

УДК 621.7.044

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛЯ ВНЕШНЕЙ НАГРУЗКИ ПРИ ВЗРЫВНОЙ ОБРАБОТКЕ**О. В. Троцко**Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского
ул. Первомайская, 20, г. Кременчуг, 39600, Украина. E-mail: vldrag@kdu.edu.ua

Представлена схема модельной оснастки и методика определения поля внешнего нагружения в ограниченном объеме жидкости. Приведены графические зависимости максимального давления, импульса давления и постоянной времени спада ударной волны от величины массы заряда. Показано распределение указанных характеристик по образующей. Установлено, что распределение давления, импульса давления и постоянной времени спада ударной волны по образующей происходит неравномерно. В результате проведения экспериментов даны рекомендации по выбору формы заряда, что позволило снизить массу заряда взрывчатого вещества и уменьшить ударное воздействие на технологическую оснастку.

Ключевые слова: давление, распределение, импульс давления, поле внешней нагрузки, постоянная времени спада.

РОЗПОДІЛ ПОЛЯ ЗОВНІШНЬОГО НАВАНТАЖЕННЯ ПРИ ВИБУХОВІЙ ОБРОБЦІ**О. В. Троцко**Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна. E-mail: vldrag@kdu.edu.ua

Наведена схема модельного оснащення та методика визначення поля зовнішнього навантаження в обмеженому об'ємі рідини. Приведені графічні залежності максимального тиску, імпульсу тиску й постійної часу спаду ударної хвилі від величини маси заряду. Наведено розподіл цих характеристик за утворюючою. Встановлено, що розподіл тиску, імпульсу тиску й постійної часу спаду ударної хвилі за утворюючою відбувається нерівномірно. В результаті проведення експериментів наведені рекомендації щодо вибору форми заряду, що дозволило знизити масу заряду вибухової речовини й зменшити ударну дію на технологічне оснащення й навколишнє середовище.

Ключові слова: тиск, розподіл, імпульс тиску, поле зовнішнього навантаження, постійна часу спаду.

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ. В настоящее время в штамповочных цехах предприятий обрабатывается значительное количество деталей из листового металла, профилей и труб из самых различных материалов, что составляет до 60% общей номенклатуры всех деталей. Проблематичными остаются процессы изготовления деталей сложной формы из листовых материалов, которые не могут быть отштампованы с помощью двухинструментной схемы (пуансон-матрица), а существующее оборудование для изготовления этих деталей с применением гидростатики или других методов чрезвычайно дорогое, сложное и во многих случаях ненадежно. В связи с этим перспективным направлением в производстве является применение импульсных методов обработки [1].

Значительные энергетические возможности, мобильность, экономичность и простота импульсных методов металлообработки обуславливают их применение для изготовления сложных по форме деталей из высокопрочных и интенсивно упрочняющихся материалов, получение которых традиционными методами затруднительно. Импульсные методы металлообработки открывают новые возможности для конструирования деталей имеющих форму и размеры, которые невозможно получить с использованием обычного штамповочного оборудования [2, 3].

Одним из основных параметров, посредством которых определяется характер формообразования детали при взрывной штамповке, является поле внешней нагрузки, генерируемое сосредоточенными зарядами взрывчатого вещества. Для штамповки на предприятиях используются сферические и линей-

ные заряды, а взрывы производятся в оснастке, имеющей определенную конфигурацию. Как показывает анализ номенклатуры изготавливаемых деталей замкнутого контура, основной объем занимает цилиндрическая оснастка. Известные зависимости, предложенные Р. Коулом [4], Ф.А. Баумом, К.П. Станковичем [5], а также другими авторами, получены для случаев взрыва в безграничной жидкости и оказываются неверными для определения параметров внешней нагрузки в ограниченных объемах.

Целью работы является установление характера распределения поля внешней нагрузки по образующей поверхности в зависимости от массы заряда в ограниченном объеме.

МАТЕРИАЛ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ. Для определения поля внешней нагрузки использовали модельную оснастку представляющую собой толстостенный цилиндр $\varnothing 450$ мм, высотой 250 мм и толщиной стенки 16 мм. Материал оснастки – сталь 45. В оснастке подрывался заряд взрывчатого вещества, который располагался по оси цилиндра, центр заряда располагался на расстоянии, равном половине высоты оснастки. Во время взрыва производилось измерение поля давления вдоль образующей в зависимости от времени. Схема установки представлена на рис. 1. Измерение давления в зависимости от времени производилось посредством пьезоэлектрического стержневого преобразователя. Запись сигнала производилась на запоминающий осциллограф. Расшифровка полученных осциллограмм и их обработка производилась с использованием аппарата математической статистики.

