

**ОСОБЕННОСТИ ДЕМПФИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА  
ОСНОВЕ НИКЕЛИДА ТИТАНА И КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА  
ОСНОВЕ НИКЕЛИДА ТИТАНА**

*<sup>1</sup>Шевченко А.Д., <sup>2</sup>Девин Л.Н., <sup>3</sup>Осадчий А.А.*

*<sup>1</sup>Институт металлофизики им.Г. В. Курдюмова НАН України, Киев  
<sup>2</sup>Институт сверхтвердых материалов им. В. Н. Бакуля НАН України, Київ*

- Известно, что высокотемпературная  $\beta$ -фаза никелида титана эквиаомного состава  $Ti_{0,50}Ni_{0,50}$  имеет кубическую B2 структуру ОЦК-типа. При  $T \leq T_M$  сплав претерпевает структурное превращение B2  $\rightarrow$  R (R-ромбоэдрический мартенсит,  $T_M$  - температура мартенситного превращения). Композиционный материал с высокой демпфирующей способностью на основе никелида титана получен в условиях высокого давления (аппараты высокого давления типа наковальни Бриджмена с тороидальным углублением) с использованием специальных технологических приемов. Получен материал с термоупругим мартенситом, материал, который обеспечивает в процессе мартенситного превращения высокий уровень накопления деформации  $E_N$  и следовательно высокую демпфирующую способность. Величина  $E_N$  определялась из исследований эффекта памяти формы ЭПФ по методике трехточечного изгиба прямоугольных образцов с сосредоточенной нагрузкой. Исследования ЭПФ по этой методике осуществлялось измерением температурных зависимостей стрелы прогиба, образованного деформацией изгибом прямоугольных пластинок демпфирующего материала. Известно, что мартенситное превращение сопровождается большими сдвиговыми деформациями, что, в свою очередь, вызывает накопление деформации в процессе реализации мартенситного превращения в поле внешних напряжений, которое осуществляется путем перемещения межфазных границ микродоменов мартенситной фазы с последующей направленной ориентацией доменов под действием внешней нагрузки. При этом такое перемещение реализует релаксацию внешних напряжений и, таким образом, обуславливает характерную для исследуемого материала с термоупругим мартенситом демпфирующую способность. В результате изучения ЭПФ установлено, что композиционный материал испытывает мартенситное превращение в интервале температур 253-323K. При этом ЭПФ композиционного материала на основе никелида титана характеризуется накопленной деформацией  $E_N \approx 4,5\%$ , обратимой деформацией  $\approx 3,0\%$  и остаточной деформацией  $\approx 1,5\%$ . Для изучения демпфирующей способности исследуемых образцов было разработано измерительное устройство, у которого в качестве базы использовали измерительную стойку от прибора «Звук-107».

Возбуждаемые в образце колебания воспринимались пьезоэлектрическим приемником, усиливались и подавались на вход анализатора спектра СК4-59, где исследовали резонансные кривые. В качестве оценки демпфирующих характеристик использовали логарифмический декремент затухания колебаний  $\delta$ . С помощью анализатора спектра определяли ширину пика резонансной кривой. Измерив ширину полосы резонансного максимума  $B$  на уровне от максимального значения  $U_{\max}$  при не слишком сильном демпфировании определяли численное значение логарифмического декремента затухания колебаний  $\delta = \pi/Q$ , где  $Q$  – добротность  $Q = f_0/(F_b - F_h)$ . Были определены демпфирующие характеристики трех различных материалов – стали, твердого сплава ВК8 и никелида титана на образцах диаметром 10 мм и толщиной 2 мм (в дальнейшем их применяли в качестве прокладок в режущих инструментах для гашения вибраций). Оказалось, что свойства гашения вибраций никелида титана значительно выше, чем стали и твердого сплава. Это позволило рекомендовать его в качестве прокладок из демпфирующего материала в резце предложенной конструкции. Для определения влияния вставок на износостойкость режущего инструмента провели две серии экспериментов, где в первой серии в качестве демпфирующих элементов использовали вставки из никелида титана, во второй – из твердого сплава ВК8. Материал режущей пластинки – кубический нитрид бора четырехгранной формы. Эксперименты, проведенные при точении закаленной стали с ударом показали, что применение вставок из никелида титана позволило повысить стойкость инструмента из КНБ в 2-3 раза. Кроме того, демпфирующие свойства никелида титана позволили изготовить широкополосные датчики акустической эмиссии.

