

спективная база нанотехнологий // Экология - XXI век. 2005. № 3(27). с. 90-91.

2. Волков Г.М. Технологические проблемы перехода от микро- к наносистемам консолидации дисперсных частиц вещества // Нано- и микросистемная техника, № 5, 2006. с. 34-37.
3. Волков Г.М. Объемные наноматериалы – М.: «КноРус», 2011. 168 с.
4. Волков Г.М., Татаринцов В.Ф. Биоинженерный потенциал углерода // Нанотехника, 2007, № 2(10), с. 52-56.

### **Исследование обрабатываемости стали 75ХГФС**

Волков Р.Б., Голобоков А.В., д.т.н. проф. Кузнецов В.А., к.т.н. доц. Черепяхин А.А.  
ОАО «ОК-ЛОЗА», Университет машиностроения  
8-926-7053600, [aleksandr17780@yandex.ru](mailto:aleksandr17780@yandex.ru), 8-916-3975806, [tkm1410@yandex.ru](mailto:tkm1410@yandex.ru)

**Аннотация.** Рассмотрен характер износа многогранных неперетачиваемых твердосплавных пластин при точении экспериментальной высокоуглеродистой легированной стали 75ХГФС. Даны рекомендации по выбору формы пластин, углов режущей части и виду износостойких покрытий задних и передней поверхностей.

**Ключевые слова:** сталь, характер износа, передняя поверхность, задняя поверхность

В технологической лаборатории Университета машиностроения, по заданию ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П.Бардина», проводилось исследование обрабатываемости экспериментальной высокоуглеродистой легированной стали для подшипниковой промышленности (сталь 75ХГФС).

На начальном этапе исследований необходимо было установить требования к форме и геометрическим параметрам МНТП, применяемых для точения.

Для испытаний были поставлены прутки экспериментальной стали (таблица 1).

Таблица 1

#### **Химический состав прутков стали 75ХГФС**

Ø прутка, мм	Изготовитель	Содержание элементов, масс. %							
		C	Si	Mn	Cr	V	P	S	[O]*
	Требования Протокола №1 от 08.06.2011	0,75 ... 0,80	0,50 ... 0,70	1,10 ... 1,30	0,45 ... 0,80	0,07 ... 0,15	≤ 0,025	≤ 0,020	≤ 0,0015
40	ЦНИИчермет	0,79	0,64	1,22	0,76	0,12	0,015	0,005	0,0016
23	ЦНИИчермет	0,71	0,63	1,24	0,66	0,08	0,010	0,009	... 0,0017

Контроль химического состава выполнило ОАО «Лоза»; \* - контроль выполнил ЦНИИчермет

Для экспериментов выбраны наиболее распространенные в отечественной подшипниковой промышленности пластины из металлокерамического сплава системы CoroTurn 107-CCMT-UM-09T308 (ромб с углом при вершине 80°, главный задний угол 7°, вспомогательный угол в плане 7°) фирмы Sandvik Coromant, Швеция.

На задние поверхности МНТП было нанесено покрытие (TiCN) методом MT-CVD (среднетемпературное химическое покрытие). На переднюю поверхность было нанесено покрытие типа TiCN-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TiN методом Low stress coating (MT-CVD – метод с последующей полировкой передней поверхности).

Для чистовой и получистовой токарной обработки характерны:

- относительно высокие скорости резания (по рекомендациям фирмы Sandvik Coromant, при получистовом и чистовом точении углеродистых хромомарганцевых сталей скорости резания лежат в интервале 80 ... 300 м/мин;
- относительно узкий диапазон глубин резания подач (исследования обрабатываемости среднеуглеродистых хромомарганцевых сталей Ташлинским Н.И., Подураевым В.Н., Баранчиковым В.И., Гуревичем Я.Л. и другими показали, что эти технологические парамет-

ры лежат соответственно в интервалах 0,1 ... 0,3 мм и 0,05 ... 0,3 мм/об).

