

Д.В. Криворучко, д.т.н.

С.С. Некрасов, к.т.н.

А.А. Нешта, инж.

А.С. Юнак, аспирант

Сумской государственной университет

## ВЫБОР ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО МАТЕРИАЛА РЕЖУЩИХ ПЛАСТИН ДЛЯ ОБРАБОТКИ ИЗНОСОСТОЙКОГО ЧУГУНА

*Рассмотрена возможность применения различных марок кубического нитрида бора для обработки износостойкого высокохромистого чугуна путем проведения исследований по обработке торцевых поверхностей и растачиванию отверстия детали «Втулка» из износостойкого высокохромистого чугуна ИЧ210Х30Г3. Определен ресурс режущих пластин из различных марок кубического нитрида бора. Определена зависимость ресурса режущих пластин от скорости резания при обработке торцевых поверхностей и растачивания отверстия детали.*

**Ключевые слова:** износостойкий чугун, торцевые поверхности, режущие пластины кубический нитрид бора.

**Введение.** Износостойкий чугун является труднообрабатываемым материалом, что значительно снижает эффективность его механической обработки. В связи с появлением новых марок износостойкого чугуна, появилась потребность в проведении исследований, направленных на выбор инструментального материала и режимов резания для повышения производительности обработки.

Износостойкий чугун предназначен для изготовления деталей, работающих в условиях абразивного износа, температурных нагрузок, имеет высокую твердость и коррозионную стойкость. Его важнейшей особенностью является возможность варьирования износостойкостью и технологическими свойствами (обрабатываемостью резанием, литейными свойствами) путем подбора соответствующего химического состава и режима термической обработки. В зависимости от условий работы износостойкий чугун делят на фрикционный, чугун для поршневых колец, антифрикционный, чугун отбеленный или белый. Карбиды, являясь важной составляющей износостойкого чугуна различных типов, сочетаются с другими компонентами структуры.

**Цель работы** – показать возможность эффективного применения режущих пластин из борсинита для обработки износостойкого высокохромистого чугуна.

Для определения наиболее эффективного инструментального материала режущих пластин при обработке износостойкого чугуна был проведен эксперимент с обработкой детали «Втулка» (рис. 1) из чугуна ИЧ210Х30Г3. Производилась обработка торцов детали и растачивание отверстия в заготовке.

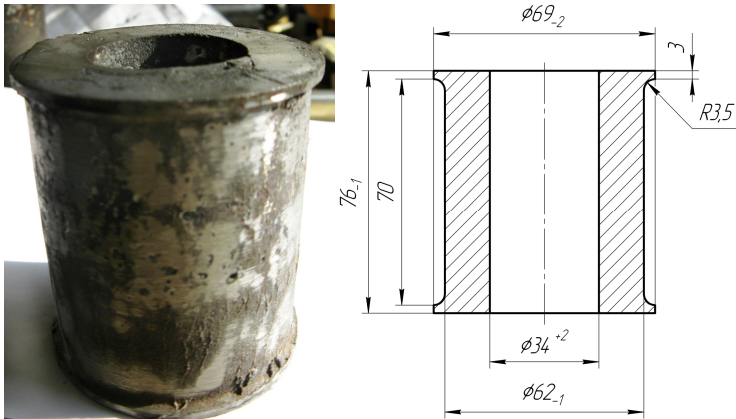


Рис. 1. Размеры заготовки детали «Втулка»

Износостойкий чугун ИЧ210Х30Г3 содержит в составе 30 % хрома, 3 % марганца, 2,1 % углерода, примеси (сера, фосфор и др.) – 1 %, оставшаяся часть – железо. Твердость заготовок износостойкого чугуна составляет 60 HRC. Прочность на изгиб данного вида чугунов не менее 100 кН/мм<sup>2</sup>. Особенностью обработки данного материала являются высокая твердость, наличие литейной корки, раковин и неметаллических включений на поверхности заготовки.

