

**К ВОПРОСУ О СРАВНИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЯХ ЛИТЫХ
ДИСПЕРСИОННО-ТВЕРДЕЮЩИХ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ
СПЛАВОВ НА ИЗГИБ**

А. Д. КЛЕМЕНТЬЕВ

(Представлена научным семинаром кафедр металловедения, оборудования
и технологии термической обработки металлов, технологии металлов; оборудования
и технологии сварочного производства)

В первых публикациях [1—3] результатов наших исследований железокобальтвольфрамомолибденовых сплавов была показана целесообразность применения и перспективность дальнейшей разработки их в качестве инструментальных материалов.

В последующих исследованиях этих сплавов другими авторами были использованы различные технологические варианты и композиции сплавов. В связи с этим возникает необходимость сопоставления результатов, получаемых различными исследователями, а также выяснение условий испытаний и состояний сплавов, для которых такие сопоставления наиболее целесообразны. В данной статье рассматриваются особенности проведения испытаний исследуемых сплавов на изгиб.

В указанных выше публикациях [1—3] в весьма сжатом виде приводится экспериментальный материал и не везде достаточно четко показаны условия проведения испытаний на изгиб, что затрудняет в ряде случаев [4] получение достаточно хорошо сопоставимых результатов.

Испытания на изгиб являются весьма показательной и удобной в выполнении характеристикой механических свойств литых дисперсионно-твердеющих режущих сплавов. Концентрация напряжений в хорошо контролируемых поверхностных слоях образца при изгибе способствует выявлению склонности сплава к различным видам хрупкости и в том числе хрупкости, возникающей как в процессе дисперсионного твердения, так и вследствие дефектов литой структуры, обнаруживающейся также в изломе образца. Кроме того, этот метод имеет особую ценность при испытаниях именно режущих сплавов вследствие известной аналогии с условиями напряженного состояния режущей части инструмента.

Как показали исследования [1—3], у сплавов с высокой прочностью на изгиб процесс износа при резании происходит постепенно и закономерно и при достаточно высокой твердости и красностойкости достигается хорошая стойкость сплавов. У сплавов, при испытаниях которых возникают периодические сколы режущей кромки инструмента, что сопровождается резким снижением стойкости, прочность на изгиб невысока.

Прочность на изгиб показала себя хорошей структурно-чувствительной характеристикой. Сплавы, обладающие хорошей прочностью на изгиб и стойкостью при резании, отличаются однородной, мелкозернистой микроструктурой и структурой излома.

Преследуя цель только сравнения сплавов по их прочности на изгиб и рационального использования небольших объемов плавок и размеров

отливок (10—15×25×100 мм), были использованы нестандартные условия испытаний на образцах малого размера 2,5×6×10 мм с расстоянием 7 мм между опорами. Кроме того, на малых образцах меньше сказываются различные виды неоднородности структуры и свойств, зависящих от размеров отливок [5].

Относительно большая ширина образца по сравнению с высотой взята с целью сглаживания макро- и микроскопической неоднородности в сечении образца (многие сплавы крупнозернисты, имеет место неравномерное выпадение избыточной фазы и т. д.) и усреднения влияния раз-

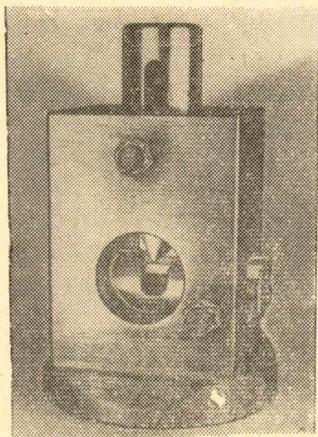


Рис. 1. Общий вид прибора для определения прочности на изгиб

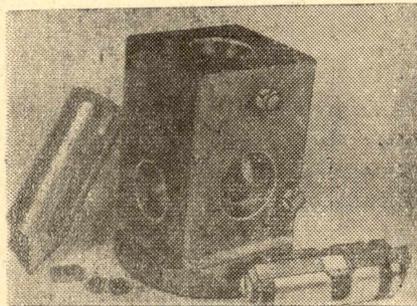


Рис. 2. Прибор для определения прочности на изгиб в разобранном виде

личных мелких концентраторов напряжения. При этом достигается большая устойчивость образца и более равномерное приложение нагрузки при испытаниях.