С учетом диаметров образцов и характеристик токарного станка для исследований выбраны следующие технологические режимы обработки (таблица 2).

Таблица 2

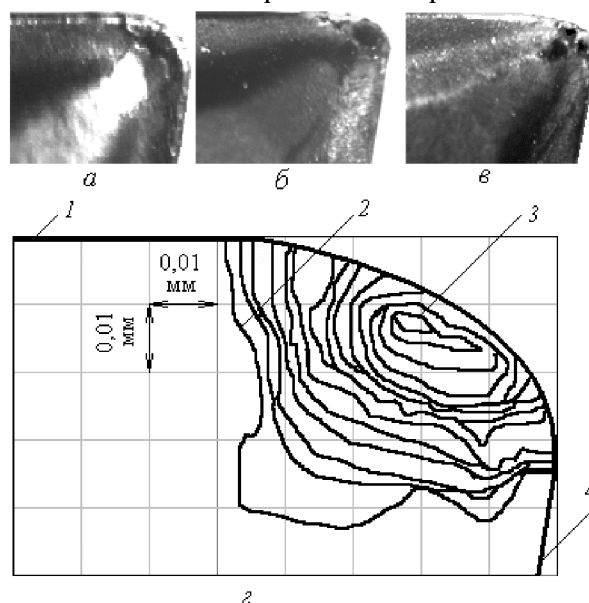
**Режимы лезвийной обработки**

Параметр	Скорость резания, м/мин	Подача на оборот, мм/об	Глубина резания, мм
min	78,5	0,07	0,1
max	251,2	0,28	0,25

Определение характера износа режущей части инструмента проводилось с помощью классического однофакторного эксперимента на предельных режимах (таблица 2). Через каждые 0,35 м осуществлялась цифровое фотографирование передней и задних поверхностей режущей пластины с одновременным замером шероховатости обработанной поверхности на профилограф - профилометре Калибр 201. Цифровая фотография поверхностей пластины проводилась на бинокулярном микроскопе МБС-9 (при увеличении  $\times 2$ ;  $\times 4$ ;  $\times 7$ ) с помощью цифровой камеры – окуляра для микроскопа Levenhuk серия С. Для определения реального масштаба одновременно фотографировался объект – микрометр (стеклянная шкала 1 мм, цена деления 0,01 мм).

Экспериментальные исследования показали, что характер износа режущей части имеет ряд особенностей.

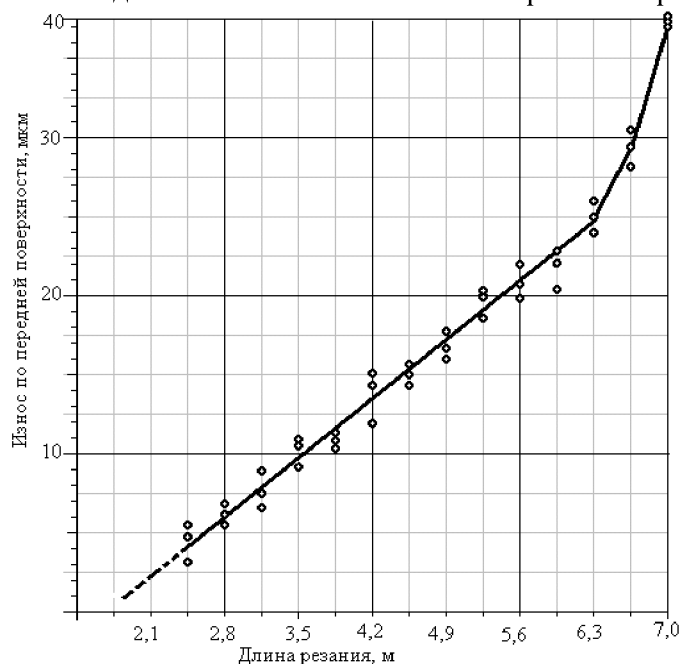
- На передней поверхности, в районе вершины резца в период приработки (0,1 ... 0,2 м длины резания) происходит износ фаски и на поверхности появляется характерная светлая полоса (рисунок 1а). Эта полоска остается на протяжении всего времени работы резца, не развиваясь в лунку. До длины резания 2,3 ... 2,5 м износ по передней поверхности выражается в небольшом округлении главной режущей кромки.
- На длине резания 2,5 ... 6,0 м интенсивность износа несколько возрастает. Износ выражается в появлении лунки износа, которая перемещается как в сторону вершины резца, так в противоположном направлении (рисунки 1б, 1в). При длине резания 6 м интенсивность износа еще более возрастает. При этом начинается выкрашивание по вершине резца (рисунок 1в). Однако величина износа по передней поверхности незначительна (рисунок 2).