Для обработки данного материала применяют твердые сплавы с износостойким покрытием и синтетические сверхтвердые материалы на основе кубического нитрида бора CBN. При этом используют различную геометрию режущих пластин для достижения высокой производительности и требуемого качества обрабатываемых деталей.

Для обработки торцов заготовок применялись режущие пластины [1]:

1) круглая пластина  $\phi 7$  мм RNMN070300S-LF с верхним слоем киборита на твердосплавном основании. При эксперименте пластина устанавливалась 6 раз;

2) круглая пластина  $\varnothing 7$  мм RNMN070300F из киборита. При эксперименте пластина устанавливалась 12 раз;

3) круглая пластина  $\varnothing 7$  мм RNMN070300F из борсинита. При эксперименте пластина устанавливалась 12 раз;

4) круглая пластина  $\varnothing 7$  мм с упрочняющей фаской  $0,1 \times 20^\circ$  RBMN070300T 01020 из борсинита. При эксперименте пластина устанавливалась 12 раз;

5) ромбическая пластина  $l = 12$  мм с упрочняющей фаской  $0,2 \times 20^\circ$  CNGA120408S-02020-L1-B из материала CBN200 SECO. При эксперименте пластина устанавливалась 2 раза.

Растачивание отверстий заготовок производилось следующими видами режущих пластин:

1) ромбическая пластина  $l = 12$  мм с упрочняющей фаской  $0,1 \times 20^\circ$  CNGA120408T01020 из материала NC6110 Korloy. При эксперименте пластина устанавливалась 4 раза;

2) круглая пластина  $\varnothing 7$  мм RNMN070300F из киборита. При эксперименте пластина устанавливалась 8 раз;

3) круглая пластина  $\varnothing 7$  мм с упрочняющей фаской  $0,1 \times 20^\circ$  RBMN070300T 01020 из борсинита. При эксперименте пластина устанавливалась 8 раз;

4) круглая пластина  $\varnothing 7$  мм RNMN070300 из борсинита. При эксперименте пластина устанавливалась 8 раз.

Экспериментальные исследования выполнялись на токарном станке с ЧПУ модели 16K20T1. Обработка торцов производилась с глубиной резания  $t = 0,5$  мм, подачей  $S = 0,15 \dots 0,25$  мм/об., скоростью резания  $V = 40 \dots 100$  м/мин., а растачивание заготовок с глубиной резания  $t = 1$  мм, подачей  $S = 0,16 \dots 0,25$  мм/об. и скоростью резания  $V = 20 \dots 55$  м/мин., которые были определены методом проб и ошибок на этапе поисковых исследований. Обработка режущей пластиной производилась до величины  $h_z = 0,5$  мм фаски износа по задней поверхности пластины. После изнашивания части режущей кромки круглой пластины (рис. 1), которая зависит от глубины резания, производился поворот данной пластины для обработки неизношенной частью режущей кромки. При обработке торцов одна сторона круглой пластины поворачивалась 6 раз, при растачивании отверстия – 4 раза. При обработке торцов пластина CNGA120408S-02020-L1-B SECO поворачивалась 2 раза, а при растачивании отверстий пластина CNGA120408T01020 Korloy – 4 раза. Опыты проводились не менее 3-х раз.

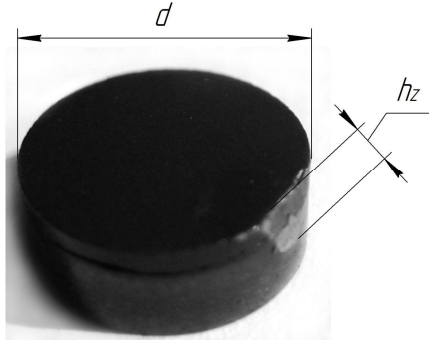


Рис. 1. Фаска износа режущей кромки пластины

Эксперимент показал, что наибольший ресурс режущих пластин при обработке торцевых поверхностей у режущих пластин № 4 (рис. 3), а при растачивании отверстия – у пластин № 3 (рис. 5) из борсинита. Ресурс каждой режущей кромки пластины определялся количеством обработанных ею деталей (рис. 2, 3).

