

УДК 621.7.015

**СТОЙКОСТЬ ИНСТРУМЕНТОВ С КРУГОВОЙ РЕЖУЩЕЙ КРОМКОЙ**

©Мелконов Л. Д., Мелконов Г. Л.

*Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля*

Рассмотрим процесс контроля за стойкостью чашечного резца в течении определенного времени работы. Предложены технологические показатели являющиеся критериями износа инструмента. Разработана методика проведения экспериментальных исследований. Представлены результаты проведенных стойкостных испытаний. Дальнейшее проведение экспериментальных исследований являлось нецелесообразным т.к. это уже была бы зона чернового точения, а не чистового.

**Ключевые слова:** стойкость инструмента, виды износа, время работы, технологические параметры, обрабатываемое изделие, чашечный резец, режим резания, карданный вал.

*Мелконов Л. Д., Мелконов Г. Л.* «Стойкість інструментів з круговою ріжучою крайкою».

Розглянемо процес контролю за стійкістю чашкового різця в перебігу певного часу роботи. Запропоновано технологічні показники є критеріями зносу інструменту. Розроблено методику проведення експериментальних досліджень. Представлені результати проведених стійкісних випробувань. Подальше проведення експериментальних досліджень було недоцільним тому це вже була б зона чорнового точіння, а не чистового.

**Ключові слова:** стійкість інструменту, види зносу, час роботи, технологічні параметри, оброблюваний виріб, чашкове різець, режим різання, карданий вал.

*Melkonov L. D., Melkonov G. L.* «Persistence tools with circular cutting edge».

Consider the process of checking the stability of the cup cutter for a certain period of work. Proposed indicator is a technological tool wear. The technological of experimental studies. The results of tests conducted streight. Further experimental studies are not feasible because it would already be roughing zone and not finishing.

**Key words:** tool life, wear types, operation, process parameters, the work piece, the cup-cutter, cutting mode, the driveshaft.

**1. Введение**

Основанием для выбора установки режимов резания является требования, предъявляемые к качеству обработанной поверхности, а также к стойкости любого режущего инструмента и чашечного в частности.

Стойкость режущего инструмента – это способность сохранять работоспособность режущего лезвия в течении определенного периода времени. Стойкость режущего инструмента существенным образом влияет на экономические показатели обработки – производительность и стоимость операции.

### 2. Анализ литературных данных и формулировка цели

Анализ литературных источников [1, 2, 3] показал, что применение инструментов с круговой вращающейся кромкой ведет к значительному повышению периода стойкости и как следствие повышение производительности процесса обработки. В основе таких изменений лежит замена трение скольжение на трение качение между обрабатываемой заготовкой, стружкой и инструментом.

Результатами выполненных исследований, вышеперечисленных авторов, явилось то, что стойкость чашечного инструмента возросла в десятки и более раз.

Наряду с повышением стойкости инструмента и за счет этого появилась возможность повысить скорость резания. Повышение скорости резания благоприятно сказалось на производительности и стоимости операции [1]. Производительность возросла, а цена операции снизилась. В основе повышения стойкости чашечного инструмента лежит увеличение длины режущего лезвия. Вращение инструмента способствует активному теплоотводу температуры поверхности инструмента.

Исследования, проведенные в последнее время, указывают на то, что общепринятые степенные зависимости между стойкостью инструмента, режимами резания, геометрией режущего лезвия и другими параметрами в связи с расширением номенклатуры обрабатываемых материалов и развитием станочного парка оказываются непригодными. Поэтому появилась проблема установления новых отвечающих современным требованиям зависимостей [3].

Исходя из вышеизложенного, можно сформулировать цель данной статьи – определение периода стойкости режущего лезвия чашечного резца от времени его работы – периода стойкости.

### 3. Методика проведения экспериментальных исследований

Методика проведения экспериментальных исследований, предусматривает обоснование выбранного направления экспериментальных исследований программу конкретных экспериментов, оценку точности и достоверности полученных данных, вывода эмпирической зависимости стойкости инструмента от времени работы. Учитывая вышеизложенное необходимо задаться следующими условиями – режимы резания во время проведения эксперимента будут постоянными. Значение величин режимов резания выбирались из литературных источников [3, 4.], а также в ходе проведения предварительных экспериментов. В этих экспериментах критерием выбора наиболее благоприятных режимов резания служили минимальные значения высоты шероховатости обработанной поверхности. Результатом этой работы являются следующие режимы резания:  $V = 100 \text{ м/мм}$ ,  $S = 0,4 \text{ мм/об}$ ,  $t = 0,4 \text{ мм}$ . Одним из немаловажных параметров, влияющих на процесс обработки, является угол скрещивания осей обрабатываемой заготовки и инструмента  $\gamma = 37^\circ$ .