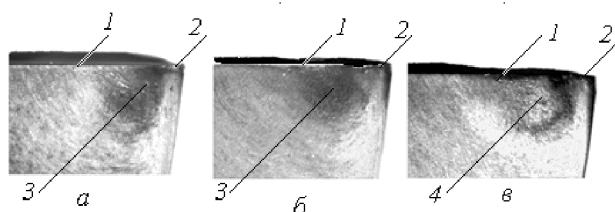
**Рисунок 1 – Износ резца по передней поверхности: а – путь резания 0,2 м; б – путь резания 4,9 м; в – путь резания 7,0 м; з - изолинии износа по передней поверхности; 1 – вспомогательная режущая кромка; 2, 3 – изолинии износа (путь резания 7,0 ... 2,45 м); 4 – главная режущая кромка**

Картина износа по главной задней поверхности неоднозначна. На этой поверхности на-

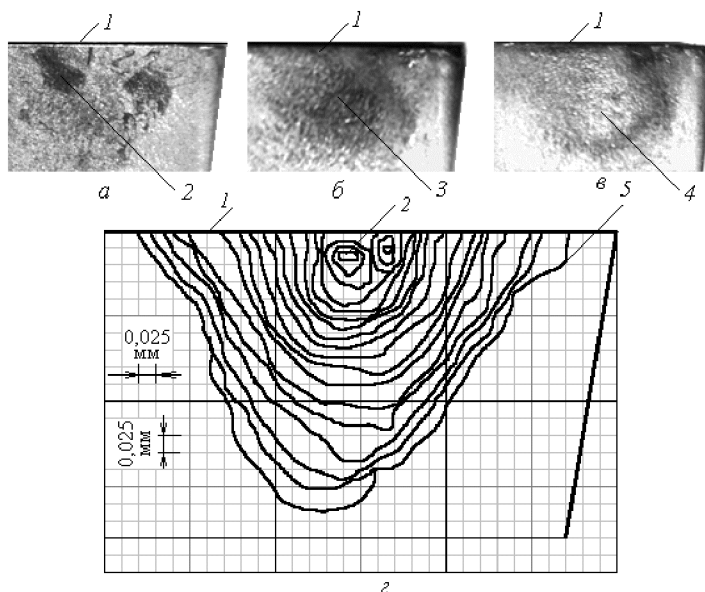
блюдается 3 вида износа: абразивный износ покрытия 3 (рисунок 3), адгезионное выкрашивание в районе вершины 2 и адгезионный износ 4 в зоне стертого покрытия.



**Рисунок 2 – Износ МНТП по передней поверхности: сталь 75ХГСФ; скорость резания 251,2 м/мин; подача 0,28 мм/об; глубина резания 0,25 мм**



**Рисунок 3 – Износ по главной задней поверхности: а – длина резания 1,05 м; б – 3,15 м; в – 5,25 м; 1 – главная режущая кромка; 2 – адгезионное выкрашивание в области вершины; 3 – абразивный износ покрытия; 4 – адгезионный износ**