На рисунке 2 показан ресурс отдельных режущих кромок пластин с указанием минимального и максимального количества деталей, обработанных одной кромкой для каждого типа режущих пластин при обработке торцов.

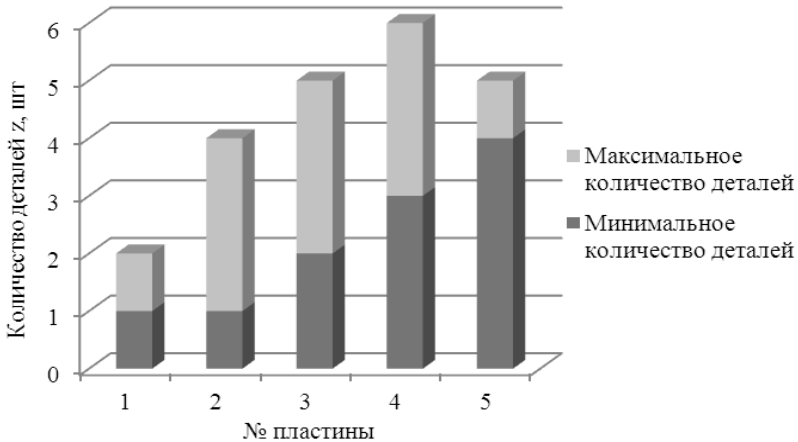


Рис. 2. Ресурс режущих кромок (сектора) пластин при обработке торцов ( $t = 0,5$  мм;  $S = 0,25$  мм/об.;  $V = 75$  м/мин.)

Определение прогнозируемого ресурса режущих пластин производилось подсчетом суммарного количества обработанных деталей всеми режущими кромками пластины (для круглых пластин на каждом рабочем секторе). Расхождение величины прогнозируемого и фактического ресурса (рис. 4, 6) обусловлено преждевременным износом и механическими повреждениями режущих пластин, что приводит к потере их работоспособности. В результате эксперимента было установлено, что на ресурс пластин существенно влияет качество обрабатываемой поверхности заготовок. При обработке заготовок, которые содержат поверхностные и внутренние дефекты литья режущими пластинами из какого-либо материала, происходит полное разрушение пластины (рис. 3).



Рис. 3. Повреждение режущей кромки пластины

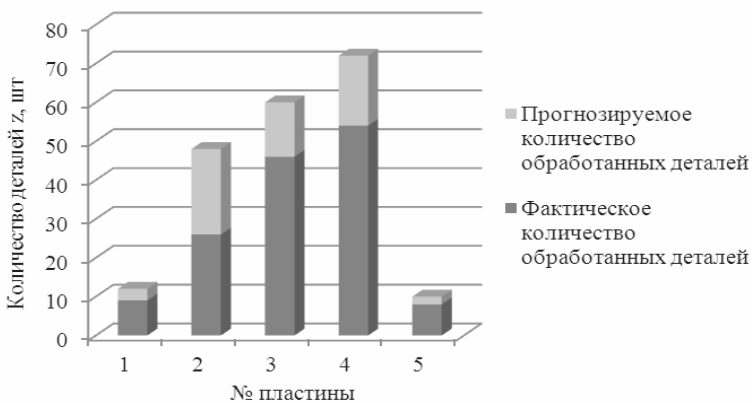


Рис. 4. Ресурс режущих пластин при обработке торцов  
( $t = 0,5$  мм;  $S = 0,25$  мм/об.;  $V = 75$  м/мин.)

На рисунке 5 показан ресурс отдельных режущих кромок пластин с указанием минимального и максимального количества деталей, обработанных одной кромкой для каждого типа режущих пластин при растачивании отверстий.