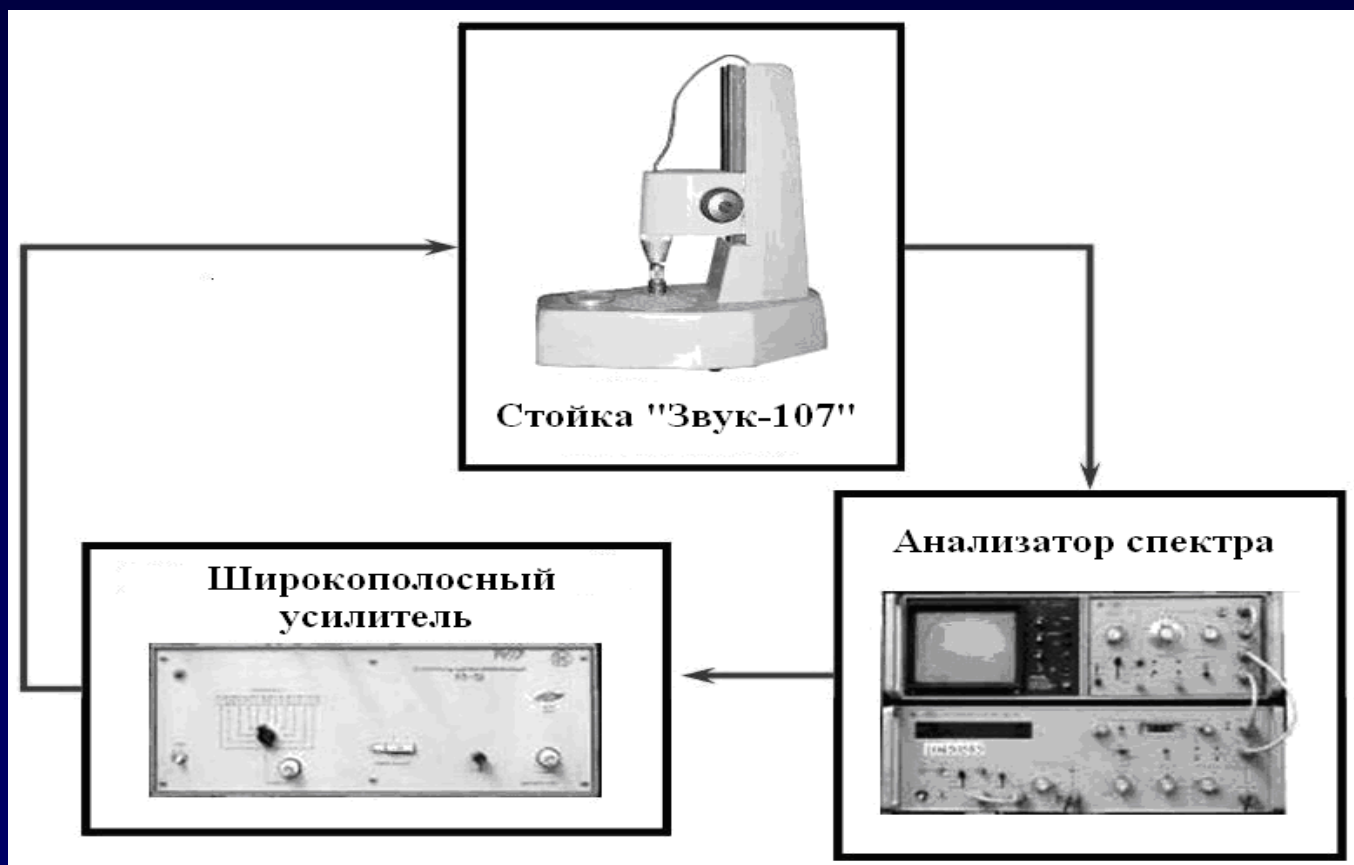
$$B = F_0 - F_H$$

# ОСОБЕННОСТИ ДЕМПФИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ НИКЕЛИДА ТИТАНА

<sup>1</sup>Шевченко А.Д., <sup>2</sup>Девин Л.Н., <sup>3</sup>Осадчий А.А.

