

А.Г. Деревянченко, д-р техн. наук, Г.А. Оборский, д-р техн. наук,  
Г.П. Гнатюк, канд. техн. наук, С.К. Волков, Одесса, Украина

## **КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ РЕЖУЩЕЙ ЧАСТИ ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ ГЛУБОКОГО СВЕРЛЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ**

*Одержано нові експериментальні результати контролю станів елементів ріжучої частини головок ВТА на лабораторних стендах, до складу яких входить система технічного зору. Результати у вигляді наборів цифрових зображень зношених поверхонь і ріжучих кромок, зон викрошувань і сколів головок, а також напрацювання, одержані при експлуатації стендів, можуть бути використані для створення модуля інтелектуальної системи контролю, діагностики станів і прогнозування залишкового ресурсу головок.*

*Получены новые экспериментальные результаты контроля состояний элементов режущей части головок ВТА на лабораторных стендах, в состав которых входит система технического зрения. Результаты в виде наборов цифровых изображений изношенных поверхностей и режущих кромок, зон выкрашиваний и сколов головок, а также наработки, полученные при эксплуатации стендов, могут быть использованы для создания модуля интеллектуальной системы контроля, диагностирования состояний и прогнозирования остаточного ресурса головок.*

*New experimental results of control of the cutting part elements states of the VTA heads on laboratory stands which the system of technical sight are got. Results as sets of digital representations of wearing surfaces and cutting edges, areas of fractures and heads splitting off, and also the works got during exploitation of stands can be used for creation of the module of the intellectual checking system, diagnosing of being and prognostication of remaining resource of heads.*

Станки для глубокого сверления представляют собой сложные технические системы, надежность которых в значительной степени определяется совокупностью состояний основных рабочих элементов и узлов. Значительное число отказов таких станков происходит вследствие отказов (потери работоспособности) их режущих инструментов (РИ). Поэтому тематика статьи, посвященной результатам разработки одного из модулей интеллектуальной системы контроля и диагностирования сверл для глубокого сверления (СГС), представляется авторам актуальной.

**Анализ предыдущих исследований.** Анализ литературных данных [1, 2 и др.] показал, что для оценки состояний названных типов РИ в большинстве случаев используют косвенные методы контроля. Они в процессе обработки обеспечивают укрупненное распознавание состояний СРС в пространстве двух классов состояний "СГС работоспособно" и "СГС в состоянии отказа". При этом теряется ценная диагностическая информация о состоянии каждого из режущих элементов (РЭ) режущей части (РЧ) СГС, которая может быть получена с использованием прямых методов контроля в процессе прерывания обработки (при смене заготовок).

**Целью настоящей статьи является** изложение некоторых из новых экспериментальных результатов прямого контроля состояний РЭ головок ВТА на лабораторных стендах с использованием системы технического зрения (СТЗ).

**Рассмотрим основные результаты разработок.** В ОНПУ проводятся исследования, направленные на разработку модулей интеллектуальной системы контроля, диагностирования состояний и прогнозирования (ИС КДП) остаточного ресурса РЧ СГС, в частности – головок ВТА. Одним из них является модуль для регистрации и обработки систем образов (цифровых изображений) изношенных поверхностей и режущих кромок (РК), зон выкрашивания и сколов РЧ СГС с использованием СТЗ.

Укрупненная схема фрагмента ИС КДП СГС, отображающая лишь модуль регистрации, обработки и распознавания цифровых изображений поверхностей и режущих кромок РЭ, представлена на рис. 1. Объектами контроля являются в первую очередь режущие элементы ( $РЭ_1, РЭ_2, \dots, РЭ_n (n=1-5)$ ), а также ряд поверхностей направляющих элементов (НЭ) – выглаживателей СГС.

Созданию станочной системы контроля состояний инструментов обычно предшествуют длительные и кропотливые исследования на лабораторных стендах. Изучаются виды дефектов режущей части, определяются их параметры, что позволяет в дальнейшем переходить к формированию классов состояний РЭ и соответствующих пространств состояний [1, 2]. Эксперименты проводились в станочной лаборатории кафедры металлорежущих станков, метрологии и сертификации ОНПУ на станке для глубокого сверления мод. 2810 Одесского СПО. Существует множество вариантов конструкций СГС [1, 2 и др]. В данной работе объектами контроля служили головки ВТА. Контроль головок выполнялся как на станке, так и на специальных стендах (рис. 2-4).

