

В. И. ЗАЯРНЫЙ

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ НА УДАРНУЮ ВЯЗКОСТЬ И ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФОРМЫ ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ СТЕРЖНЯ НА ПРОЧНОСТЬ ПРИ СРЕЗЕ

При экспериментальном определении сопротивления металла срезу деформация сдвига осложняется изгибом и смятием испытуемого материала.

Степень влияния изгиба зависит от многих причин: от длины срезающих матриц, поперечного сечения образца, формы поперечного сечения, величины зазора.

При постоянной длине срезающих матриц и постоянной площади сечения можно установить влияние формы поперечного сечения на прочность образца при срезе. Это влияние формы поперечного сечения должно отразиться на величине среднестатистического напряжения сдвигу при статической нагрузке и на величине энергии, затраченной на срез при ударной нагрузке.

Проверяя экспериментально свои соображения, автор прежде всего произвел испытания по установлению влияния конфигурации поперечного сечения образца на величину наибольшего срезающего усилия¹.

Испытания производились для образцов с четырьмя видами сечений: круглого, квадратного, треугольного и прямоугольного. Некруглые образцы испытывались в двух положениях: прямоугольные — при действии силы перпендикулярно к меньшей и к большей стороне; квадратные — при действии силы в направлении диагонали и в направлении стороны; треугольные — при действии силы на ребро и на основание. Было испытано по пять образцов каждого вида сечения. Образцы представляли собой прямые стержни длиной 60 мм с одинаковой площадью поперечного сечения, но с различной конфигурацией площади поперечного сечения. Материал — сталь 3, с числом твердости по Бринеллю — H_b — 114.

Для каждого вида сечения было изготовлено из каленой стали по три втулки длиной 20 мм. Две крайние втулки имели диаметр 20 мм, а средняя — 22 мм (на рис. 1 изображены торцы втулок и срезы образцов).

Образцы подвергались срезыванию на пятитонном прессе с помощью приспособления, изображенного на рис. 2. Приспособление состоит из вилки с отверстиями диаметром 20 мм, в вилке перемещается продушина с отверстием диаметром 22 мм; в отверстия вставляются втулки (матрицы) с образцами. Сверху на приспособление одеваются хомутик, который не дает крайним матрицам возможности расходиться во время испытаний и обеспечивает тем самым наилучшие условия для среза.

¹ В испытаниях принимали участие студенты Б. С. Шехтман, Д. М. Стефак, Л. И. Зайчик, С. М. Ярема.

Срез образца производится по двум плоскостям. Процесс изменения срезающего усилия регистрировался автоматической записью диаграммы. Анализ средних результатов испытаний пяти образцов для каждого вида сечений показывает, что если принять среднестатическое напряжение для круглых образцов за 100%, то превышение напряжения в процентах для остальных сечений составит: в квадратных образцах — 0%; в квадратных образцах (сила направлена по диагонали) — 0%; в прямоугольных образцах (сила направлена перпендикулярно большей стороне) — 0,8%; в треугольных образцах (сила приложена к основанию) — 0,9%; в треугольном образце (сила направлена со стороны ребра) — 1,2%; в прямоугольном образце (сила направлена перпендикулярно к меньшей стороне) — 2%.

Таким образом, при статической нагрузке конфигурация малых поперечных сечений может оказывать некоторое влияние на величину среднестатических напряжений.

Для элементов прямоугольного поперечного сечения с соотношением

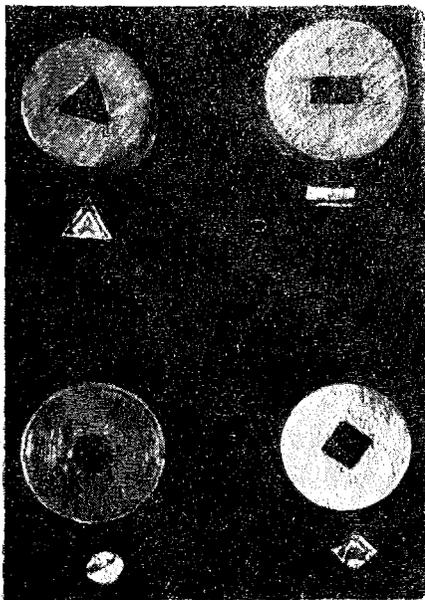


Рис. 1. Торцы срезающих втулок и срезы образцов.