<sup>1</sup>Институт металлофизики им.Г. В. Курдюмова НАН України, Киев

<sup>2</sup>Институт сверхтвердых материалов им. В. Н. Бакуля НАН України, Київ

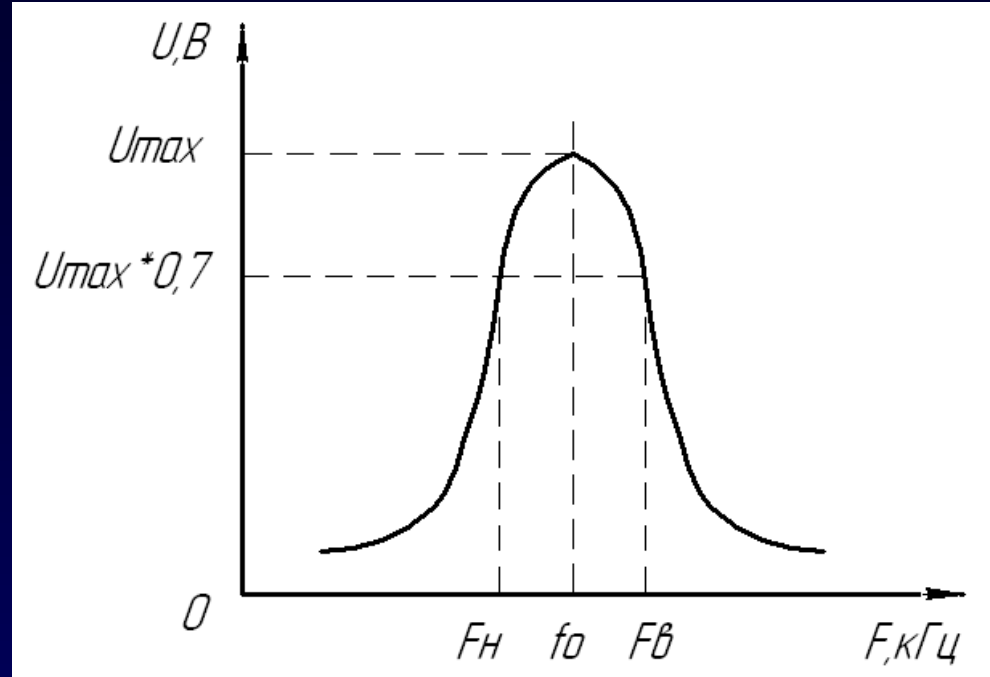


Система на базе измерительной стойки «Звук-107» вид образца в опорах стойки

$$B = F_v - F_n$$



Вид образца в опорах стойки