[Введите текст]

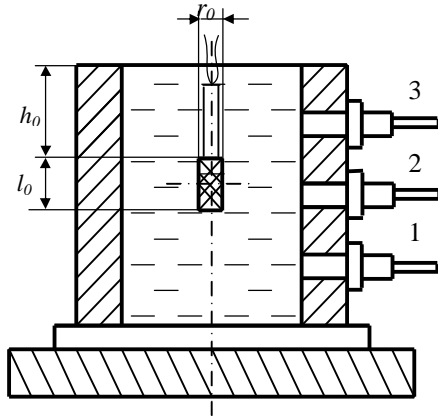


Рисунок 1 – Схема установки:
1, 2, 3 – датчики, l_0 – длина заряда, h_0 – глубина погружения, r_0 – диаметр заряда

По полученным данным построены зависимости максимального давления $P_m = f(G)$ и импульса давления $J = f(G)$ для данной оснастки, геометрия которой является копией реальной оснастки, применяемой для штамповки серийных деталей (рис. 2, 3).

Из графиков видно, что давление P_m распределено по образующей неравномерно. Максимальные давления возникают на расстоянии $\bar{H} = 0,5$, т.к. здесь минимальная дистанция до взрывчатого вещества. По теории давления P в точках $\bar{H} = 0$ и $\bar{H} = 1,0$ должны быть равны, но этого не наблюдается, т.к. кольцевая оснастка стоит на металлической плите, образующей дно.

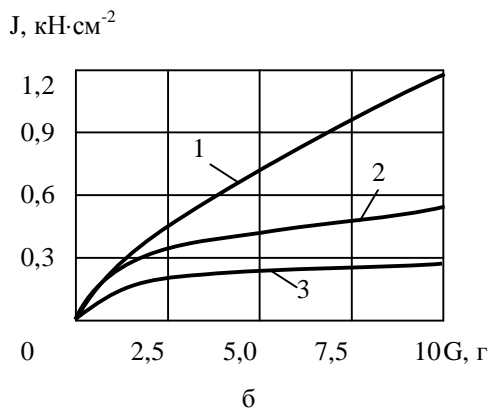
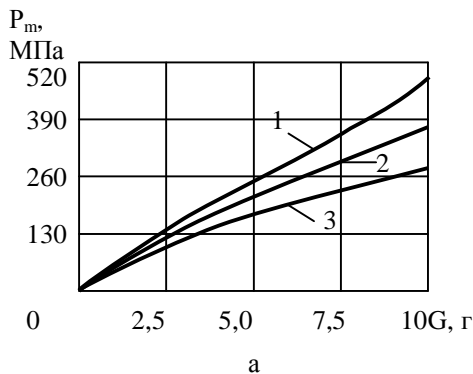


Рисунок 2 – Зависимость максимального давления P_m (а), импульса давления J (б) от массы заряда:
1 – датчик "1"; 2 – датчик "2"; 3 – датчик "3"
[Введите текст]

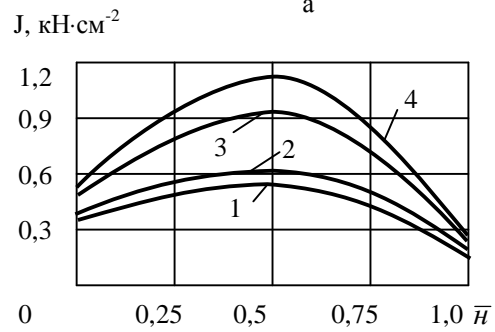
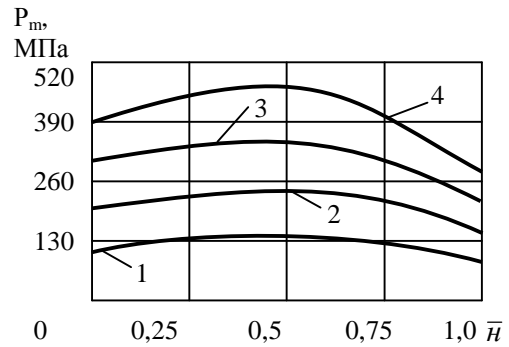


Рисунок 3 – Распределение давления P_m (а) и импульса давления J (б) по образующей:
1 – заряд 3 г; 2 – заряд 5 г; 3 – заряд 7,5 г; 4 – заряд 10 г

В связи с этим возникающие отраженные волны имеют P_m у дна выше, чем у верхнего среза оснастки. Кроме того, с увеличением величины заряда давление и импульс давления возрастают по всей образующей. Зависимость постоянной времени θ от величины заряда и распределение ее по образующей представлено на рис. 4.

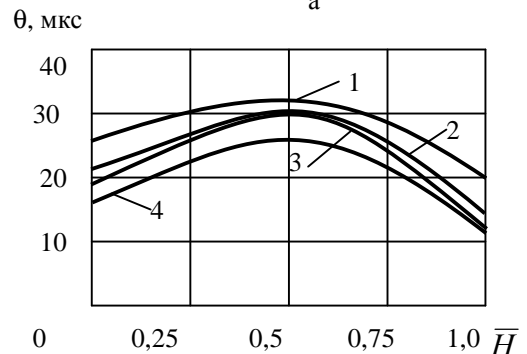
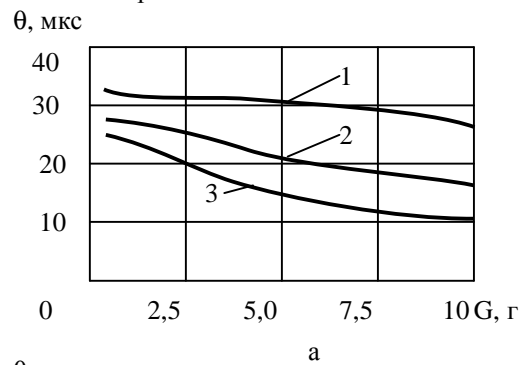


Рисунок 4 – Зависимость θ от заряда G (а) и распределение ее по образующей оснастки (б) для фиксированных зарядов: 1 – 2,5 г; 2 – 5 г; 3 – 7,5 г; 4 – 10 г

Значение величины θ падает с увеличением величины заряда G , распределение же по образующей имеет тот же характер, что и у давления P , и импульса давления J .

