

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОБРАЗЦОВ ИЗ ГЕТЕРОГЕННЫХ СТАЛЕЙ

Гусев С.В.

Муromский институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», Муrom, Россия (602264, Муrom, ул. Орловская, д. 23), e-mail: sergei-v.gusev@yandex.ru

Статья посвящена повышению работоспособности образцов, изготовленных из гетерогенных материалов. Образцы, подвергнутые односторонней цементации, особенно когда цементованный слой сжат, получили: 1) значительное увеличение работоспособности; 2) сильное гашение затухающих колебаний; 3) почти двукратное увеличение внутреннего трения. Таким образом, образцы с односторонней цементацией обладают повышенным сопротивлением усталостному разрушению при возникновении резонансных колебаний в процессе эксплуатации. Результаты проведенных испытаний и разработанная технология изготовления гетерогенных сталей, позволяет использовать их в качестве режущего инструмента для деревообрабатывающей, мясopерерабатывающей и других областей промышленности для резания неметаллических материалов, таких как дерево, бумага, пластмасса, шифер и др. В деревообрабатывающей промышленности можно использовать для изготовления пил, в частности, круглых пил. Пилы, изготовленные из легированных сталей (9ХФ), имеют невысокую твердость 41...46 HRC, так как их требуется разводить, поэтому быстро тупятся. Гетерогенные же материалы позволяют значительно повысить твердость и стойкость инструмента

Ключевые слова: односторонняя цементация, двухсторонняя цементация, работоспособность образцов, логарифмический декремент затухания, внутреннее трение.

DETERMINATION OF MECHANICAL PROPERTIES OF HETEROGENEOUS SAMPLES

Gusev S.V.

The Murom Institute (branch) of the Vladimir State University named after Alexander and Nikolay Stoletovs, Murom, Russia (602264, Murom, street Orlovskaya, 23), e-mail: sergei-v.gusev@yandex.ru

Article is devoted to increase of operability of the samples made of heterogeneous materials. The samples subjected to unilateral cementation, especially when the cemented layer is squeezed, received: 1) significant increase in working capacity; 2) strong clearing of damped oscillations; 3) almost double increase in internal friction. Thus, samples with unilateral cementation possess the increased resistance to fatigue failure at emergence of resonant fluctuations in use. Results of the carried-out tests and the developed manufacturing techniques heterogeneous staly, allows to use them as the cutting tool for woodworking, meat-processing and other areas of the industry for cutting of nonmetallic materials, such as a tree, paper, plastic, slate, etc. In the woodworking industry it is possible to use for production of saws, in particular round saws. The saws made from alloyed stale (9HF) have low hardness 41 ... 46 HRC as they are required to be parted therefore are quickly in a stupor. Heterogeneous materials allow to increase the hardness and firmness of the tool considerably

Keywords: unilateral cementation, bilateral cementation, operability of samples, logarithmic decrement of attenuation, internal friction.

Введение. Развитие деревообрабатывающей промышленности требует большого увеличения объема лесопиления и механической обработки древесины. Одновременно расширяются производство и обработка древесных материалов, заменяющих цельную древесину, таких как древесностружечные и древесноволокнистые материалы и фанера. Резание клеёных материалов имеет свои особенности и изучено ещё недостаточно, хотя уже давно известно, что оно сопровождается большим износом инструмента и требует применения инструментальных материалов высокой стойкости. Однако применение

твердосплавного инструмента ведёт к расходованию дорогих и дефицитных материалов типа вольфрама, молибдена и связано с большими технологическими трудностями.

Использование легированных сталей также сопровождается расходованием дефицитных материалов и не ведёт при этом к резкому повышению стойкости, так как необходимость обеспечения запаса пластичности исключает использование инструмента с высокой твёрдостью, а при этом не удаётся достигнуть значительного повышения стойкости инструмента.

В деревообрабатывающей промышленности остро стоит проблема обеспечения хорошим инструментом.

Восстановление остроты затупившихся и замена износившихся пил приводит к дополнительным затратам рабочего времени, что снижает технико-экономические показатели процесса резания.

Невысокая износостойкость вызывает перерасход дефицитных инструментальных материалов и электроэнергии, увеличение простоев пилорам для перезаточки и установки пил и требует содержания штата рабочих заточников, а также расхода абразивного инструмента.

Можно сказать, что резервы стойкости, таящиеся в обычных дешёвых углеродистых сталях, далеко не исчерпаны. Необходимо только отойти от сложившихся стереотипов, диктующих необходимость создания инструментов с гомогенной структурой, и провести исследования гетерогенного инструментального материала.

