

УДК 621.833.002-19

Когут М.С.

ДУ “Львівська політехніка”, кафедра “Технологія машинобудування”

**ВПЛИВ ГЕОМЕТРІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ШТАМПА  
НА НАДІЙНІСТЬ ДЕТАЛЕЙ ТИПУ ПЛИТ,  
ДЕФОРМОВАНИХ СТИСКОМ**

© Когут М.С., 2000

Розроблено методику оцінки надійності деталей типу плит, деформованих стиском за допомогою запису діаграми руйнування призматичних зразків залежно від геометричної форми штампа (круга, квадрата, прямокутника). Наведена методика є ефективним інструментом для вивчення кінетики зародження та поширення тріщини в матеріалі деформованого зразка. На прикладі випробування зразка із органічного скла марки СОЛ, розмірів 100x100x100 мм доказана перспективність впровадження цієї методики в інженерну практику.

The technique of reliability prediction of details such as plates deformed by compression by record of the diagram destruction of samples depending on the geometrical form of a title block (of a circle, square, rectangle) is developed. The given technique is by the effective tool for learning a kinetics origin and distribution of a crack in a material of the deformed sample. On an example of test of a sample from an organic glass of a brand СОЛ, sizes 100x100x100 mm proved of implantation of the given technique in engineering practice.

Розв'язуванню контактних задач в пружно-пластичному формулюванні для визначення працездатності твердих тіл в умовах деформування стиском присвячено низку робіт [1-4]. Разом з тим, експериментальних досліджень щодо впливу геометрії та технології виготовлення штампів під час їх вдавлювання в тверде тіло для вивчення його руйнування, а зокрема відстеження моменту зародження та поширення тріщини в матеріалі дослідного зразка в літературі практично немає.

Метою роботи є вивчення надійності деталей типу плит в умовах стиску від дії штампів з круглим, квадратним і прямокутним плоским дном, яке контактує з плоскою поверхнею призматичного зразка.

Реалізацію цієї мети досягли таким способом.

Перед випробуваннями стиском вибрали призматичний тип зразка із органічного скла марки СОЛ, який виготовляли за такою технологією. З плити завтовшки 100 мм фрезеруванням вирізали заготовки у вигляді куба розмірів 100x100x100 мм. Для одержання прозорості зразків їхні грані оплавливали струменем полум'я газового пальника, а контактуючі поверхні (верхню і нижню), доводили до строгої площинності та паралельності: допуск на виготовлення  $T=0,02...0,03$  мм, що забезпечувало коректність випробувань на стиск.

Для стиску зразків використовували штампи трьох типів з плоскою основою кожен, а саме: круга (а); квадрата (б); прямокутника (в) (рис.1).

Круговий штамп мав такий діаметр основи:  $D=20$  мм і висоту  $H=20$  мм. Квадратний штамп мав основу розмірів  $a \times a=20 \times 20$  мм і висоту  $H=20$  мм. Прямокутний штамп мав розміри при основі  $a \times b=100 \times 20$  мм і по висоті  $H=20$  мм.

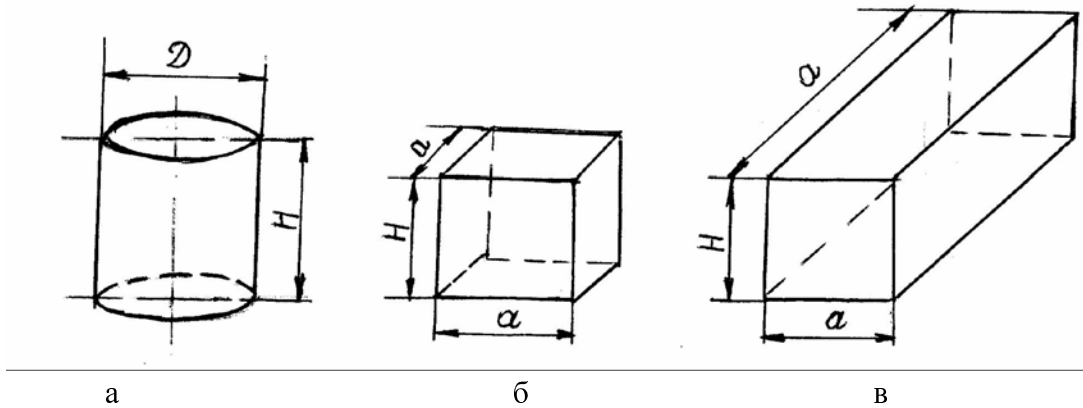


Рис. 1. Геометричні форми штампів: а – круга, б – квадрата, в – прямокутника.

Треба відзначити, що запропоновані розміри основ штампів є в декілька разів менші від розмірів основи зразка, що дозволяло мінімізувати вплив країв зразка на напружений стан в околі штампа і цим самим найбільше приблизити до реальності проведення експериментів.