ВЫВОДЫ. Полученные результаты могут быть использованы для решения оптимизационных задач взрывной металлообработки и получения качественной картины по параметрам нагружения для других видов взрывных работ. В результате проведения экспериментальных исследований по качественной и количественной оценке влияния массы заряда на характер деформирования и распределение давления по поверхности заготовки установлено: наиболее приемлемо, с технологической точки зрения, использовать сферический заряд; применение цилиндрического заряда позволяет снизить общую массу заряда взрывчатого вещества на 10–15%, т.е. таким образом уменьшить расход взрывчатого вещества и снизить ударное воздействие на технологическую оснастку.

ЛИТЕРАТУРА

1. Высокоэнергетические импульсные методы

обработки металлов / В.Г. Степанов, И.А. Шавров. – Л.: Машиностроение, 1975. – 280 с.

2. Штамповка листовых деталей взрывом на ОАО «Мотор-Сич» / В.А. Богуслаев, О.И. Гавриш, С.А. Стадник // *Авиационно-космическая техника и технология*. – Х.: ХАИ, 2007. – Вып. 11/47. – С. 194–195.

3. Казанович Л. Е. Опыт внедрения импульсных методов листовой штамповки в условиях серийного производства // *Импульсная обработка металлов давлением*. – Х., 1981. – Вып. 9. – С. 122–125.

4. Коул Р. Подводные взрывы / Пер. с англ. – М.: Изд-во иностр. лит., 1950. – 493 с.

5. Физика взрыва / Б. А. Баум, К.П. Станюкович, Б.И. Шехтер. – М.: Гос изд: Физ. мат. лит., 1959. – 800 с.

6. Выбор оптимальных параметров деформации при формоизменении листовых заготовок в процессе вытяжки // В.В. Драгобецкий, О.В. Троцко, Е.А. Наумова, Ю.А. Бойко // *Вісник Східноукраїнського національного університету ім. Володимира Даля*. – Луганськ, 2008. – № 6(124), част. 1. – С. 22–25.

DISTRIBUTION OF THE EXTERNAL LOADING FIELD AT EXPLOSIVE TREATMENT

O. Trotsko

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University

vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk, 39600, Ukraine. E-mail: vldrag@kdu.edu.ua

The scheme of modeling equipment and technique of determining of the field of external loading in a limited volume of liquid are presented. The characteristic curves of dependences of maximum pressure, pressure momentum and time response of shock wave roll-off on the mass of charge are presented. The distribution of these characteristics along the generatrix surface is shown. It is established that distribution of pressure, pressure momentum, and the time response of shock wave roll-off along the generatrix surface is irregular. Resulting from the experiments performed the recommendations for charge shape choosing are offered, that allows reduce both explosive charge mass and shock impact on industrial equipment.

Key words: pressure, distribution, pressure momentum, external loading field, roll-off time response.

REFERENCES

1. *High-energy pulse methods of metal treatment* / V. G. Stepanov, I. A. Shavrov. – Leningrad.: Mashinostroenie, 1975. – 280 p. [in Russian]

2. Stamping of sheet parts by explosion at «Motor Sich», JSC / B. A. Boguslayev, O. I. Gavrish, S. A. Stadnik // *Aerospace equipment and technology*. – Kharkiv: KHAI, 2007. – Iss. 11/47. – PP. 194–195. [in Russian]

3. Kazanovich L. Ye. Implementation practice of pulse methods of sheet stamping in the conditions of a mass production // *Pulse treatment of metals by pressure*. – Kharkiv, 1981. – Iss. 9. – PP. 122–125. [in Russian]

4. Cole R. *Underwater explosions* / Translation from Engl. – Moscow: Foreign Literature Publishing

House, 1950. – 493 p. [in Russian]

5. *Physics of explosion* / F. A. Baum, K. P. Staniukovich, B. I. Shekhter. – Moscow: State Publishing House: Phys., Maths. Lit. 1959. – 800 p.

6. Selection of optimum parameters of deformation during the forming of sheet workpiece under extension process // V. V. Dragobetsky, O. V. Trotsko, Y. A. Naumova, Y. A. Boiko // *The bulletin of Volodymyr Dal East Ukrainian National University*. – Lugansk, 2008. – № 6 (124), part 1. – PP. 22–25. [in Russian]

Стаття надійшла 22.10.2012.

Рекомендовано до друку
д.т.н., проф. Драгобецьким В.В.