Всё изложенное подчёркивает актуальность работы по повышению износостойкости и долговечности режущего инструмента.

Цель исследования. Исследование образцов из гетерогенных сталей:

- 1) на работоспособность;
- 2) на внутреннее трение;
- 3) упругое последствие;
- 4) логарифмический декремент затухания.

Исследования проводились с целью повышения стойкости режущего инструмента.

Материал и методы исследования. Испытания проводили на пластинах из стали 20, подвергнутых односторонней и двухсторонней цементации с последующей термической обработкой. На установке для технологической пробы «загиб-перегиб» был определен угол загиба α , при котором наступает разрушение [5]. Радиус кривизны губок зажима был постоянным и равен 2,5 мм.

Данные испытания приведены в таблице 1.

Влияние вида обработки на хрупкость цементованного слоя

Вид обработки пластины	Угол, $\alpha, ^\circ$	Вид разрушения
Двухсторонняя цементация	20 22	Мгновенное, хрупкое без остаточной деформации
Односторонняя цементация: а) цементованный слой растянут;	35	Появление трещин в цементованном слое.
б) цементованный слой сжат	80	Появление трещин на цементованной стороне.

Определение работоспособности образцов.

Работоспособность определяется энергией, необходимой для разрушения образца:

$$\Delta = k \cdot \sigma_{\epsilon} \cdot \delta_{\epsilon}, \quad (1)$$

где Δ – работоспособность по Беренову, Дж/м³ [1];

k – коэффициент заполнения диаграммы растяжения;

σ_{ϵ} – предел прочности, МПа;

δ_{ϵ} – пластичность.

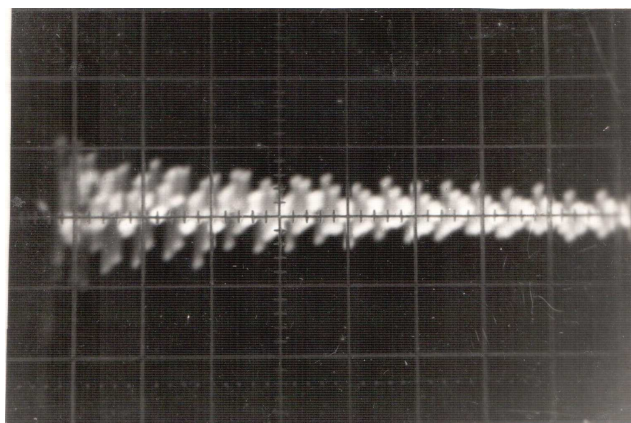
При испытании образцы подвергались изгибу до разрушения. В таблице 2 приведены результаты исследования.

Таблица 2

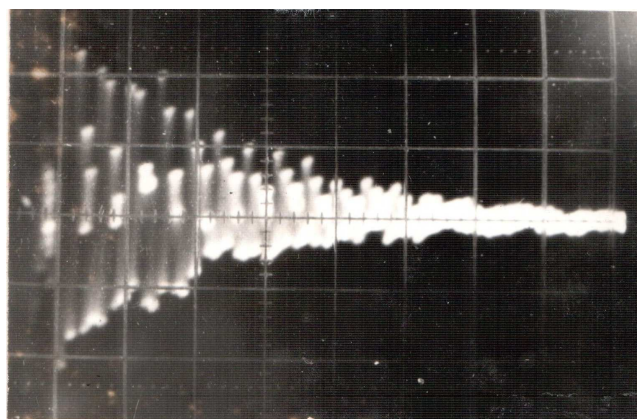
Влияние вида обработки на механические свойства гетерогенных образцов

Вид обработки	σ_{ϵ} , МПа	δ , %	Δ , Дж/м ³
Двухсторонняя цементация	1800	1,1	$1350 \cdot 10^7$
Односторонняя цементация: а) цементованный слой растянут;	1520	2,3	$1800 \cdot 10^7$
б) цементованный слой сжат	1460	4,1	$3600 \cdot 10^7$

Исследованы характеристики внутреннего трения, логарифмический декремент затухания γ и упругое последствие ϵ_{ny} . В исследуемых пластинах возбуждались ультразвуковые колебания частотой 10МГц при помощи ультразвукового дефектоскопа, и на экране соединенного с ним осциллографа наблюдались затухающие колебания (рис. 1).



а)



б)

Рисунок 1 – Затухающие колебания в образцах:

а – двухсторонняя цементация; б – односторонняя цементация

Логарифмический декремент затухания определяем по формуле:

$$\ln \gamma = \frac{A_0}{A_n}, \quad (2)$$

где A_0 – начальная амплитуда колебания;

A_n – амплитуда n-го колебания.