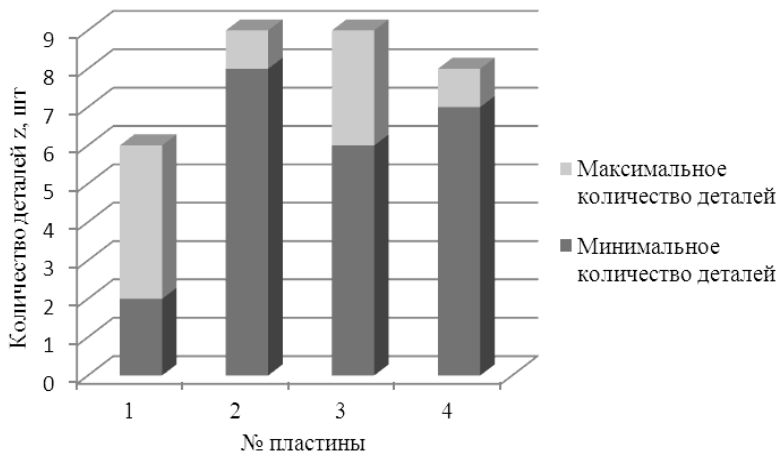


Рис. 5. Ресурс режущих кромок (сектора) пластин при растачивании отверстий  
( $t = 1,0$  мм;  $S = 0,25$  мм/об.;  $V = 45$  м/мин.)

Результаты исследований по определению ресурса режущих пластин при растачивании отверстий с указанием фактического и прогнозируемого количества деталей приведены на рисунке 6.

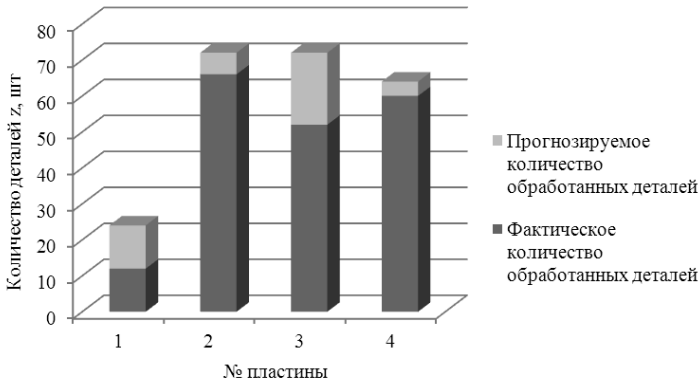


Рис. 6. Ресурс режущих пластин при растачивании отверстий  
( $t = 1,0$  мм;  $S = 0,25$  мм/об.;  $V = 45$  м/мин.)

Скорость резания влияет на ресурс режущих пластин по-разному. При обработке торцов ресурс пластин № 3 и № 4 увеличивается до достижения скорости резания  $V = 97$  м/мин., при которой стойкость режущих пластин наивысшая. Ресурс пластин № 1, № 2 и № 5 увеличивается до достижения скорости резания  $V = 55$  м/мин., при которой стойкость наивысшая. При скорости резания  $V > 55$  м/мин. стойкость режущих пластин снижается (рис. 7).

На ресурс режущих пластин также влияет подача  $S$ . При увеличении величины подачи до 0,25 мм/об. ресурс пластин остается постоянным, а при дальнейшем увеличении начинает снижаться.