При расположении изгибающей силы близко к опорам и относительно высоко над ними она становится менее сосредоточенной, так как фактически она действует на некотором среднем участке образца. Возникает сложное напряженное состояние, в котором помимо изгиба значительную роль начинает играть сжатие образца.

В результате прочность на изгиб должна выражаться более высокими значениями, чем при стандартных испытаниях. Следует отметить, что принятая схема деформации больше соответствует условиям работы режущей части инструмента, чем стандартные испытания на изгиб.

Испытания производились на специально изготовленном приборе (рис. 1 и 2). Образец устанавливается в продольном пазу самоустанавливающейся поворотной люльки. При этом достигается равномерное прилегание ребра призмы к поверхности образца в момент приложения нагрузки. Выверка положения образца относительно опор (над проемом в люльке) производится с помощью боковых ограничителей, регулируемых винтами на торцах люльки. Положение ребра призмы относительно опор (а следовательно, и относительно образца) фиксируется в осевом направлении люльки штифтом, входящим в кольцевую канавку люльки. Грани призмы образуют угол в 45°. Ребро призмы притуплено (радиус закругления 0,5 мм). Приспособление устанавливается на механическом или гидравлическом прессе, позволяющем фиксировать нагрузку, действующую на призму.

Прочность на изгиб, учитывая хрупкий характер излома, определялась по формуле

$$\sigma_{\text{изг}} = \frac{3Pl}{2bh^2} \text{ кг/мм}^2,$$

где

P — нагрузка разрушения, $кГ$;

l — расстояние между опорами, $мм$;

b — ширина образца, $мм$;

h — высота образца, $мм$.

Как было показано [5], во многих случаях сплавы отличались неравномерностью структуры и свойств по сечению отливок, что должно учитываться при выборе места вырезки образцов в отливках. Последнее, в свою очередь, связано с условиями формирования отливки. Расплавленный металл заливался в форму так, чтобы струя попадала в центральную часть ее. Отливка формируется, располагаясь своим максимальным сечением в горизонтальной плоскости. При этом достигается симметрия в структуре и свойствах отливки. Лучшими по качеству местами отливок оказываются участки, наиболее удаленные от места заливки (главным образом вследствие большей скорости охлаждения).

Для исключения случайных результатов опыты производились обычно на двух образцах, взятых из одного места отливки. При необходимости проведения большого количества испытаний, например, при различных вариантах термической обработки, образцы брались из симметричных участков отливки. При сопоставлении свойств различных сплавов использовались образцы из соответствующих участков различных отливок.

Важное значение имеет выбор состояния сплава, для которого определение прочности наиболее целесообразно. Это особенно важно при сравнительных испытаниях большого числа сплавов с привлечением минимального объема исследовательских операций для наиболее быстрой и правильной оценки сплавов. С точки зрения работоспособности целесообразно было бы сравнивать сплавы в их рабочем состоянии, то есть после проведения всего цикла их обработки. Но, как показали исследования [1—3, 5], при этом прочность сильно зависит от малейшего варьирования термической обработки, а наивыгоднейшие режимы ее пока еще недостаточно выяснены и для различных составов сплавов они могут значительно отличаться.

В этих условиях целесообразно оценивать прочность сплавов в их исходном литом состоянии, поскольку оно существенным образом определяет прочность и после различных вариантов обработки. Изучение влияния различных видов термической обработки на прочность позволяет качественно оценивать возможное изменение прочности в зависимости от структуры и состава сплавов.

Представляет интерес сопоставление результатов испытаний сплавов на изгиб в наших исследованиях и в работе [4], в которой изучаются аналогичные литые дисперсионно-твердеющие сплавы. В отличие от наших условий испытания в этой работе прочность на изгиб определялась для термически обработанных сплавов на образцах несколько больших размеров по длине и высоте ($3 \times 3 \times 15$ мм).

