

САФАРОВ Елман Гасанбей огли

канд. техн. наук,

доцент кафедри автомобільного транспорту

та сучасної інженерії

Відкритий міжнародний університет розвитку людини

«Україна»

ORCID ID: 0000-0002-4584-5539

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПРОВАДЖЕННЯ ЖОРСТКОГО БОЙКА У ПРУЖНО-ПЛАСТИЧНЕ СЕРЕДОВИЩЕ

Ефективне пробивання перешкод жорсткими бойками при помірних швидкостях визначається рівнем опору матеріалу. Робота присвячена визначенню опору впровадженню жорсткого конічного бойка з різними кутами при вершині на глибину, що перевищує довжину конуса при різних швидкостях.

Статичні експерименти проводили на гідропресі зі швидкістю впровадження 2 мм/хв (рис. 1).

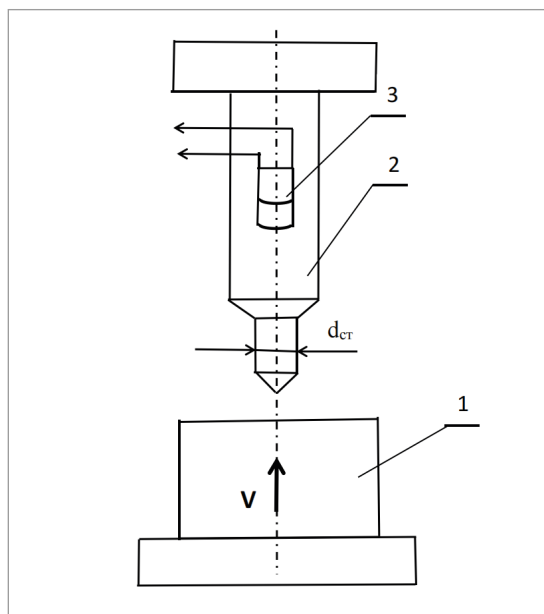


Рис. 1. Схема експерименту: 1 - зразок;
2 - стрижень; 3 - тензорезистор

Стрижні діаметром 7 мм з кутами при вершині 60° , 90° , 120° (рис. 1) впроваджували в зразок зі сплаву Д16Т і стали Ст.3 діаметром і висотою 60 см, що дозволяє знехтувати послаблювальним впливом бічної та тильної поверхонь.

Зусилля вимірювали за допомогою тензорезисторів, наклеєних на циліндричній частині стрижня. Опір впровадженню визначали діленням навантаження на площу проекції відбитка.

За експериментальними даними (рис. 2), опір впровадженню конічної частини стрижня практично не залежить від глибини впровадження (поки дотримується геометрична подібність відбитків), але залежить від кута при вершині, зростаючи з його зменшенням.

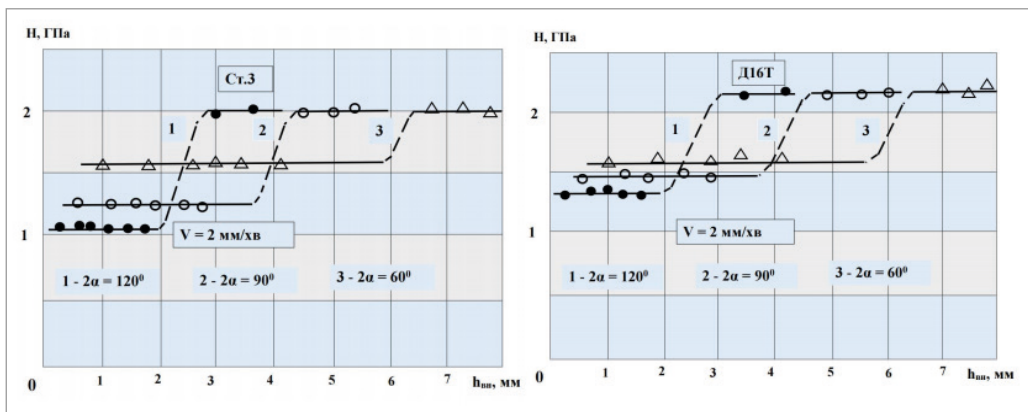


Рис. 2. Залежність опору впровадження від глибини

Впровадження стрижня на глибину, що перевищує довжину його конічної головної частини, характеризується підвищенням на 30...70 % опором впровадженню та вирівнюванням зусиль на стрижнях з різними кутами.

При більш високих швидкостях циліндричний боек діаметром 10 мм з конічною головною частиною з кутом при вершині 90° кріпили співвісне стовбуру пневматичної установки поблизу дульного зрізу¹. По бойку ударяли масивним зразком зі сплаву Д16Т. Зусилля впровадження оцінювали за радіальною пружною деформацією бойка, зареєстрованої за допомогою ємнісного датчика. Швидкості деформації не перевищували 350 м/с, що дозволило знехтувати інерційними ефектами внаслідок

¹ Сафаров, Е. Г. Методичні рекомендації до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни "Поведінка матеріалів при імпульсному навантаженні". Навчальне видання // Київ: Університет "Україна", 2025. 24 с.