В качестве обрабатываемого изделия был принят карданный вал шахтного насоса. Карданный вал является нежесткой деталью ( $L > 10 d$ ) и одновременно выполняющий ответственную роль в конструкции насоса [2]. Потому очень важно изготовить в

соответствии с требованиями чертежа. Для изготовления карданного вала использовалась заготовка диаметром 45 мм длиной 410 мм из стали марки 40X. Чертеж готовой детали карданный вал приведен на рисунке 1.

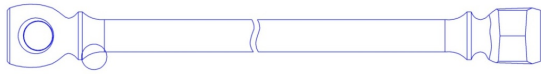


Рис. 1 – Чертеж карданного вала

Заготовку карданного вала обрабатывали чашечным инструментом представляющим из себя твердосплавную

пластинку марки Т15К10, с наружным диаметром режущего лезвия 32 мм толщиной 10 мм с углом наклона боковой (задней) поверхности  $6^\circ$ . Этот инструмент использовался исключительно на чистовой операции (рис. 2). Стойкость чашечного инструмента контролировалась по двум параметрам: диаметру твердосплавной пластины по режущему лезвию и пояску износа по задней поверхности [4]. Контролируемые параметры представлены на рис. 3.

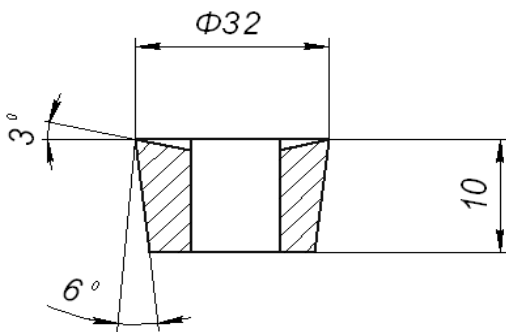


Рис. 2 – Твердосплавная круглая пластинка

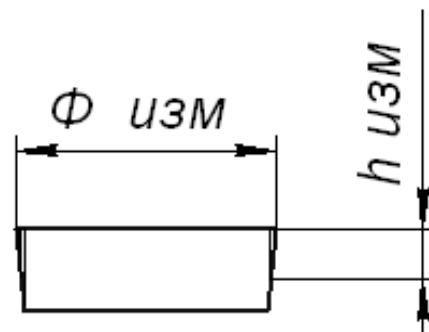


Рис. 3 – Схема износа твердосплавной чашечной пластины

В качестве измерительного инструмента использовался штангенциркуль с часовым индикатором, с ценой деления 0,1 мм и инструментальный микроскоп БМИ-1 с точностью деления до 0,005 мм.

#### 4. Результаты проведенных исследований

Заготовка карданного вала, предназначенного для чистовой обработки, устанавливалась на токарном станке модели 16К20. Один конец зажимался в патроне станка, второй конец поджимался центром задней бабки. Чашечный резец устанавливался в центрах токарного станка под углом  $\gamma$  равным  $37^\circ$ . Режимы резания устанавливались в соответствии с приведенными в методике, равными  $V = 100 \text{ м/мин}$ ;  $S = 0,4 \text{ мм/об}$ ;  $t = 0,4 \text{ мм}$ . На чистовую операцию затрачено  $t = 126 \text{ мин}$ . Заготовке сообщалось вращение со скоростью  $100 \text{ м/мин}$ , в зону резания подводился чашечный резец и производилась чистовая обработка. После завершения чистовой операции деталь снималась со станка, а на её место устанавливалась новая заготовка [3]. После каждой обработки детали производились замеры режущего лезвия чашечного резца на предмет определения износа, а результаты протоколировались (таблица 1).

Замеры проводились диаметра режущего лезвия и ширины фаски по задней поверхности. Проводились измерения и принимались средние значения.

**Таблиця 1** – Результати измерений износа чашечного резца по диаметру режущего лезвия и фаски износа по задней поверхности