З метою одержання штампів з підвищеною твердістю та міцністю їх виготовляли із пружинної сталі 65Г. Технологія виготовлення та термічного зміцнення штампів із такої сталі полягала в наступному: з листового матеріалу завтовшки 25 мм за допомогою фрезерування вирізали заготовки прямокутної і квадратної форм. Для виготовлення кругового штампа використовували пруток  $\varnothing 22$  мм, який обробляли на токарному верстаті. Потім всі заготовки піддавали термічному зміцненню (гартування при  $870^\circ \text{C}$ , витримка 20 хв, охолодження в оливі та низький відпуск при  $150 \text{C}$ , витримка протягом двох годин і охолодження разом з піччю). Вказаний режим термообробки заготовок забезпечував для сталі 65 Г твердість HRC 60 - 65 одиниць за шкалою Роквела. Заключними операціями було шліфування зовнішніх поверхонь штампів, а також доведення поверхонь до шорсткості за параметром  $R_a=0,32$  мкм. Потрібно відмітити, що контактуючі (верхні і нижні) поверхні основи штампів були виконані з підвищеними вимогами щодо паралельності (допуск паралельності  $T \leq 0,01$  мм), що забезпечувало надійне змикання поверхонь зразка і штампа під час деформування стиском.

Дослідження контактної взаємодії зразків і штампів здійснювали на розривній машині РМ-25, яка була обладнана необхідними пристроями та контрольно-вимірювальною технікою.

Блок-схема установки показана на рис.2. Її складовими є електродвигун 1; муфта пальцева 2; силовий механізм 3; гвинт 4; нижня плита 5, на яку встановлюють дослідний зразок 6 зі штампом 7; верхня траверса 8, хобот 9; оправка 10 для закріплення давачів 11; тензопідсилювач сигналів 12; двокоординатний самописець 13 марки ПДС - 021 М.



руйнування в пружній діяльності був прямолінійним, а з моменту появи першої

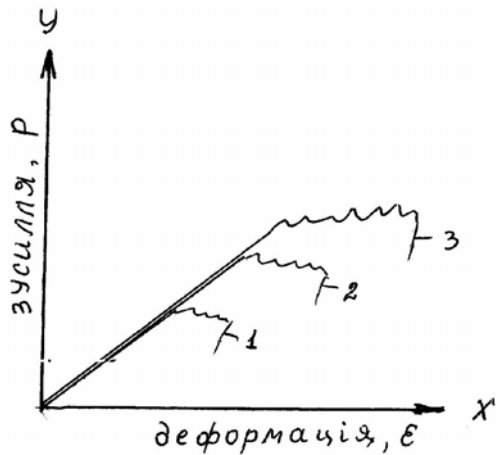


Рис. 3. Характерні вигляди діаграм руйнування після вдавлювання різних форм штампів:  
а – круга; б-квадрата; в-прямокутника.

мікротріщини носив стрибко-подібний характер (виступи - впадини) аж до повного руйнування зразків (рис.3).

Оскільки дослідний зразок з органічного скла був прозорим після полірування його граней, то процеси, які фіксувались записом діаграми руйнування й акустичними сигналами, синхронно підтверджувались візуальними спостереженнями.

Особливо цікавою виявилась кінетика руйнування зразків. Отже,

під час вдавлювання штампа у зразок, з моменту появи першого "стрибка" на діаграмі, всередині матеріалу зразка під штампом появляється матова об'ємна поверхня, яка поступово "розпливається" донизу в міру зростання стискаючих зусиль. Форма об'ємної поверхні залежить від виду і розмірів штампа. Зі зростанням цієї матової поверхні всередині зразка до граничних розмірів в ній зароджуються мікротріщини, які, збільшуючись, повільно зливаються в мікротріщину. Підростання останньої до критичного значення завершується лавинним поширенням, що призводить до повного руйнування зразка на кілька безформених частин. Треба відзначити, що чим менші розміри штампа, тим менше осколків зруйнованого зразка. Так, після вдавлювання циліндричного штампа з плоским дном  $\varnothing 10$  мм дослідний зразок зруйнувався на дві частини. Вдавлюючи квадратний і прямокутний штампи зруйнований зразок мав три безформенні частини.

Візуальні обстеження злому поверхні руйнування зразка від дії кругового штампа  $\varnothing 10$  мм показали три явно виражені характерні сегментні зони: зону передруйнування, зону повільного підростання тріщини та зону спонтанного поширення тріщини (зону долому), які адекватно відображають розміри "скачків" на повній діаграмі руйнування.