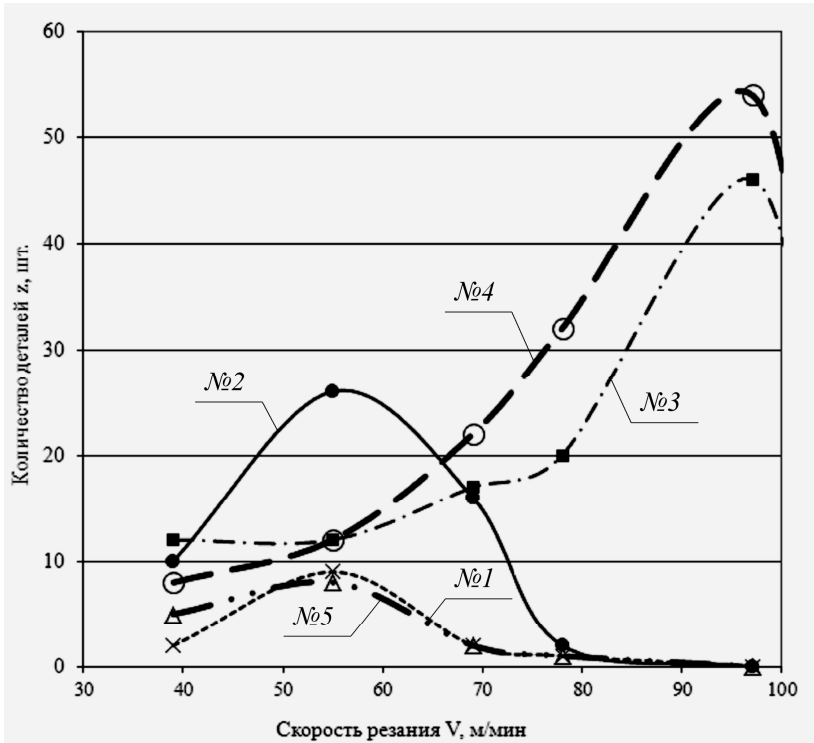


Рис. 7. Влияние скорости резания на ресурс пластин при обработке торцов  
( $t = 0,5$  мм;  $S = 0,15..0,25$  мм/об.;  $V = 36..100$  м/мин.)

При растачивании ресурс режущих пластин № 1, № 2, № 4 увеличивается до достижения скорости резания  $V = 45$  м/мин. При дальнейшем увеличении скорости резания ресурс режущих пластин снижается. Ресурс пластины № 3 снижается с увеличением скорости резания более чем 37 м/мин. (рис. 8).



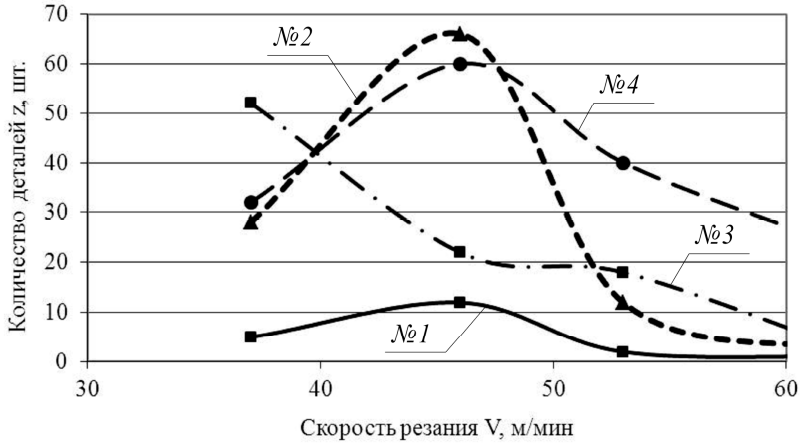


Рис. 8. Влияние скорости резания на ресурс пластин при растачивании отверстий  
( $t = 1$  мм;  $S = 0,16...0,25$  мм/об.;  $V = 37...55$  м/мин.)

**Выводы.** В результате проведенных экспериментальных исследований установлено, что наиболее эффективным сверхтвердым материалом, из исследуемых марок, при обработке торцов и растачивании отверстий в заготовках из чугуна ИЧ210Х30ГЗ является борсинит, который показал наибольшую стойкость и высокую производительность. Также экспериментальным путем определено, что наиболее эффективная обработка торцов производится при режимах резания для пластин из борсинита: глубина резания  $t = 0,5$  мм, подача  $S = 0,25$  мм/об., скорость резания  $V = 97$  м/мин., а при растачивании отверстий: глубина резания  $t = 1$  мм, подача  $S = 0,2$  мм/об., скорость резания  $V = 45$  м/мин. Наличие упрочняющей фаски в конструкции пластины из борсинита повышает стойкость к ударным нагрузкам, соответственно, и ресурс по сравнению с аналогичными пластинами без фаски.