№ п/п	Время работы резца $T$ мин	Износ по диаметру $\varnothing_{изм.}$ , мм	Величина износа $\Delta\varnothing = \varnothing - \varnothing_{изм.}$ , мм	Износ по задней поверхности $h_{изм.}$ , мм	Шероховатость обр. поверхности $R_a$ и $R_z$ , мкм	Составляющая сила резания $P_y (H)$	Температура в зоне резания $Q^\circ$
1	10	$\varnothing 32$	-	-	$R_a=1,6$	800	300
2	20	$\varnothing 31,97$	0,03	0,1	$R_a=1,6$	800	300
3	40	$\varnothing 31,94$	0,06	0,2	$R_a=1,6$	800	300
4	60	$\varnothing 31,9$	0,1	0,3	$R_a=1,6$	800	310
5	80	$\varnothing 31,7$	0,3	0,37	$R_a=1,6$	810	310
6	100	$\varnothing 31,58$	0,42	0,42	$R_a=1,7$	810	320
7	120	$\varnothing 31,52$	0,48	0,5	$R_a=1,79$	850	330
8	140	$\varnothing 31,47$	0,53	0,56	$R_a=1,82$	870	370
9	160	$\varnothing 31,4$	0,6	0,61	$R_a=1,88$	900	390
10	180	$\varnothing 31,3$	0,7	0,68	$R_a=2$	930	415
11	200	$\varnothing 31,3$	0,7	0,71	$R_a=2,5$	980	447
12	220	$\varnothing 31,25$	0,75	0,75	$R_a=2,5$	1050	493
13	240	$\varnothing 31,1$	0,9	0,8	$R_z=15$	1120	515
14	260	$\varnothing 31,1$	0,9	0,85	$R_z=18$	1190	534
15	280	$\varnothing 31,1$	0,9	0,89	$R_z=20$	1200	600
16	300	$\varnothing 31,1$	0,9	1	$R_z=25$	1280	620
17	320	$\varnothing 31$	1	1,3	$R_z=30$	1350	643
18	340	$\varnothing 29$	3	1,7	$R_z=38$	1410	670
19	360	$\varnothing 28$	4	2	$R_z=51$	1600	713

Учитывая тот факт, что в данной работе ставилась цель определения времени в течении которого чашечный резец будет сохранять работоспособность, анализ таблицы показал, что наименьший износ чашки по диаметру и по задней поверхности будет в диапазоне времени  $T = 10 \text{ мин} \div 300 \text{ мин}$ . Свыше 300 мин наступает катастрофический износ. Критерием износа чашечного резца является качество обработанной поверхности – шероховатость, силы резания и температура резания.

Результатом проведенных экспериментов установлено, что достижение фаски износа по задней поверхности  $h_{изн} = 0,85 \text{ мм} \div 1 \text{ мм}$  отрицательно сказалось на высоте микронеровностей обработанной поверхности [4]. Из анализа таблицы 1 и рисунка 4 видно, что шероховатость обработанной поверхности в начальный период точения вала составляла 1,6 мкм во временном отрезке от 20 мин до 200 обработки высота микронеровностей оставалась практически неизменной и составила  $R_a=2$  мкм.

По результатам проведения исследований построен график зависимости величины износа по задней поверхности от времени работы.

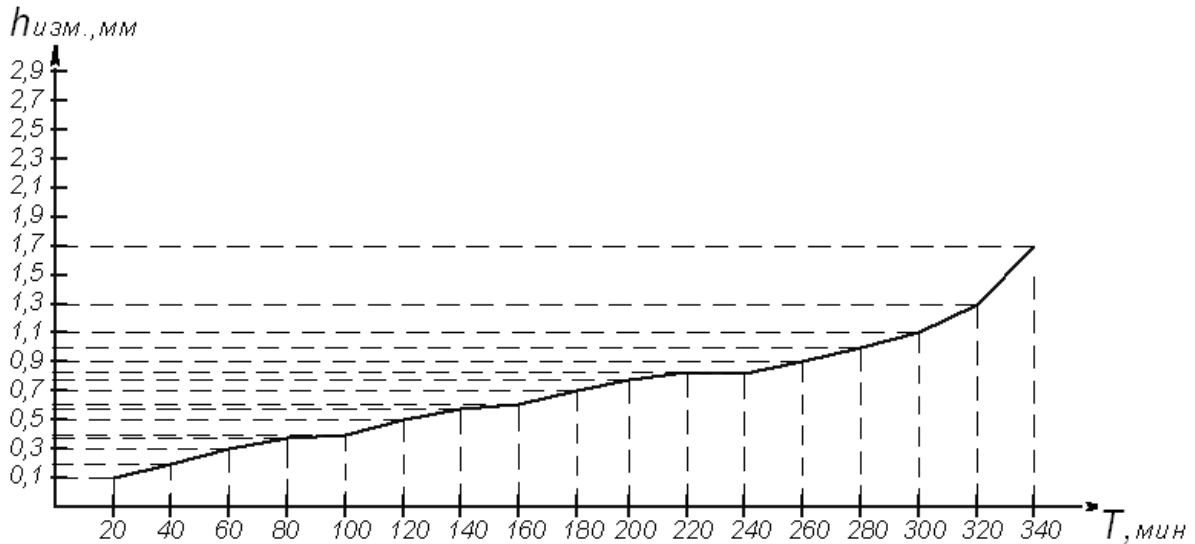


Рис. 4 – График зависимости износа чашки  $h_{\text{изм}}$  от времени работы  $T$