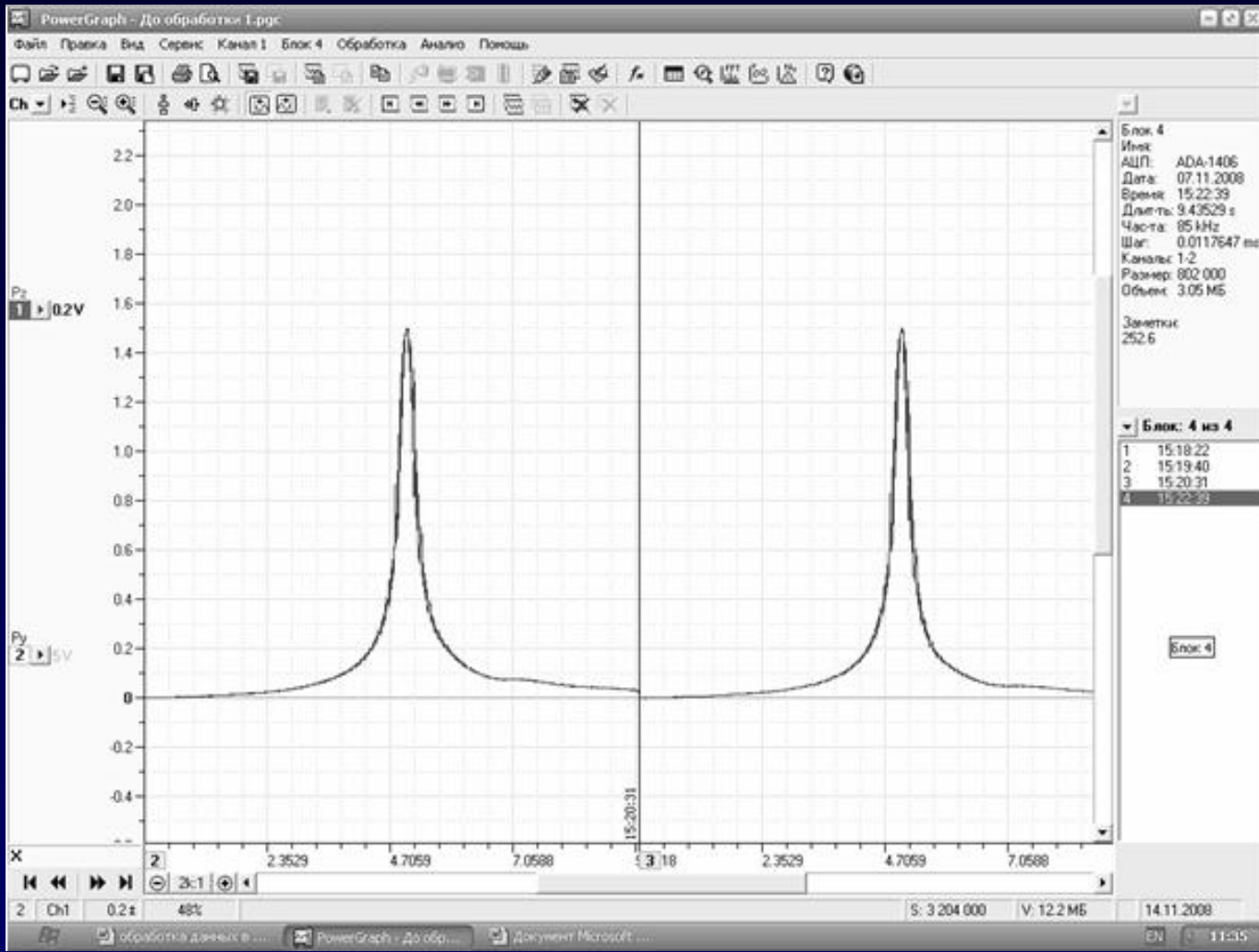
Резонансный пик

$$Q = \frac{f_0}{B}$$

$$B = F_v - F_n$$

$f_0$  — частота, соответствующая максимальной амплитуде сигнала

$$B = F_0 - F_H$$



Резонансные кривые после обработки в PowerGraph

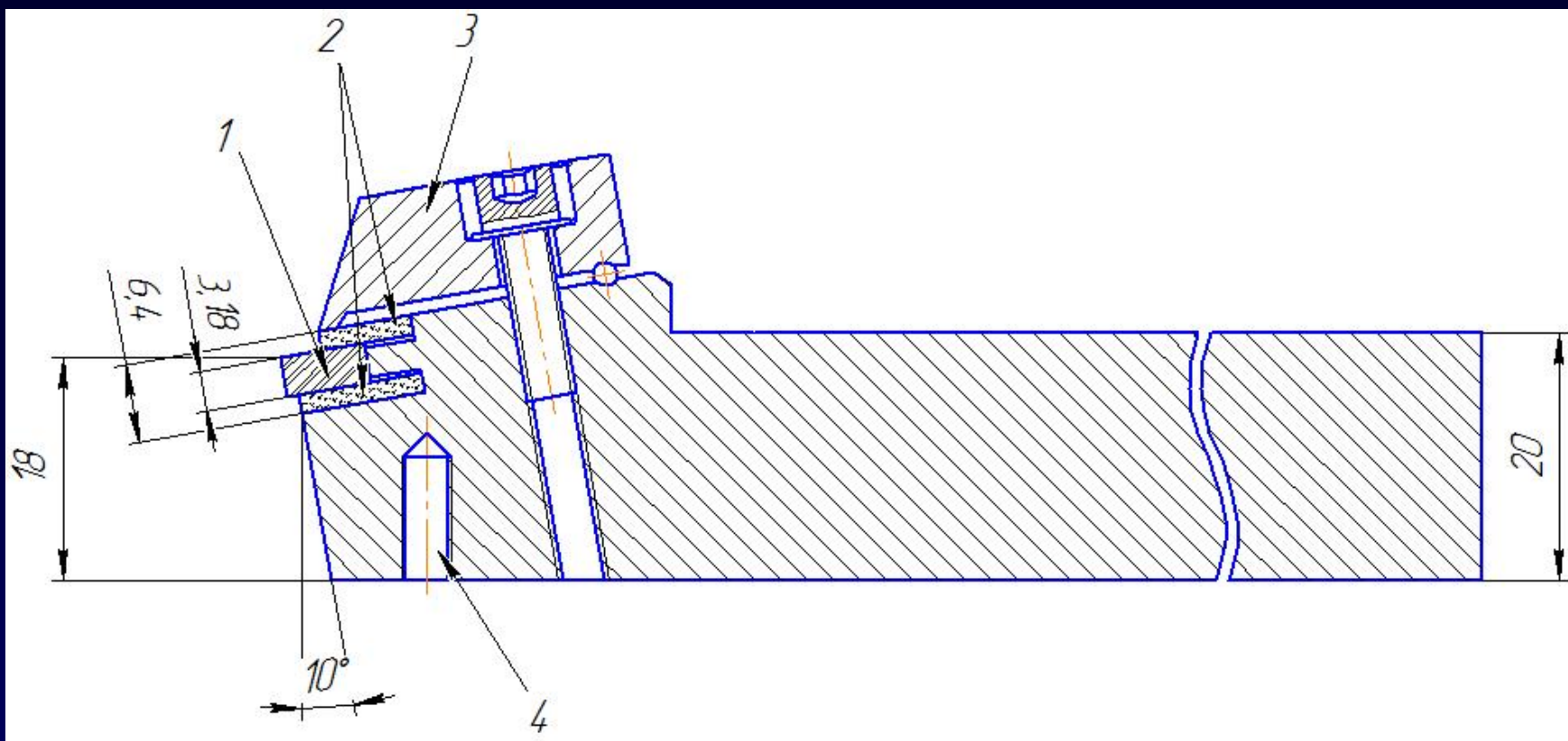
$$B = F_g - F_h$$

# Свойства гашения вибраций

Материал образца	Логарифмический декремент затухания $\delta$ , %
Сталь	$0,23 \pm 0,01$
WC–6%Co	$0,32 \pm 0,02$
Никелид–титана	$5,05 \pm 0,43$

Свойства гашения вибраций никелида титана значительно выше, чем стали и твердого сплава. Это позволило рекомендовать его в качестве прокладок из демпфирующего материала в резце предложенной конструкции

