедура подання експериментальних даних підвищує достовірність отриманих результатів.

Аналіз результатів представлених на рис. 1, 2 показує, що для кожного пластичного матеріалу є критична швидкість деформації $\dot{\epsilon}_{cp,крит.}^{змін}$, за якої зразок матеріалу в процесі раптових змін у режимі навантаження практично розділяється на дві частини, тобто $\frac{\Delta\sigma}{\sigma_i} = 1$ і падіння напруження досягає 100 %.



a

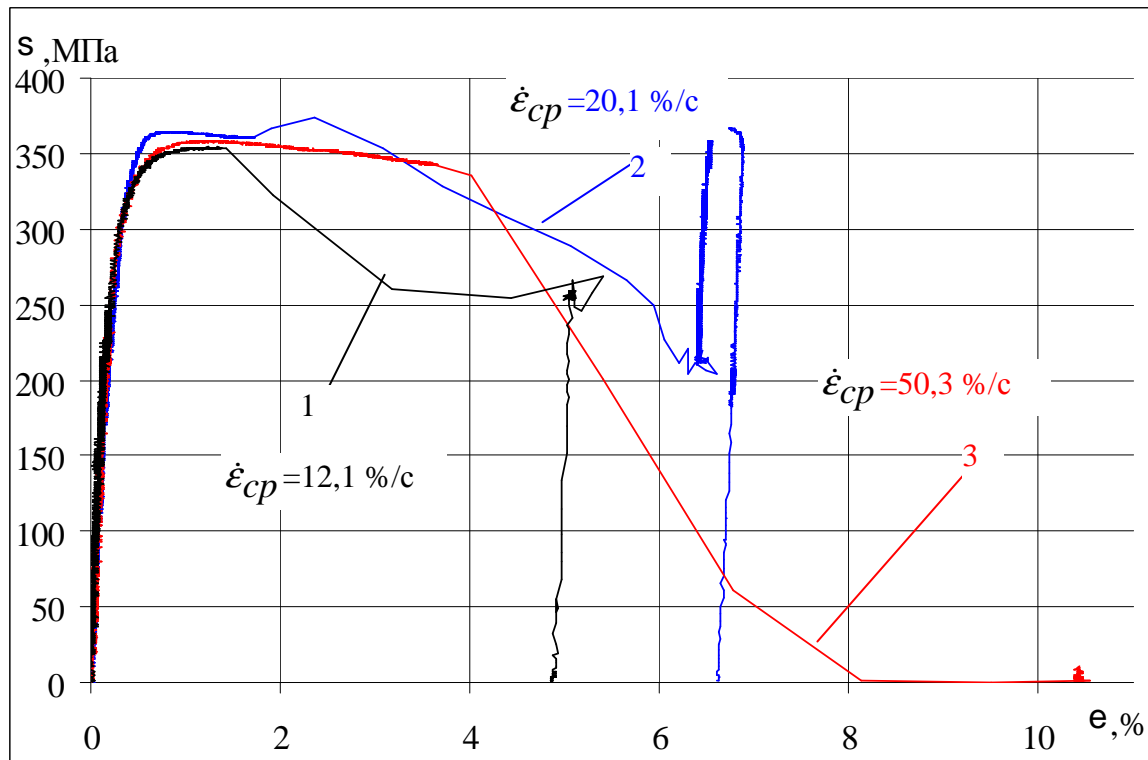


Рис.1. Результати випробувань алюмінієвого сплаву Д16 (а) і міді (б)

Така середня критична швидкість $\dot{\epsilon}_{ср.крит.}^{змін}$ для кожного матеріалу має своє значення, причому, наприклад, для сплаву Д16 - $\dot{\epsilon}_{ср.крит.}^{змін}$ досягає значення 36,6 %/с, а для міді - 50,3 5/с.

На рис.2 представлені залежності $\frac{\Delta\sigma}{\sigma_i} = f\left(\frac{\dot{\epsilon}_{cp}^{змін}}{\dot{\epsilon}^{стат}}\right)$ для досліджених матеріалів.

Цікаво зауважити, що за нахилами цих кривих можна по осі абсцис встановити діапазони відношення швидкості деформації $\frac{\dot{\epsilon}_{cp}^{змін}}{\dot{\epsilon}^{стат}}$ для кожного матеріалу, за яких ефекти короткочасного розміцнення пластичного матеріалу при раптових змінах у режимі навантаження статично невизначеної системи істотно суттєві.

