

УДК 62-52; 681.5.07

А.С. АРАЛКИН, к.т.н, доцент, С.В. ПЕРЕГУДОВ, инженер, К.А. АРАЛКИНА, магистрант  
ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

## **ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ, РАБОТОСПОСОБНОСТИ И НЕОБХОДИМОСТИ РЕМОНТА СТАНКА SKODA W200 В УСЛОВИЯХ ПАО «КОНСТАР»**

Изложены результаты научно обоснованной диагностики состояния горизонтально-расточного станка SKODA W200. Приведены данные контрольных испытаний на геометрическую точность, статическую жесткость и результаты испытаний станка в динамике.

**Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.** Станочный парк большинства машиностроительных предприятий за последние годы не только не развивался, но устаревал и изнашивался. На многих предприятиях этот износ достиг критического уровня. Это привело к полной или частичной потере номинальных показателей практически всего технологического оборудования заводов. Использование изношенного оборудования для производства качественной продукции стало проблематичным. Приобретение нового для большинства предприятий практически невозможно. Импортные станки слишком дорогие. Отечественные - дешевле, но их технологические показатели ниже импортных, а сами станкостроительные заводы пришли в такое же бедственное положение. Остается путь восстановления и модернизации станков и другого технологического оборудования. В наших условиях это одно из наиболее реальных и эффективных направлений решения задач обеспечения технологических процессов в машиностроительном производстве работоспособным оборудованием [1].

**Анализ исследований и публикаций.** Нередки случаи, когда при проведении капитального ремонта или модернизации станка ряду не удается решить поставленные задачи не только по повышению точности оборудования, но даже по ее восстановлению до уровня, предусмотренного паспортными данными. Связано это, вероятно, с недостатком достоверных данных о состоянии станка, с отсутствием квалифицированного персонала и полноценной системы обучения новых специалистов, а также с использованием устаревших приемов выполнения работ. Да и приемка оборудования после ремонта и модернизации часто выполняется по методикам, не позволяющим получать полные и достоверные данные о важнейших показателях [2]. Достоверные данные о состоянии станка до и после ремонтно-восстановительных работ может дать только комплексная проверка его технического состояния [3]. Поэтому коренной задачей при решении этой проблемы является оценка технического состояния технологического оборудования, установление степени изношенности его деталей и узлов и установка диагноза по его главным техническим характеристикам.

В работе такая задача решалась при оценке технического состояния, работоспособности и необходимости ремонта станка Skoda W200 ПАО «Констар».

**Постановка задачи.** Целью данной работы является проведение контрольных испытаний станка мод. Skoda W200 для определения основных показателей качества на момент испытаний.

Основные ГОСТы, устанавливающие показатели качества станков и методы испытаний: ГОСТ 7599-82, ГОСТ 7035-75, ГОСТ 8-82Е, ГОСТ 8-82Е, ГОСТ 27843-88, ГОСТ 25443-82Е, ГОСТ 2110-93, ГОСТ 18101-85.

Основные показатели качества, характеристики, требования, определяемые при различных контрольных испытаниях станков в соответствии с приведенными выше ГОСТ и «Типовыми методиками и программами испытаний металлорежущих станков» (ЭНИМС, Москва, 1986 г.) включают: нормы точности и жесткости, уровень вибраций, установленную безотказную наработку в сутки; параметры точности и шероховатости обработки в партии и др.

Основными видами испытаний являлись: испытания станков на геометрическую точность, испытания станков на статическую жесткость и испытания станков в динамике.

При испытании станков на геометрическую точность использовался следующий набор метрологических средств и оснастки: индикаторы с ценой деления 0,002 и 0,01 мм; уровни с ценой деления 0,02/1000; контрольная линейка длиной 1000 мм 2-го класса; контрольный

угольник 2-го класса; наборы концевых мер; контрольная оправка с конусностью 7:24; вспомогательная оснастка для установки, крепления и перемещения средств измерения и контроля. Данный набор метрологических средств позволяет осуществить измерения геометрической и кинематической точности станка с применением контактных методов.

Одним из условий получения достоверных результатов проверки станка на геометрическую точность является его правильная установка на фундамент. В связи с выявленными в процессе испытаний существенными отклонениями положения станков в пространстве от требуемых (по условиям монтажа), были выполнены дополнительные проверки, позволившие оценить эти отклонения.

Испытания станка на статическую жесткость включают определение деформаций основных узлов станка, в первую очередь тех, которые влияют на относительное положение инструмента и заготовки. Данные испытания не ставили своей целью получение исчерпывающих характеристик упругой системы станка. В задачу испытаний входило определение жесткости «шпиндельной группы» станка как наиболее податливого элемента системы, влияющего на виброустойчивость системы. Нагрузка к «шпиндельной группе» прикладывалась с помощью специального устройства через образцовый динамометр ДОСМ-3-5, а деформация контролировалась индикаторами с ценой деления 0,002 и 0,01 мм.