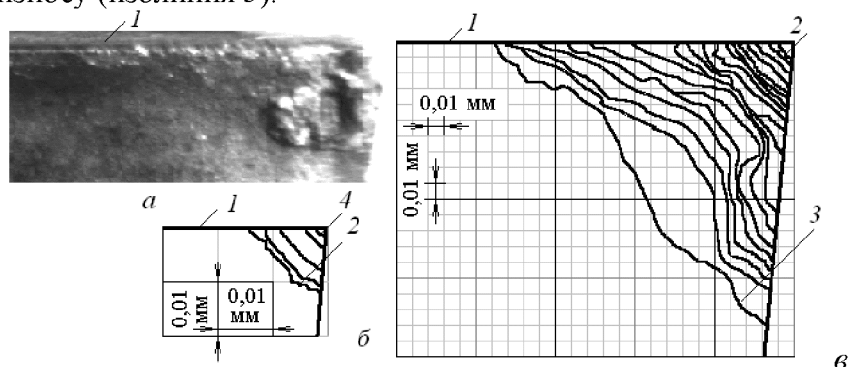
**Рисунок 4 – Абразивный износ покрытия по главной задней поверхности: а – путь резания 0,1 м; б – 2,45 м; в – 5,25 м; г – изолинии абразивного износа покрытия (путь резания 0,1 ... 7,0 м); 1 – главная режущая кромка; 2 – пятна износа покрытия; 3 – пятно абразивного износа покрытия; 4 – адгезионный износ в зоне стертого покрытия**

Наличие абразивного износа покрытия (рисунок 4) объясняется большим количеством карбидов в экспериментальной стали, что приводит к высокому истирающему эффекту (аналогичную картину износа можно наблюдать при точении углеродистых инструментальных сталей У8 ... У12).

На начальном этапе (обработка  $\sim 0,1 \dots 0,3$  м) появляются пятна 2 (рисунок 4а) износа покрытия пластинки. При дальнейшей обработке (с 0,3 м до 5,6...6,3 м) эти пятна сливаются в единое пятно (рисунки 4б, 4в), которое растет с небольшой интенсивностью. Начиная с 2,8... 4,55 м обнажается сердцевина режущей пластинки, и абразивный износ покрытия переходит в адгезионный износ материала режущей пластинки (рисунок 4г). Примерно с 6 м интенсивность износа резко возрастает.

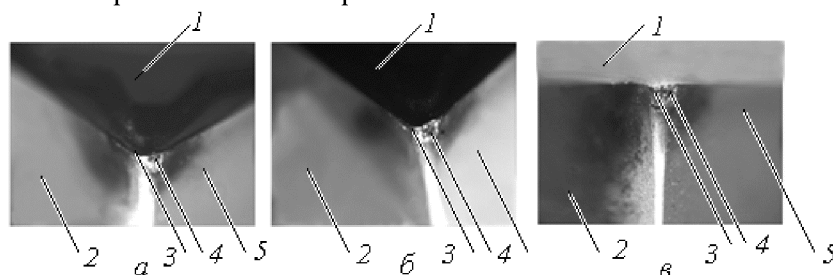
Одновременно с абразивным износом покрытия протекает адгезионный износ вблизи вершины резца (рисунок 5а).

В начальный период резания в районе вершины резца, на главной задней поверхности появляется светлая фаска 4 (рисунок 5б). Во время резания эта фаска развивается (на фотографии хорошо видны следы выкрашивания материала режущей пластинки), приводя к катастрофическому износу (изолиния 3).



**Рисунок 5 – Адгезионный износ по главной задней поверхности вблизи вершины резца: а – путь резания 0,1 м; б – 2,45 м; в – изолинии адгезионного износа; 1 – главная режущая кромка; 2... 4 – изолинии площадки износа (0,1 ... 7,0 м)**

Наличие износа вспомогательной задней поверхности (рисунок 6) определяется упругим восстановлением обработанной поверхности.