При дальнейшей обработке высота микронеровностей увеличивалась от  $R_a=2$  мкм до  $R_a=20$  мкм. После отработки чашечных резцов, по обработке карданных валов, 300 мин наступал катастрофический износ. Размер фаски по задней поверхности составил  $h_{\text{изн}}=1,7-2$  мм, что привело к катастрофическому износу. Высота микронеровностей достигла  $R_z=51$  мкм. Аналогичная картинка наблюдалась и при исследовании зависимости силы резания и температуры от временного износа чашечного резца. Наиболее меньшие значения силы резания и температуры были при  $t=220$  мин, потом наблюдалось повышение до  $t=320$  мин. С истечением времени работы более 300 мин эти показатели резко возрастали и достигли  $P_y=1600H$ ,  $Q^\circ=713^\circ$ . Это также свидетельствует о катастрофическом износе чашечного резца [3]. В процессе проведения экспериментальных исследований зависимость изменения высоты шероховатости обработанной поверхности, силы резания и температуры от износа чашечного резца по диаметру не установлено. Анализируя проведенное экспериментальное исследование можно сделать предположение, что стойкость инструмента  $C$  от времени работы  $T$  будет представляться в общем виде:  $C = f(t)$ . Проведя анализ таблицы представленной на рис. 1 и графика построенного по данным таблицы можно сделать вывод, что кривая подчиняется следующему закону:

$$h_{\text{изм}} = \sqrt{T}, \quad (1)$$

то есть будет представлять из себя кривую приближенно напоминающую гиперболу.

### Выводы

Основной целью проведенных экспериментальных исследований является установление зависимости стойкости чашечного инструмента от времени непрерывной эксплуатации.

Критерием износа чашечного резца являлось появление матовой ленточки по задней поверхности. С увеличением непрерывной работы чашечного резца ширина матовой ленточки увеличивалась.

За основу критериев износа чашечного резца принят технологический показатель – высота микронеровностей обработанной поверхности карданного вала. Также исследовалось влияние величины износа чашечного инструмента на такие параметры как сила резания и температура резания.

Установлено, что с течением времени от 0 мин до 220 мин величина износа по задней поверхности была минимальной и составила  $h_{изн} = 0,75 \text{ мм}$ , высота микронеровностей равнялась  $R_a = 2,5 \text{ мкм}$ , сила резания колебалась в пределах  $P_y = 800 - 980 \text{ Н}$ , температура резания  $Q^\circ = 300 - 500^\circ$ . С дальнейшей эксплуатацией чашечного резца  $t = 300 \text{ мин}$  фаска износа достигла  $h_{изн} = 1 \text{ мм}$ ; высота шероховатости  $R_z = 25 \text{ мкм}$ ; сила резания  $P_y = 1280 \text{ Н}$  и температура в зоне резания  $Q^\circ = 620^\circ$ . С дальнейшей эксплуатацией чашечного резца наступал катастрофический износ при  $t > 320 \text{ мин}$  и все экспериментальные показатели достигли своего максимума  $R_a = 51 \text{ мкм}$ ;  $P_y = 1600 \text{ Н}$ ;  $Q^\circ = 713^\circ$ .

Дальнейшее проведение экспериментальных исследований являлось нецелесообразным, т. к. это уже была бы зона черного точения, а не чистового.

Выведенная эмпирическая зависимость (1) позволит определять величину износа по задней поверхности инструмента без проведения дополнительных экспериментальных исследований.

### Список использованных источников:

1. Маталин А. А. Технология машиностроения: учебник для студентов вузов / А. А. Маталин. – Л.: Машиностроение, 1995. – 542 с.
2. Гурин Ф. Р. Повышение качества и точности поверхности валов технологическими методами / Ф. М. Гурин, Е. У. Зарубицкий, Л. Д. Мелконов // Режущий инструмент и производительная обработка резанием: материалы Всесоюзного науч.-техн. семинара. – М.: МДНТП, 1982. – С. 122–128.
3. Мелконов Л. Д. Исследование влияния угла скрещивания и режимов резания на качество и точность обработанной поверхности чашечными принудительно вращающимся резцом / Л. Д. Мелконов // Прогрессивные конструкции режущих инструментов и рациональные условия их эксплуатации: сб. – М.: МДНТП, 1983. – С. 34–38.
4. Мелконов Л. Д. Технологические особенности обработки рабочих поверхностей винтовых валковых калибров чашечными принудительно вращающимися резцами / Л. Д. Мелконов. – Луганск, 2012. – С. 52–57.

Стаття надійшла до редакції 5 травня 2014 р.