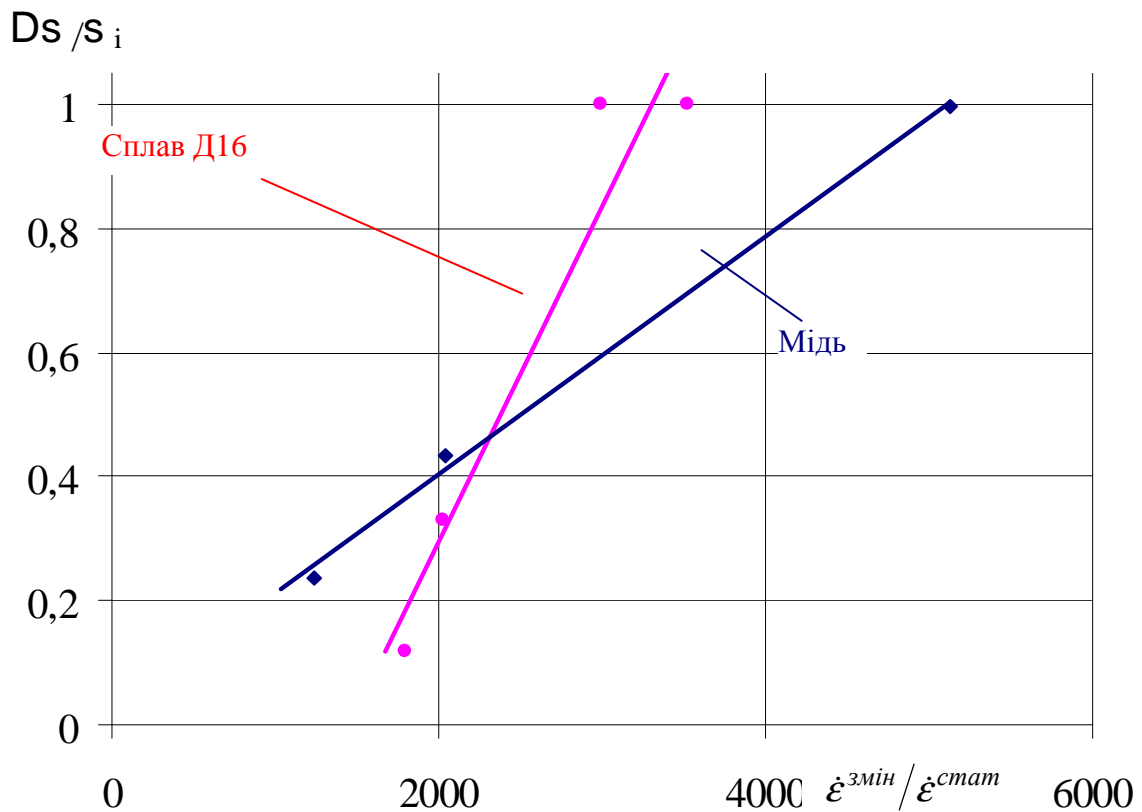


Рис.2. Залежності $\frac{\Delta\sigma}{\sigma_i} = f\left(\frac{\dot{\epsilon}_{cp}^{змін}}{\dot{\epsilon}^{стат}}\right)$ для досліджених матеріалів

Література

1. Чаусов Н.Г., Недосека С.А., Пилипенко А.П. Комплексная оценка поврежденности пластичных материалов при различных режимах нагружения // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2004. - № 3. С. 16 – 21.
2. Чаусов Н.Г., Пилипенко А.П. Кинетика разрушения металлов при сложных режимах нагружения // Вестник Уральского государственного технического университета (УПИ). – 2004. - № 22(52). – С. 118-124.
3. Chausov M.G., Pylypenko A.P. Laws of Deformation Processes and Fracture of Plastic Steel From the Point of View of Dynamic Overloading. - *Mechanika*. – 2005.- Nr. 4 (54) - P. 24-29.
4. Чаусов Н.Г., Войтюк Д.Г., Пилипенко А.П., Кузьменко А.М. Установка для испытания материалов с построением полных диаграмм деформирования. // Пробл. прочности. – 2004. - № 5. - С. 117-123.