Общий вид станка с одним из вариантов системы контроля состояний рабочих поверхностей и режущих кромок головок ВТА приведен на рис. 2.

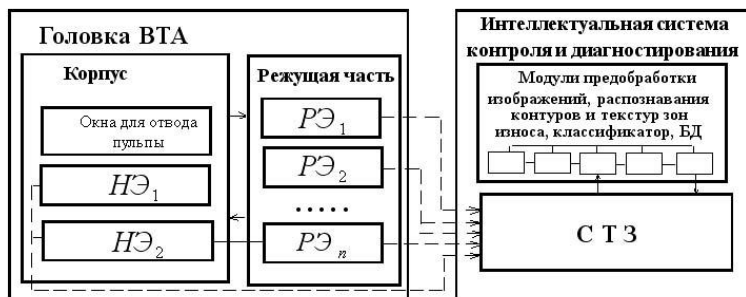


Рисунок 1 – Укрупненная схема процессов контроля состояний элементов РЧ головок ВТА с использованием СТЗ.

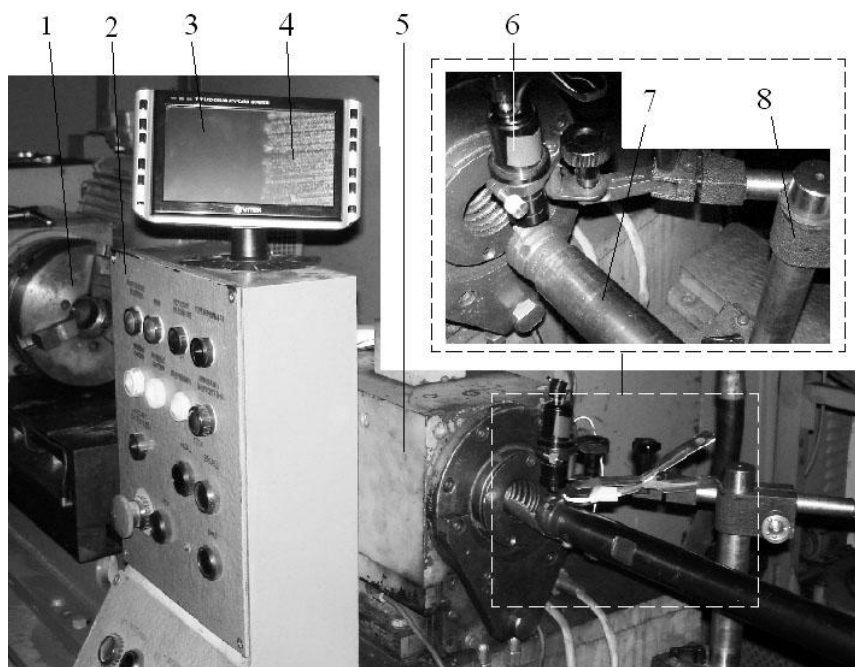


Рисунок 2 – Общий вид станка для глубокого сверления мод. 2810 с опытным вариантом системы контроля состояний СГС (1 – патрон, 2 – пульт управления, 3 – видео-контрольное устройство, 4 – изображение прикромочного участка одного из РЭ сверла, 5 – маслоприемник, 6 – WEB – камера, 7 - борштанга с контролируемой головкой ВТА, 8 – стойка, на которой крепится WEB – камера.).



Рисунок 3 – Фрагмент стенда для предварительного лабораторного анализа состояний режущей части СГС (1 – корпус, 2 – стойки крепления оптики, 3 – окуляр, 4 – головка ВТА, 5 – поворотный диск для вращения головки вокруг оси, 6 – устройство для вспомогательных поворотов головки).

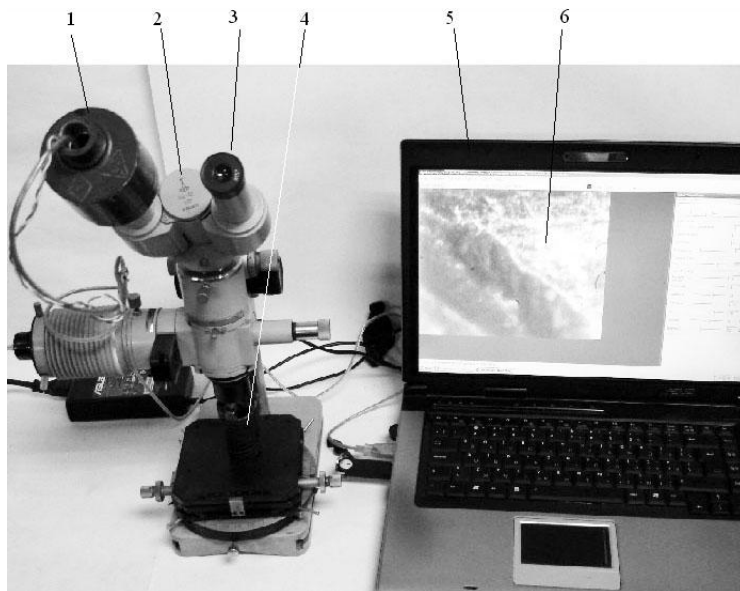


Рисунок 4 – Лабораторный вариант системы технического зрения для контроля состояний рабочих элементов головки (1 - цифровая WEB – камера, вставленная в левую регулируемую окулярную трубку микроскопа; 2 - бинокулярный микроскоп мод. ММУ-3; 3 – правая окулярная трубка для предварительного выбора зоны контроля; 4 – контролируемая головка; 5 – ПЭВМ; 6 – изображение прикромочного участка одного из РЭ головки).

Контролировались головки с изношенными рабочими элементами (РЭ) и с РЭ в состоянии отказа - после обработки отверстий в заготовках из стали 40X при следующих режимах:  $V = 72$  м /мин;  $S = 0,3$  мм/об; расход СОТС  $Q = 135$  л/мин; давление СОТС  $P = 2, 35$  МПа. Контрольными зонами являлись прикромочные участки рабочих элементов и “уголки” головок. Некоторые из результатов регистрации образов РЭ одной из головок показаны на рис. 5, 6.

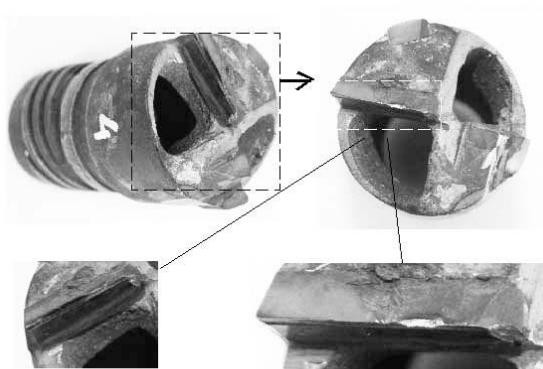


Рисунок 5 – Общие виды рабочих элементов одной из головок ВТА в состоянии отказа (со следами скола участка режущей части РЭ).

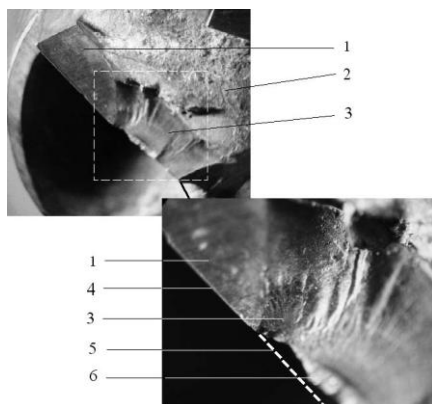


Рисунок 6 – Изображения участка скола одного из рабочих элементов головки, показанной на рис. 5 (1 – рабочий элемент; 2 – тело РЧ; 3 – зона скола; 4 – остаточный участок режущей кромки отказавшего РЭ; 5 – граничное положение участка РК до скола, 6 – граница скола со стороны задней поверхности РЭ).

Как следует из анализа рис. 5, 6, контролируемая головка находится в состоянии отказа (отчетливо прослеживается скола участка режущей части РЭ).

В процессе работы головки происходят индивидуальные формоизменения каждого из ее рабочих элементов. Это оказывает комплексное влияние на изменения составляющих силы резани, процессов стружкообразования и стружкодробления на каждом рабочем элементе.

Вызванное износом прекращение стружкодробления приводит к пакетированию стружки в головке и в борштанге, что может привести к поломке дорогостоящей головки. Поэтому очевидна экономическая целесообразность создания интеллектуальной системы контроля, диагностирования состояний и прогнозирования остаточного ресурса режущей части головок.

Изменение параметров стружкообразования при проявлении с износом РЧ эффекта «пускания РК» (вследствие соединения зон износа по передней и задним поверхностям), исследованное в работе [4], может быть обнаружено на основе обработки цифровых изображений – ортогональных проекций передней и задних поверхностей каждого из РЭ.

При контроле головок, в частности – передних поверхностей рабочих элементов, представляет интерес регистрация их цифровых ортогональных проекций (как в отраженном, так и в проходящем свете). Однако при этом иногда возникает конфликт между требуемым фокусным расстоянием и невозможностью подвести окуляр оптической системы к рабочим элементам вследствие задевания цилиндрического корпуса головки. В настоящее время отрабатывается вариант контроля с использованием системы световодов.

Головка с несколькими режущими элементами представляет собой сложнорежущий инструмент - систему элементов, надежность которой определяется состояниями не только каждого из РЭ, но и «подсостояниями» передних и задних поверхностей, РК, особенно – зон уголков. Эта система элементов может быть представлена в виде многосвязного графа.

Текущий контроль каждого из рабочих элементов головки позволит оценить ее состояние в целом:

$$C_G = C_1 \cup C_2 \dots \cup C_n.$$

Представляется перспективной оценка надежности головок ВТА и прогнозирования их отказов с использованием известных методик, основанных на применении Марковских моделей.

В данной работе исследовались головки с напайными режущими элементами. Все более широкое применение получают головки с механическим креплением сменных режущих элементов. Для таких СГС разрабатываемая система контроля обеспечит ряд новых возможностей.

Во-первых - многопараметрическая оценка состояния каждого рабочего элемента.

Во-вторых - это возможность использования набора критериев отказа каждого из элементов (с учетом его «веса», степени важности в системе РЭ)

вместо обычно рекомендуемого [2] – предельно допустимого износа задней поверхности РЭ (например -  $[h_s^{\max}] = 0,4 - 1,8 \text{ мм}$ ).

Кроме того, становится возможным прогнозирование момента прекращения эксплуатации головки с отказавшим одним (или несколькими) РЭ. Далее может быть выполнено восстановление работоспособности СГС путем замены отказавших элементов.

Требования к объему статьи не позволяют привести комплекс результатов цифровой обработки полученных образов РЭ головок – выделенных контуров зон износа и поломок, формируемых по ним признаков состояний и др. Планируется изложить их в следующих публикациях.

Прогнозирование остаточного ресурса головок планируется производиться с использованием подхода, изложенного нами в [4].

### **Выводы.**

Получены новые экспериментальные результаты контроля состояний элементов режущей части головок ВТА на лабораторных стендах, в состав которых входит система технического зрения.

Результаты в виде наборов цифровых изображений изношенных поверхностей и режущих кромок, зон выкрашиваний и сколов головок, а также наработки, полученные при эксплуатации стандов, будут использованы для создания соответствующего модуля интеллектуальной системы контроля, диагностирования состояний и прогнозирования остаточного ресурса головок и других типов СГС.

**Список использованных источников:** 1. Обработка глубоких отверстий/Н. Ф. Уткин, Ю.И. Кижняев, С. К. Плужников. — Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1988. — 269 ел ил. 2. Общемашиностроительные нормативы режимов резания, нормы износа и расхода инструментов для глубокого сверления и растачивания – ГСКТБ «Оргприминструмент», НИИмаш, 1984 – 81 с. 3. Дерев'янченко А.Г. Система интеллектуального анализа изображений зон износа режущих инструментов/А.Г. Дерев'янченко, О.Ю. Бабилунга, Д.А. Криницын // Резание и инструмент в технологических системах. — Харьков: НТУ «ХПИ». 2010. — Вып. 78. — С. 34 – 41. 4. Дерев'янченко О.Г. Діагностування станів різальних інструментів при прецизійній обробці/ О.Г. Дерев'янченко, В.Д. Павленко, А.В. Андрєєв. – Оdesa: Астропрінт, 1999. – 184 с.

*Поступила в редколлегию 15.06.2012*