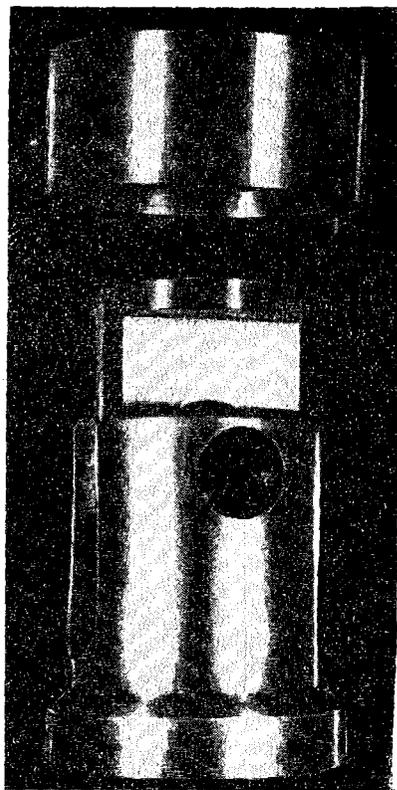


Рис. 2. Приспособление, с помощью которого производился срез образцов.

сторон $\frac{b}{c} = 2$ (при действии силы вдоль длинной стороны) можно ожидать экономии на металле около 2%.

Для выяснения влияния конфигурации поперечного сечения на величину работы, необходимую для среза при ударной нагрузке, было разработано и осуществлено специальное приспособление к ударному копру обычного типа. Мощность копра 30 кГм. Приспособление 1 предназначено для испытаний на условно жесткий ударный срез, но может быть использовано и для испытаний на упругий ударный срез.

Приспособление 1 для жесткого ударного среза состоит из двух обратно симметричных подушек $П_1$, изображенных на рис. 3, набора крайних матриц (M), вставляемых попарно в специальные отверстия опорных подушек, и средних матриц (M_0) большего наружного диаметра, чем крайние матрицы. Размеры внутренних отверстий каждого комплекта матриц соответствуют размерам поперечного сечения испытуемого образца. На среднюю матрицу (M_0) надевается кольцо (K) из мягкой стали, для предохранения средней матрицы от повреждения сосредоточенным ударом. Энергия, поглощаемая кольцом (K), составляет 0,2 кГм, в то время как погрешность копра не превышает 0,4 кГм. Приспособление 1 в собранном на копре виде показано на рис. 4.

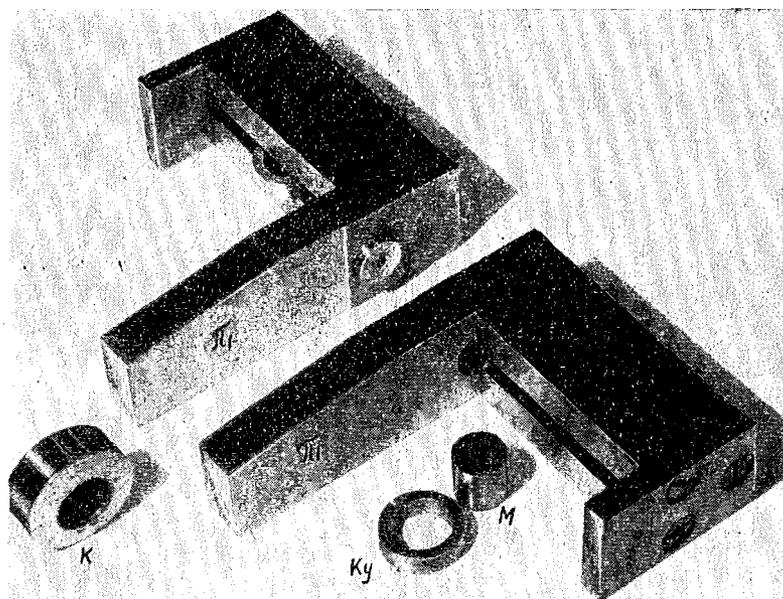


Рис. 3. Приспособление № 1 для испытаний на жесткий ударный срез.

Испытывалось на ударный срез по три образца для каждого вида поперечного сечения при прежних характеристиках материала. Результаты испытаний сведены в таблицу.

Как видно из таблицы 1, процент превышения работы при жестком ударном срезе по отношению к работе, затраченной на разрушение круглых образцов, составляет для квадратных сечений — 5%; для треугольных сечений — 12%; для прямоугольных сечений — 29%.