Также в результате эксперимента при обработке детали «Втулка» было выявлено, что на износостойкость режущих пластин из какого-либо материала существенно влияет качество обрабатываемых поверхностей заготовки. Наличие поверхностных и внутренних дефектов (раковины, неметаллические включения, приливы) приводит к повреждениям режущей кромки и значительно снижают работоспособность режущих пластин и их ресурс.

**Список использованной литературы:**

1. Электронный ресурс. – Режим доступа : <http://оптинструмент.рф/a99532-issledovaniya-razrabotka-novyh.html>.
2. Каталог Sandvik Coromant 2011 – точение.
3. Электронный ресурс. – Режим доступа : [http://underspecies2.rssing.com/chan-1433112/all\\_p32.html](http://underspecies2.rssing.com/chan-1433112/all_p32.html).

КРИВОРУЧКО Дмитрий Владимирович – доктор технических наук, доцент кафедры ТМСИ Сумского государственного университета.

Научные интересы:

– моделирование рабочих процессов высоких технологий и высокоэффективных технологий обработки материалов.

Тел.: (0542)68–78–52.

E-mail: [dmytro.kryvoruchko@gmail.com](mailto:dmytro.kryvoruchko@gmail.com)

НЕКРАСОВ Сергей Сергеевич – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры ТМСИ Сумского государственного университета.

Научные интересы:

– изучение процессов резания при обработке сталей аустенитного класса.

Тел.: (0542)68–78–52.

E-mail: [nekrasovss@gmail.com](mailto:nekrasovss@gmail.com)

НЕСХТА Анна Александровна – инженер кафедры ТМСИ Сумского государственного университета.

Научные интересы:

– изучение процессов механической обработки износостойкого чугуна.

Тел.: (0542)68–78–52.

E-mail: [anna.neshta@rambler.ru](mailto:anna.neshta@rambler.ru)

ЮНАК Анна Сергеевна – аспирант кафедры ТМСИ Сумского государственного университета.

Научные интересы:

– повышение эффективности механической обработки высокопрочного чугуна.

Тел.: (0542)68–78–52.

E-mail: [anita89@ya.ru](mailto:anita89@ya.ru)

Стаття поступила в редакцію 07.09.2013

**Криворучко Д.В., Некрасов С.С., Нешта А.А., Юнак А.С.** Выбор инструментального материала режущих пластин для обработки износостойкого чугуна

**Криворучко Д.В., Некрасов С.С., Нешта А.А., Юнак А.С.** Вибір інструментального матеріалу різальних пластин для обробки зносостійкого чугуна

**Криворучко Д.В., Некрасов С.С., Нешта А.А., Юнак А.С.** Вибір інструментального матеріалу різальних пластин для обробки зносостійкого чугуна

УДК [621.91.02+621.91.011]-034.13

Вибір інструментального матеріалу різальних пластин для обробки зносостійкого чугуна / Д.В. Криворучко, С.С. Некрасов, А.А. Нешта, А.С. Юнак

У статті розглянута можливість застосування різних марок кубічного нітриду бору для обробки зносостійкого високохромистого чавуну шляхом проведення досліджень з обробки торцевих поверхонь і розточування отвору деталі «Втулка» із зносостійкого високохромистого чавуну ІЧ210Х30Г3. Визначено ресурс ріжучих пластин з різних марок кубічного нітриду бору. Визначена залежність ресурсу ріжучих пластин від швидкості різання при обробці торцевих поверхонь і розточування отвору деталі.

Ключові слова:

УДК [621.91.02+621.91.011]-034.13

Вибір інструментального матеріалу різальних пластин для обробки зносостійкого чугуна / Д.В. Криворучко, С.С. Некрасов, А.А. Нешта, А.С. Юнак

The possibility of using different grades of cubic boron nitride for machining abrasion-resistant iron was discussed in this article. Research of end surfaces and details' hole machining of the abrasion-resistant iron "bush" ИЧ210Х30Г3 was conducted. Working life for different types of cubic boron nitride inserts was defined. Dependence of inserts working life

on cutting speed in the process of end surfaces and details' hole machining was determined.

Ключові слова: