

ОБ УПРОЧНЯЕМОСТИ СЕРОГО ЧУГУНА

Л. М. СЕДОКОВ

(Представлено научным семинаром кафедры сопротивления материалов)

Расчетные уравнения для определения силы резания на основе физической сущности явления требуют надежных физико-механических характеристик обрабатываемых металлов, в том числе и упрочняемости их в процессе пластической деформации.

Получение характеристики упрочняемости для пластичных металлов не вызывает затруднений. Но экспериментальное определение повышения прочности хрупких материалов в процессе деформации весьма затруднено, так как хрупкие материалы при обычных методах испытаний разрушаются без значительной пластической деформации.

Учитывая большой объем обработки отливок из серого чугуна на металлорежущих станках, необходимо специально рассмотреть вопрос о его упрочняемости в процессах механических испытаний и резания.

Авторы учебника для машиностроительных вузов по теории резания металлов [1], ссылаясь на исследования Н. Ф. Киселева и В. А. Кривоухова, указывают, что в случае сжатия образцов из серого чугуна имеет место, как и при деформации стали, политропическая зависимость. Если, например, образец цилиндрической формы сжимать нарастающей силой P и при этом измерять остающуюся высоту h , то процесс сжатия будет подчиняться закону политропы [2]

$$Ph^m = P_0 h_0^m.$$

Здесь h_0 — начальная высота цилиндра;

P_0 — условная сила сжатия, т. е. та сила, начиная с которой появились бы первые остаточные деформации, если бы политропа сжатия была справедлива с самого начала сжатия.

При этом для серого чугуна показатель политропы сжатия — m имеет следующие значения (табл. 1).

К сожалению, не даны примеры расчета силы резания по приведенным характеристикам упрочнения серого чугуна, не указаны результаты сопоставления расчетных и экспериментальных величин силы резания при обработке хрупких материалов.

Авторы учебника [1] не приводят значений условной сжимающей силы P_0 для чугунов, по которым указаны значения показателя

Таблица 1

Твердость чугуна по Бринеллю	Показатель политропы— m
220	1,60
190	2,00
120	2,40

политропы сжатия, что лишает возможности использовать полученные характеристики упрочняемости серого чугуна для практических расчетов.

Вместе с тем следует отметить, что приведенные характеристики упрочнения серого чугуна, очевидно, получены в диапазоне очень малых степеней пластической деформации, которая имеет место при обычных механических испытаниях хрупких металлов, а при малых степенях пластической деформации нет политропической зависимости даже для пластичных материалов, что привело к введению условной сжимающей силы P_0 [2].

Этим объясняется получение весьма высоких значений показателя политропы сжатия для серого чугуна, которые оказались выше, чем для пластичных металлов, известных своей большой склонностью к упрочнению. Так, например, этот показатель для меди по опытам М. А. Большаниной [2] равен всего 1,3.

В связи с изложенным возникла необходимость экспериментально определить, какова же величина упрочнения серого чугуна при его значительном деформировании, которое имеет место при резании.

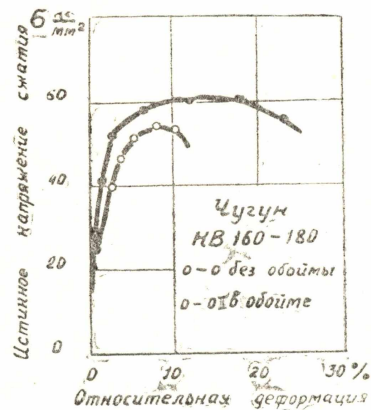
В лаборатории сопротивления материалов Томского политехнического института экспериментальное исследование вопроса упрочнения серого чугуна было проведено по методике, разработанной проф. Б. Д. Грозиным [3], а также при помощи конических крешеров.

Чугунные образцы сжимались в медных обоймах, позволяющих получить значительные степени пластической деформации чугунных образцов. На основании расчетов, которые рекомендуются проф. Б. Д. Грозиным [3] при обработке экспериментальных данных, получена диаграмма сжатия чугуна в условиях сложного напряженного состояния (фиг. 1).

Из приведенного графика видно, что чугунный образец, сжимаемый в медной обойме, дает двухкратное увеличение степени пластической деформации, соответствующей максимальной величине истинного напряжения сжатия, по сравнению с обычными испытаниями на сжатие (без обоймы—8 %, а в обойме —15—18 %).

Однако увеличение истинного максимального напряжения сжатия чугунного образца в медной обойме по сравнению с обычными испытаниями составило всего 10—12% (54 кг/мм² без обоймы и 61 кг/мм² в обойме).

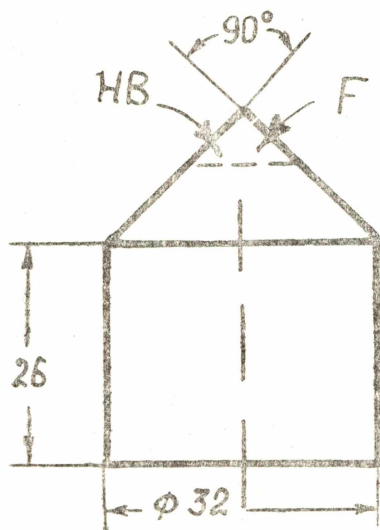
Следовательно, повышение прочности серого чугуна в ходе пластической деформации весьма мало.



Фиг. 1.

Для дополнительной проверки этого вывода была проведена серия опытов с коническими крешерами, изготовленными из различных металлов. Конический крешер, чертеж которого приведен на фиг. 2, обжимается на прессе, при этом на каждой ступени нагружения регистрируется сила— P , площадь отпечатка на деформированной части конуса— F и твердость по Бринеллю на образовавшейся площадке усеченного конуса.

Для сравнения были взяты конические крешера из нержавеющей стали ЭЯ1Т, которая в процессе пластической деформации весьма сильно упрочняется (показатель полнотроты сжатия для нее равен 1,45), стали 3 и серого чугуна твердостью $HV=150 \pm 160$. Результаты этих опытов приведены на фиг. 3, 4 и 5.



Фиг. 2.

Из приведенных графиков видно, что контактное напряжение в процессе сжатия конического крешера, изготовленного из определенного металла, остается постоянным. Так же остается постоянной при всех ступенях нагружения твердость на деформированной части крешера, хотя значение этой твердости будет отличаться от исходной.

Способность материала к упрочнению в процессе пластической деформации, на наш взгляд, может быть охарактеризована относительным увеличением твердости в процессе деформации конических крешеров, изготовленных из этих материалов.

Таблица 2

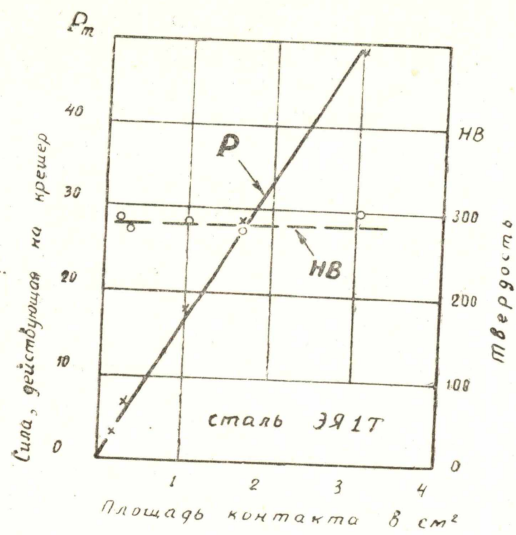
Материал	Твердость по Бринеллю		Относительное увеличение твердости
	исходная	после деформ. крешера	
ЭЯ1Т	130	285	1,20
Ст. 3	162	220	0,36
Чугун	156	178	0,14

Учитывая, что твердость деформированного образца линейно связана с напряжением сжатия [4], можно рассчитать степень пластической деформации, происходящей при обжатии конуса с углом при вершине 90° . Согласно этим расчетам относительный сдвиг при обжатии такого конуса равен примерно 2 единицам.

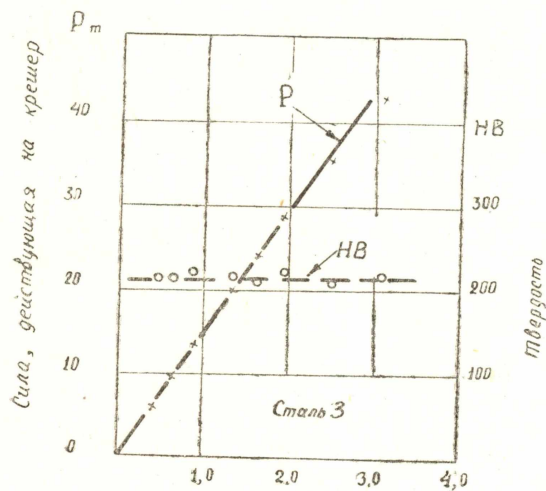
При такой значительной степени пластической деформации чугун показал упрочнение порядка 14 %, сталь 3—36 %, сталь ЭЯ1Т—120 %.

Следовательно, образцы из серого чугуна в специальных условиях испытаний, позволяющих достигать высоких степеней пластической деформации, показали весьма слабое повышение исходной прочности, значительно меньшее, чем для стали ЭЯ1Т и стали 3.

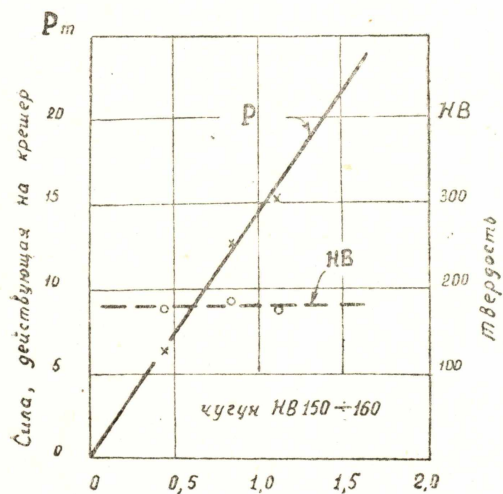
Этот вывод, подтвержденный результатами специальных исследований по двум различным методикам, имеет очень важное практи-



Фиг. 3.



Фиг. 4.



Фиг. 5.

ческое значение, так как позволяет вести расчет силы резания при обработке серого чугуна по исходной твердости его, т. е. без учета степеней пластической деформации, что также подтверждается результатами опытов по точению и фрезерованию серого чугуна [5].

Поскольку определение характеристик упрочняемости хрупких материалов в процессе пластической деформации обычными методами механических испытаний весьма затруднено, следует рекомендовать для этой цели метод деформации конических крешеров с последующим измерением твердости деформированной части крешера, как весьма простой и надежный метод. Предлагаемый метод может быть также использован и для определения упрочняемости пластичных металлов. Характеристикой упрочняемости металла в ходе пластической деформации может служить относительное увеличение исходной твердости металла при деформации крешера с углом при вершине, равном 90° .

ЛИТЕРАТУРА

1. Грановский Г. И., Грудов П. П., Кривоухов В. А., Ларин М. Н., Малкин А. Я., Резание металлов. Машгиз, 1954.
2. Кузнецов В. Д., Большанина М. А., Физика твердого тела. Том II. Томск издательство "Красное знамя", 1941.
3. Грозин Б. Д. Механические свойства закаленной стали. Машгиз, 1951.
4. Розенберг А. М. и Хворостухин Л. А. Твердость и напряжение в пластически деформированном теле. Журнал Технической физики, том XXV, вып. 2, 1955.
5. Розенберг Ю. А. и Седоков Л. М. О расчете силы резания при точении и фрезеровании серого чугуна. "Вестник машиностроения", №12, 1957.