їхньої малої відносної величини. Для вивчення процесу при вищих швидкостях деформації використовували бойки головною частиною (довжиною 15 мм) зменшеного діаметра (3...10 мм).

На рис. 3 показана типова діаграма «зусилля впровадження-час», з якої видно, що до впровадження конічної частини бойка (точка А) спостерігається приблизно лінійна залежність зусилля від глибини. Подальше поглиблення призводить до додаткового зростання опору до максимальної величини (точка В).

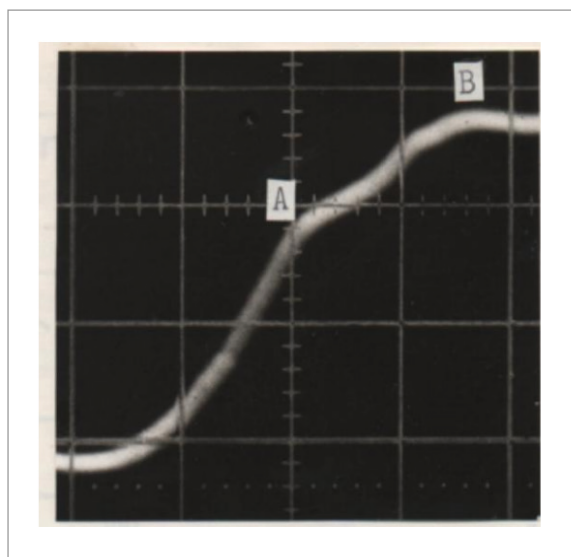


Рис. 3. Типова осцилограма впровадження жорсткого бойка в перешкоду ($v = 237$ м/с)

На рис. 4 наведена залежність усередненого опору матеріалу впровадженню бойків діаметрами 3 й 10 мм від усередненої швидкості деформації (темні точки відповідають опору впровадження бойка на глибину, що дорівнює довжині конічної частини (H_0), світлі - опору при більшій глибині ($\sigma_{вн}$)).

На залежності можна виділити три ділянки. На I ділянці ($\varepsilon < 5 \times 10^4 \text{ с}^{-1}$) $\sigma_{вн}$ й H_0 приблизно відповідають статичним рівням опорів. На II ділянці ($5 \times 10^4 < \varepsilon < 1,7 \times 10^5 \text{ с}^{-1}$) зі зростанням швидкості спостерігається суттєве зниження $\sigma_{вн}$ за незначної зміни рівня H_0 . На III ділянці ($\varepsilon > 1,7 \times 10^5 \text{ с}^{-1}$) має місце стійке зростання опору впровадження зі збільшенням швидкості, причому $\sigma_{вн}$ й H_0 близькі за величиною.

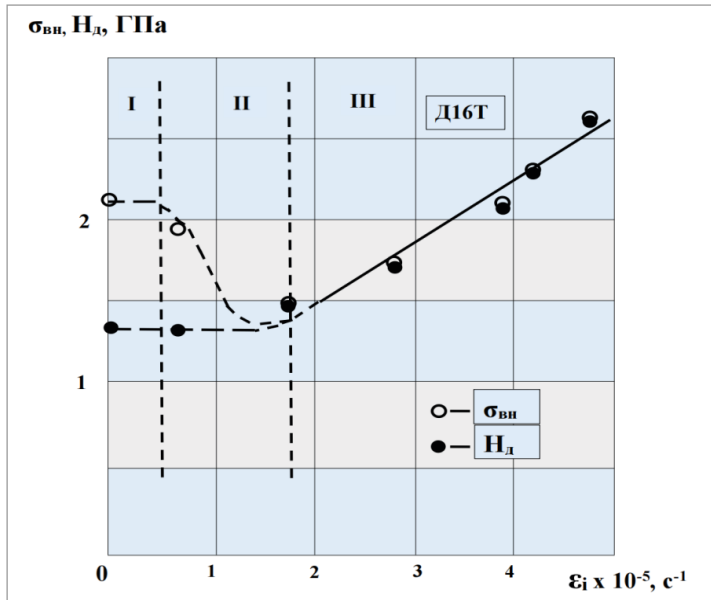


Рис.4. Залежність усередненого опору матеріалу впровадженню бойка від швидкості деформації

Аналізуючи процес впровадження, можна з достатньою обґрунтованістю прийняти, що в глибинних шарах металу послаблювальний вплив поверхні дуже мало. При цьому опір впровадженню визначається тиском, необхідним для розширення порожнини внаслідок об'ємного стиснення матеріалу в прилеглому до конуса зоні.

При помірних швидкостях впровадження бойка в перешкоду тепло, що виділяється в результаті пластичної деформації, знижує опір деформуванню і проникненню. Стійке зростання опору при високих швидкостях деформації, не пов'язане з гідродинамічним тиском, зумовлене підвищенням в'язкої складової опору матеріалу.