**Рисунок 6 – Износ на вспомогательной задней поверхности: а – путь резания 4,55 м; б – 5,6 м; в – 5,95 м; 1 – передняя поверхность; 2 – главная задняя поверхность; 3 – вершина; 4 – лунка износа; 5 – вспомогательная задняя поверхность**

Внешний вид лунки износа по вспомогательной задней поверхности говорит о повышенном адгезионном износе. При этом по мере развития лунки трение увеличивается и она увеличивается как по высоте, так и по ширине.

Проведенные исследования позволяют сформулировать следующие выводы:

- новая подшипниковая сталь, с точки зрения обработки лезвийным инструментом, сочетает в себе свойства высокоуглеродистых и пружинных сталей, т.е. относится к труднообрабатываемым;
- для лезвийной обработки необходимо выбирать пластины с увеличенным главным задним углом и вспомогательным углом в плане: DCMX-WF; DCMT-MF; TCMX-WF; TCMT-MF по классификации Sandvik Coromant или CDMT, сплав TP20AM – OAO

«КЗТС»;

- покрытие TiCN-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TiN передней поверхности методом Low stress coating позволяет вести высокопроизводительное полустовое и чистовое точение;
- покрытие TiCN задних поверхностей методом MT-CVD не дает требуемой износостойкости пластины;
- для обеспечения высокой стойкости пластины необходимо применение износостойких мультислойных PVD покрытий задних поверхностей.

### Литература

1. Баранчиков В.И. Обработка специальных материалов в машиностроении. Справочник. Библиотека технолога: Баранчиков В.И., Тарапанов А.С., Харламов Г.А. М., Машиностроение, 2002. 264 с.
2. Гузеев В.И. Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков. Справочник: Гузеев В.И., Батуев В.А., Сурков И.В. М., Машиностроение, 2007. 366 с.
3. Гуревич Я.Л., Горохов М.В. Режимы резания труднообрабатываемых материалов. Справочник. М., Машиностроение, 1986. 268 с.
4. Подураев В.Н. Резание труднообрабатываемых материалов. М., Высшая шк., 1974. 590 с.
5. Руководство по металлообработке и каталоги продукции Sandvik Coromant (твердосплавный инструмент). Стокгольм, М., 2010. 415 с.
6. Черепяхин А.А., Кузнецов В.А. Технология конструкционных материалов. Обработка материалов резанием. М., изд. Академия, 2011. 287 с.

### **Критериальные конструктивно-технологические параметры оценки сложности отливок**

Волкомич А.А., к.т.н. доц. Сорокин Ю.А.  
 ЗАО «Литаформ», Университет машиностроения  
 8(495)223-05-23, доб. 1589

*Аннотация.* При производстве отливок часто возникают задачи, связанные со сложностью их изготовления. Они носят как технический, так и экономический характер. Как правило, в условиях производства эти задачи решаются на основе практического опыта, основанного на субъективном характере при их оценке. В предлагаемой статье авторы, опираясь на принципы, заложенные в начале этих работ, предлагают методику по определению сложности отливок независимо от способа их изготовления по конструктивно-технологическим параметрам литой детали. Для каждой из групп были разработаны оценочные критерии их определения.

*Ключевые слова:* производство отливок, методика определения сложности отливок, конструктивно-технологические параметры литой детали

При производстве отливок часто возникают задачи, связанные со сложностью их изготовления [1, 2]. Они носят как технический, так и экономический характер. Как правило, в условиях производства эти задачи решаются на основе практического опыта, основанного на субъективном характере при их оценке.

Известно, что в советское время существовал преysкурant цен №25-01, в котором был представлен классификатор оценки шести групп сложности отливок, и в каждой группе были представлены примеры таких отливок. К сожалению, оценка сложности была привязана к способам литья, при этом критерии по оценке сложности отливок носили субъективный характер.

В начале 90-х годов были начаты работы по разработке классификатора сложности отливок, активное участие в ней принимали Трухов А.П., Мешков В.П. и авторы статьи.

К сожалению, из-за появления договорных цен и снижения заинтересованности предприятий к этому вопросу работы в этом направлении были временно свернуты.