В заключение следует отметить, что анализ результатов испытаний приводит к интересным практическим выводам. Так, например, применением соединительных элементов, работающих на срез, треугольного сечения вместо круглого сечения можно достичь экономии в металле при ударной нагрузке до 12%.

Применение соединительных элементов прямоугольного сечения вместо круглого сечения, с отношением сторон, равным 2, может дать при статической нагрузке экономию до 2%, а при ударной нагрузке до 29%.

Результаты испытаний на ударный срез

Форма сечения и направление удара	Размеры образцов (в мм)	Площадь сечения (в мм ²)	Работа, затраченная на 2 среза	Среднее значение работы каждого вида сечения	Работа по отношению к круглому образцу (в %)
Круг диаметра	$d = 5,8$	26,5	5,6		
	$d = 5,8$	26,5	5,6	5,8	100
	$d = 5,9$	26,7	5,9		
Прямоугольник с меньшей стороной c и большей b , сила перпендикулярна к большей стороне	$c = 3,8 \quad b = 7,5$	28,5	5,6		
	$c = 3,7 \quad b = 7,5$	27,75	5,5	5,6	97
	$c = 3,7 \quad b = 7,5$	27,75	5,7		образец был изогнут
Прямоугольник, сила перпендикулярна к меньшей стороне.	$c = 3,7 \quad b = 7,5$	27,75	27,75	12	
	$c = 3,7 \quad b = 7,5$	27,75	7,6	7,5	129
	$c = 3,7 \quad b = 7,5$	27,75	7,4		
Равносторонний треугольник со стороной m , сила перпендикулярна к ребру	$m = 8,18$	28,95	6,6		
	$m = 8,08$	28,23	6,4	6,5	112
	$m = 8,18$	28,95	6,5		
Треугольник со стороной m , сила перпендикулярна к грани.	$m = 8,18$	28,95	6,0		
	$m = 8,0$	27,68	5,8	5,9	102
	$m = 8,19$	28,95	5,9		
Квадрат со стороной a , сила перпендикулярна к грани.	$a = 5,3$	28,2	6,2		
	$a = 5,3$	28,2	6,2		
	$a = 5,3$	28,2	6,1	6,1	105
	$a = 5,3$	28,2	6,0		
	$a = 5,3$	28,2	6,2		

Технология изготовления соединительных элементов треугольного и прямоугольного сечения и соответствующих отверстий во многих случаях не сложнее технологии изготовления круглых сечений.

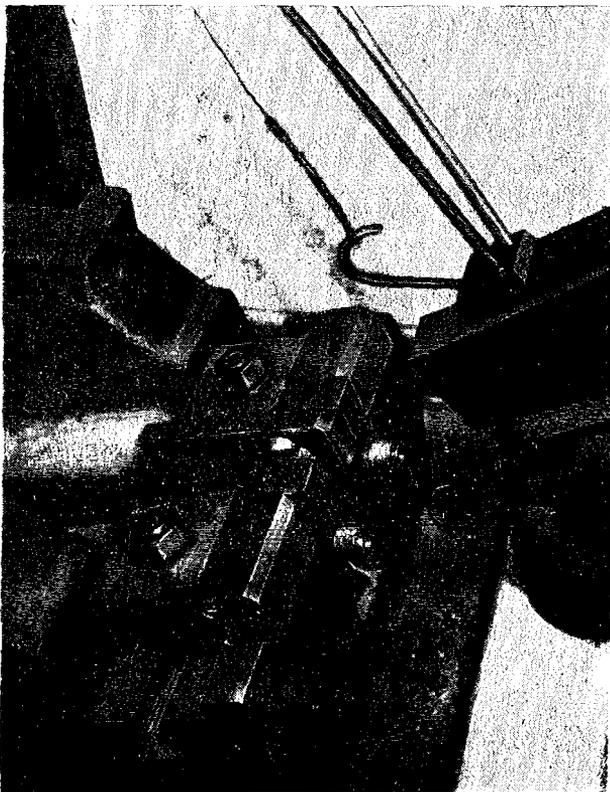


Рис. 4. Приспособление № 1 в собранном, на копре, виде.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безухов Н. И. Сопротивление продавливанию плит пуансонами различной формы в плане. Сборник Артиллерийской академии наук, 1942.
2. Зорев В. Исследование элементов механики процесса резания, ОНТИ, М., 1952.
3. Кузнецов В. Д. Физика твердого тела, т. 3, Томск, 1946.
4. Шпица В. Г. Вопросы ударной прочности болтов. Автореферат диссертации.