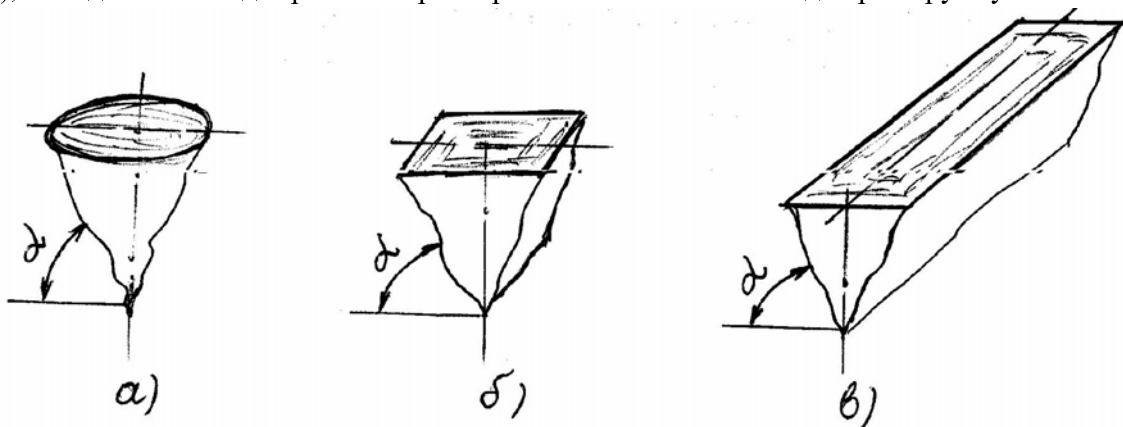


Рис.4. Фрагменти тіл, утворених в об'ємі призматичного зразка, після руйнування від штампів різних форм: а – круга, б – квадрата, в – прямокутника.

Найбільш цікавим результатом проведених експериментів залежно від форми штампа виявився фрагмент тіла, яке отримується під дном штампа після руйнування зразка. Так, під час вдавлювання кругового штампа отримано практично прямий круговий конус, твірна якого нахилена під кутом  $\alpha \approx 70^\circ$  до основи конуса (рис.4,а). Для квадратного штампа отримано правильну чотирикутну піраміду, грані якої також утворювали з площиною основи кут  $\alpha \approx 70^\circ$  (рис.4,б). Для прямокутного штампа одержано трикутну призму, бічні грані якої утворювали з площиною основи також кут  $\alpha \approx 70^\circ$  (рис. 4,в). Як бачимо, незалежно від геометричної форми штампа, значення кута  $\alpha$  нахилу поверхні руйнування до основи тіла, є сталі.

Отже, внаслідок виконаних експериментальних досліджень можна зробити такі висновки:

1. Розроблено методику оцінки надійності деталей типу плит, деформованих стиском з записом діаграми руйнування, яка є ефективним інструментом з вивчення зародження та поширення тріщин у конструкційному матеріалі.

2. Руйнування зразків від дії штампів з плоскою основою, починається в околі контуру штампів; при цьому найбільш ймовірно руйнування відбувається за рахунок дотичних напружень (зсуву, сколу), а зароджувальні тріщини розвиваються вздовж поверхні, що нахилена під кутом  $\alpha \approx 70^\circ$  до площини основи зразка незалежно від геометричної форми штампа.

3. Як наслідок від руйнування після вдавлювання штампів різних геометричних форм при основі, в об'ємі призматичних зразків виникають фрагменти тіл, які мають форму, близьку до кругового конуса для кругового штампа; форму, близьку до чотирикутної піраміди для квадратного штампа та форму трикутної призми для прямокутного штампа.

*1. Кознаев В.П., Махутов Н.А., Гусенков А.П. Расчеты деталей машин и конструкций на прочность и долговечность. Справочник. М., 1985. 2. Галин Л.А. Контактные задачи теории упругости и вязкоупругости. М., 1980. 3. Тимошенко С.П., Гудьер Дж. Теория упругости. М., 1975. 4. Черепанов Г.П. Механика хрупкого разрушения. М., 1974.*

УДК 621.833.1.001.2

**Кузьо І.В., Васильєва О.Е.**

**ДУ “Львівська політехніка”, кафедра “Теоретична механіка”**

## **ВПЛИВ ДИНАМІЧНИХ ПЕРЕВАНТАЖЕНЬ ЗУБЧАСТИХ ПЕРЕДАЧ НА ЇХ МІЦНІСТЬ**

© Кузьо І.В., Васильєва О.Е., 2000

**Розглянуто вплив динамічних перевантажень зубчастих передач під час експлуатації на їх втомлювальну міцність за рахунок уточненого визначення коефіцієнта динамічного навантаження зубців, який враховується під час розрахунків.**

**In this article influencing dynamic overloads of gear drives on their fatigue resistance is reviewed during their exploitation. The mathematical relation for updated**