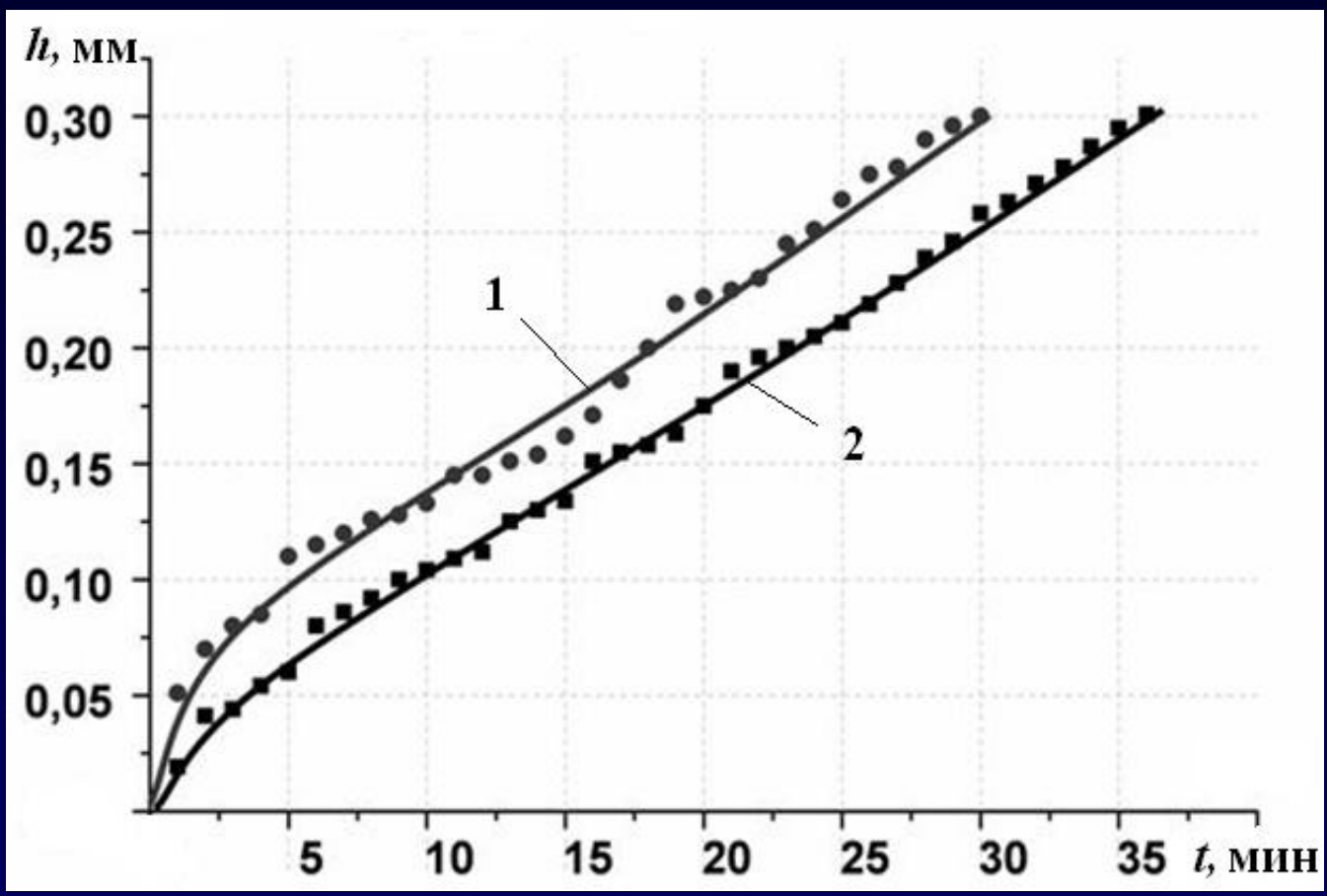
$$B = F_v - F_h$$



**Схема державки с демпфирующими прокладками.**  
Квадратная режущая пластинка из ПСТМ на основе кубического нитрида бора 1 располагается между двумя прокладками 2 из демпфирующего материала и прижимается прихватом 3



$$B = F_c - F_h$$



Зависимости скорости износа резцов с разными демпфирующими вставками: 1 – вставки из ВК8; 2 – вставки из никелида титана

## Выводы

Эксперименты, проведенные при точении закаленной стали с ударом показали, что применение вставок из никелида титана позволило повысить стойкость инструмента из КНБ в 2-3 раза.

# ЛИТЕРАТУРА

- Шевченко А.Д., Шульженко А.А. Новый материал с высокой демпфирующей способностью //Физика и техника высоких давлений.-1991.-Т.1, № 3.- С.26-31
- Фавстов Ю.К., Шульга Ю.Н., Рахштадт А.Г. Металловедение высокодемпфирующих сплавов. – М.: Металлургия, 1980. – 272 с.
- Глаговский Б.А., Ройтштейн Г.Ш., Яшин В.А. Контрольно-измерительные приборы и основы автоматизации производства абразивных инструментов: Учеб. пособие для машиностроительных техникумов. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1980. – 278 с.
- Й.Крауткрамер, Г.Крауткрамер. Ультразвуковой контроль материалов: Справ. Изд. Пер. с нем. – М.: Металлургия, 1991. – 752с.
- Devin L.M., Bondarenko V.P., Osadchyi O.A., Nimchenko T.V. Application of acoustic methods for the monitoring of products made of hard alloys (2009) Materials Science, 45 (3), pp. 392-398.
- Девін Л.М., Осадчий О.А. Різальний інструмент. Патент на корисну модель № 57353 від 25.02.2012.
- Новиков Н.В., Девин Л.Н., Широкополосные датчики акустической эмиссии для диагностики состояния режущих инструментов. Техническая диагностика и неразрушающий контроль, №4, 2008 – С.81 – 85.