Нами были проведены сравнительные испытания на изгиб образцов $2,5 \times 6 \times 10$ мм с расстоянием между опорами $l = 7$ мм и образцов $3 \times 3 \times 15$ мм с соответствующими расстояниями 7 и 12 мм. В качестве испытуемых материалов использовались быстрорежущая сталь Р18 (из прутка диаметром 10 мм), термически обработанная по обычному режиму на твердость 63 HRC, и дисперсионно-твердеющий сплав (20% W, 20% Co, 1% Mn, 1% Ni, 0,2% Ti, 0,5% V) в исходном состоянии (42 HRC) и после отпуска $670^\circ C$, 30 мин (65 HRC).

При указанных условиях испытаний были получены следующие значения прочности на изгиб ($\sigma_{изг}$ $кГ/мм^2$):

Испытуемый материал	Образец $2,5 \times 6 \times 12$ мм		Образец $3 \times 3 \times 15$ мм	
	$l = 7$ мм		$l = 7$ мм	$l = 12$ мм
P18	373	432	361	
Д. т. сплав (исх. сост.)	383	424	319	
Д. т. сплав (терм. обр.)	272	293	216	

Обращает на себя внимание близость значений прочности, получаемых в сопоставляемых методиках на образцах из быстрорежущей стали (373 и 361 кг/мм^2), что вытекает из взаимно компенсирующего влияния высоты и длины и особенностей напряженного состояния образцов. Однако такого соответствия не наблюдается при опытах на дисперсионно-твердеющем сплаве. В этом случае меньшая прочность более длинных образцов (319 по сравнению с 383 кг/мм^2) находит свое объяснение в малых размерах отливок и более выраженной неоднородности строения более длинных образцов по сравнению с короткими, принятыми в наших исследованиях. Термическая обработка дисперсионно-твердеющего сплава, усиливая неоднородность свойств в связи с его структурной неоднородностью, еще более увеличивает разницу в значениях прочности тех и других образцов (216 и 272 кг/мм^2). Образцы же из быстрорежущей стали отличались весьма высокой степенью однородности структуры.

Как и следовало ожидать, изменение условий напряженного состояния при уменьшении расстояния между опорами (при том же сечении образца) приводит к повышению значений прочности на изгиб (например, для стали P18 361 и 432 кг/мм^2). Эта разница увеличивается у дисперсионно-твердеющего сплава и особенно в термически обработанном виде. Следует отметить повышенный разброс значений прочности для дисперсионно-твердеющего сплава при опытах с большим расстоянием между опорами и особенно для термически обработанных образцов. Использование образцов $2,5 \times 6 \times 10$ мм дает для наших условий исследования более устойчивые результаты.

Таким образом, при проведении сопоставлений изучаемых сплавов по прочности на изгиб необходимо учитывать своеобразие как условий испытания, так и особенностей самих сплавов. Что же касается сплавов, исследовавшихся в работе [4], то соответствующие им по составу наши сплавы находятся примерно на том же уровне прочности.

Выводы

1. Прочность на изгиб является хорошей структурно-чувствительной характеристикой свойств литых дисперсионно-твердеющих сплавов.
2. Определение прочности на изгиб исследуемых сплавов производилось [1—3] на образцах малых размеров. Получаемые при этом значения прочности оказываются завышенными по сравнению с получаемыми при стандартных испытаниях.
3. При сравнительных испытаниях большого числа сплавов определение прочности на изгиб производилось в их исходном литом состоянии [1—3], что позволяло наиболее просто и быстро выявлять сплавы, перспективные для дальнейших исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Д. Клементьев. Исследование литых дисперсионно-твердеющих режущих сплавов. Известия вузов МВО СССР. Черная металлургия, № 3, изд. Сиб. металлургического института, 1959.
2. А. Д. Клементьев. Литые дисперсионно-твердеющие режущие сплавы. Труды конференции инструментальщиков Западной Сибири, сб. I, М., ЦИНТИ, 1962.
3. А. Д. Клементьев. Литые дисперсионно-твердеющие режущие сплавы. Автореферат кандидатской диссертации, изд-во ТГУ, Томск, 1962.
4. Ю. А. Геллер и др. Литые дисперсионно-твердеющие сплавы с высокой твердостью и прочностью. Металловедение и термическая обработка металлов, № 8, 1968.
5. А. Д. Клементьев. Исследование неравномерности свойств в сечении отливок из железокобальтвольфрамомолибденовых сплавов. «Известия ТПИ», том 173, Томск, 1970.