

ПРОВЕДЕНИЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ПРОЦЕССА ГИДРОУДАРНОЙ ШТАМПОВКИ ДЕТАЛЕЙ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ ИЗ ТОНКОЛИСТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТРИЦ

Шпарло Д.А., Покровский А.И.

Физико-технический институт НАН Беларуси,
г. Минск, Беларусь

При производстве деталей методом гидроударной штамповки, немаловажную роль играет подготовка формообразующего инструмента. Классически он изготавливается из штамповой стали и требует применения точного и высокотехнологического оборудования. По этой причине процесс его изготовления является долгим и дорогостоящим, особенно в случае, когда на поверхности инструмента выполнен сложный рельеф.

Изготовление опытных образцов деталей является дорогостоящим, зачастую возможность быстрой корректировки оснастки (штамповой) отсутствует. Следовательно, целесообразно рассмотреть изготовление формообразующего инструмента аддитивным методом. Одним из самых распространённых методов формирования поверхности аддитивным способом является печать полимеров на 3D-принтере. В связи с этим, возникает вопрос, связанный с возможностью использования пластика в качестве инструмента для формообразования.

В работе было проведено исследование возможностей применения формообразующего инструмента, изготовленного аддитивными методами, для гидроударной штамповки путём моделирования, для понимания целесообразности применения указанной технологии.

Решая математическую модель процесса удара по ограниченному объёму жидкости с рассмотрением волновых процессов в жидкости [1,2] были получены зависимости максимального давления в камере от энергии удара при массе бойка 226г, высотой столба жидкости 70мм и массой жидкости 137г (рис. 1).

Так же была построена зависимость максимального давления в жёсткой камере от энергии удара при различной относительной массе бойка $L=90\text{мм}$, $m_{ж}=176\text{г}$, массы бойков: 93; 265; 771; 995; 1471 грамм, соответствующие коэффициенты α (отношение массы жидкости в рабочей камере к массе бойка равны): 1,882; 0,654; 0,228; 0,177; 0,119 (рис. 2).

Таким образом, зная энергию удара, можно управлять давлением внутри камеры для получения нужной толщины и конфигурации требуемого изделия не превышая предел прочности неметаллической оснастки.

При этом, имея исходную конфигурацию оснастки, можно увидеть деформации, смоделировав нагружение в различных CAD и CAE-

программах, например, Solid Works. Пример моделирования деформаций матрицы из ABS-пластика при давлении 85МПа представлен на рис. 3. По результатам моделирования видны опасные места матрицы, однако деформация материала и возникающие напряжения очень малы, поэтому энергию удара бойком 771г. в 253,5 Дж, матрица выдерживает без разрушений и деформаций.

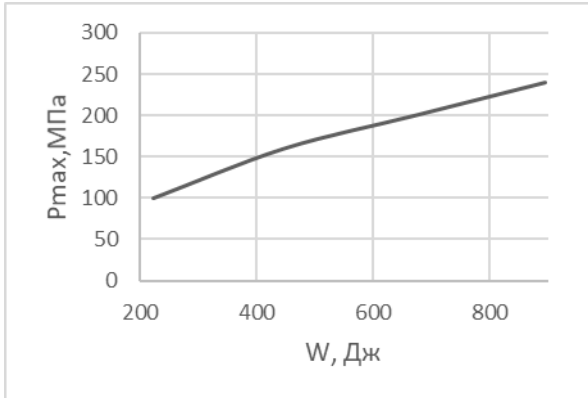


Рис. 1 – Зависимость давления от энергии при $m_б=226г$, $L= 70мм$, $m_ж=137г$.

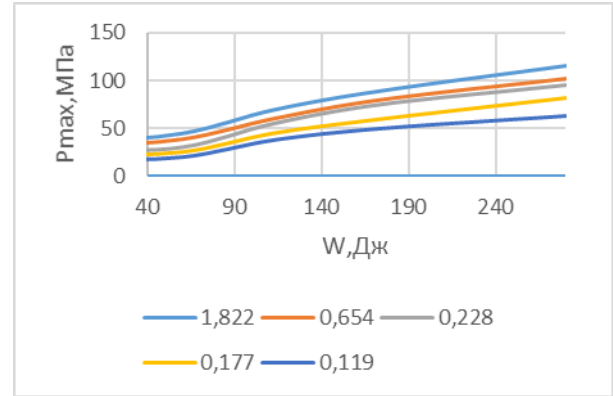


Рис. 2 – Зависимость максимального давления в жёсткой камере от энергии удара при различной относительной массе бойка $L=90мм$, $m_ж=176г$, массы бойков: 93; 265; 771; 995; 1471 грамм

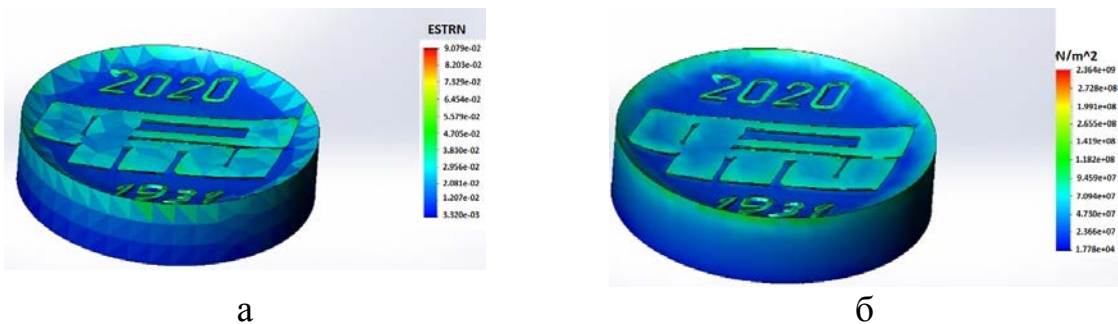


Рис.3 – Результат моделирования матрицы из ABS-пластика, масса бойка 771 грамм, энергия удара 253 Дж.

а — Эквивалентная деформация алгебраическая сумма нормальных деформаций и сдвигов по координатным осям (ESTRN); б — Напряжения ($Н/м^2$)

Исследования выполнены в рамках договора с БРФФИ № Т21М-100 от 01.07.2021г. (№ гос. регистрации 20213388).

1. Бронин Г.К. Определение некоторых параметров процесса удара по жидкости, находящейся в замкнутом объёме // Кузнеч.-штамповоч. Пр-во. – 1971. - №11.
2. Тимошенко С.П. Колебания в инженерном деле. –М.: Наука, 1967.