Исследование эффекта упругого последствия проводилось следующим образом.

Пластины нагружали так, чтобы возникающие напряжения находились в упругой области. Давали выдержку. После снятия нагрузки происходило очень быстрое снятие чисто упругой деформации, а затем медленное – остаточной деформации [4]. То есть не вся обратимая деформация является чисто упругой, хотя были созданы напряжения в пределах упругого участка кривой напряжение-деформация.

Неупругие эффекты служат причинами внутреннего трения, характеризующего необратимые потери энергии внутри металла при механических колебаниях [2, 3].

Зная логарифмический декремент затухания γ , можно определить величину внутреннего трения:

$$Q^{-1} = \frac{\gamma}{\pi}. \quad (3)$$

Линии диаграммы напряжение-деформация при нагрузке и разгрузке из-за неполной упругости металлов не совпадают, а образуют петлю гистерезиса (рис. 2).

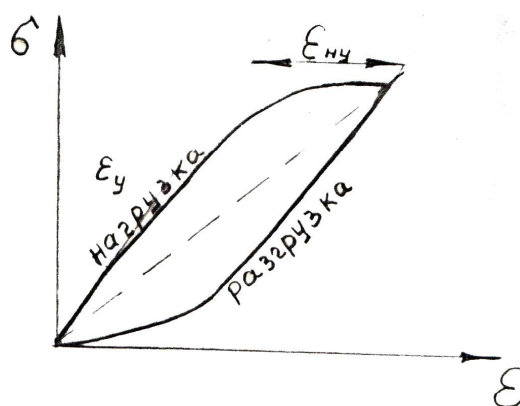


Рисунок 2 – Гистерезис в результате неупругих явлений

Данные эксперимента приведены в таблице 3.

Таблица 3

Влияние вида обработки на внутреннее трение

Вид обработки	γ	Q^{-1}	$\epsilon_{ny}, \%$
Односторонняя цементация:	0,32	0,107	0,3
а) цементованный слой сжат;	-	-	0,5
б) цементованный слой растянут.	-	-	0,3
Двухсторонняя цементация	0,17	0,057	0,2

Таким образом, односторонняя цементация приводит почти к двукратному увеличению внутреннего трения.

Результаты исследования и их обсуждение. Результаты испытаний на установке для технологической пробы «загиб-перегиб» показали, образцы с односторонней цементацией, когда цементованный слой сжат, имеют в четыре раза больший угол загиба α . Это связано с тем, что цементованный слой хорошо работает на сжатие. Работоспособность образцов увеличилась в 2,6 раза у образцов с односторонней цементацией, когда цементованный слой сжат.

Исследование влияния вида обработки на внутреннее трение показало, что односторонняя цементация приводит почти к двукратному увеличению внутреннего трения.

Это говорит о том, что образцы с односторонней цементацией обладают повышенным сопротивлением усталостному разрушению при возникновении резонансных колебаний в процессе эксплуатации.

Таким образом, разработанные нами гетерогенные материалы можно использовать для изготовления дисковых пил для резания древесины.

Выводы

1. Разработанный нами гетерогенный материал имеет повышенную работоспособность.
2. Гетерогенные образцы обладают хорошими демпфирующими свойствами, т.е. способны быстро гасить колебания.
3. Образцы, подвергнутые односторонней цементации, имеют почти двукратное увеличение внутреннего трения.

Список литературы

1. Беренов Д.И. Расчёт деталей на прочность. – Свердловск: Машгиз, 1958. – 216 с.
2. Золоторевский В.С. Механические свойства металлов. – М.: Металлургия. 1983. – 352 с.
3. Зорев Н.Н. Вопросы механики процесса резания металлов. – М.: Машгиз, 1956. – 368 с.
4. Игнатов С.Н., Карпов А.В., Распопин А.П. Оценка эффективности лезвийной обработки с использованием безразмерного энергетического критерия // СТИН. – 2004.- № 12. – С. 23-26.

5. Карпов А.В. К вопросу снижения энергоёмкости технологических процессов обработки резанием // Современные проблемы науки и образования. – 2013. - № 2; URL: <http://www.science-education.ru/108-8697> (дата обращения: 08.12.2013).

Рецензенты:

Соловьёв Д.Л., д.т.н., профессор кафедры автоматизированного проектирования машин и технологических процессов Муромского института (филиала) ФГБОУ ВПО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», г. Муром.

Шпаков П.С., д.т.н. профессор, профессор кафедры автоматизированного проектирования машин и технологических процессов Муромского института (филиала) ФГБОУ ВПО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», г. Муром.