Испытания станков в динамике включали запись вибрационных характеристик приводов главного движения на холостом ходу при различных частотах вращения шпинделя. Ряд экспериментов проводился для измерения собственных колебаний узлов при импульсном возбуждении. Первичная информация с объекта снималась пьезоэлектрическим преобразователем (датчиком) типа 1ПА9, и далее через линию связи заносилась в память компьютера. По результатам статических и динамических испытаний определялась область устойчивости, работа в которой обеспечивает минимальную амплитуду колебаний.

В ходе проверки на геометрическую точность станка SKODA W200 направляющие по длине были разделены на участки, длина которых соответствовала 500 мм. Участки были пронумерованы от 1 до 9. За исходную точку при построении формы профиля направляющих была выбрана контрольная точка 1, наиболее удаленная от пиноли. Получены графики формы направляющей станины относительно общей прямой (рис. 1) и графики отклонения формы направляющей от прямолинейности (рис. 2)

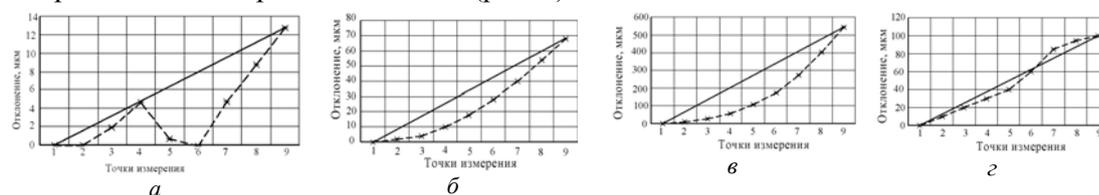


Рис. 1. Графики формы направляющей станины относительно общей прямой

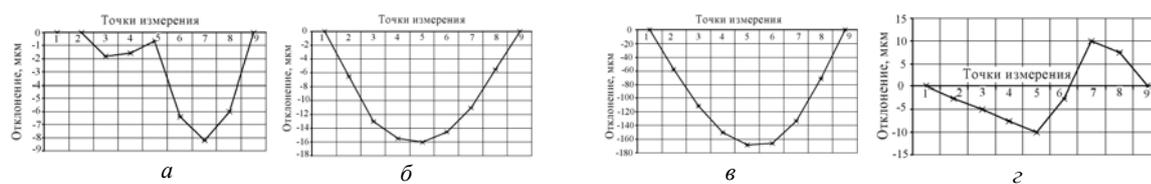


Рис. 2. Отклонение формы направляющей от прямолинейности

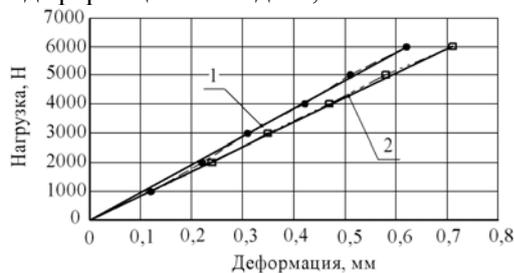
Анализ полученных данных показал, точность выставки станка на фундаменте составляет 0,18/1000, что превышает допусковые отклонения 0,02/1000. По остальным основным параметрам точности станок SKODA W200 соответствует требованиям ГОСТ.

Испытания станка на статическую жесткость включали определение деформаций основных узлов станка, в первую очередь тех, которые влияют на относительное положение инструмента и заготовки. Данные испытания не ставили своей целью получение исчерпывающих характеристик упругой системы станка. В задачу данных испытаний входило определение жесткости «шпиндельной группы» станка, как наиболее податливого элемента системы.

Под «шпиндельной группой» понимается комплекс устройств, включающий: выдвигной шпиндель, его опоры, полый шпиндель и его опоры. Определяли характеристика жесткости

«шпиндельной группы» в направлении одной координатной оси  $Y$  при двух значениях вылета расточного шпинделя  $L=1500$  мм и  $L=925$  мм.

Получены графические зависимости деформации шпинделя от нагрузки (рис 3). Линейная аппроксимация полученных данных показала хорошую достоверность: для зависимости (см. рис 3) график 1 -  $N=9634,6 \cdot \delta$ ,  $R^2=0.9982$ , график 2 -  $N=8511,8 \cdot \delta$ ,  $R^2=0.9997$ , где  $N$  - нагрузка, Н;  $\delta$  - деформация шпинделя, мкм.

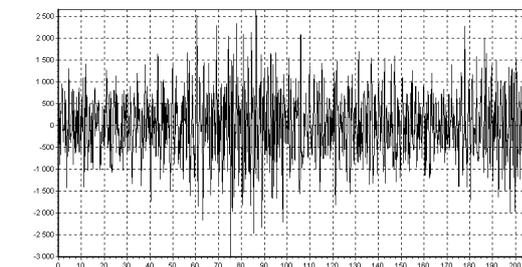


**Рис. 3.** Зависимости деформации шпинделя от нагрузки: 1 - при вылете расточного шпинделя  $L=1500$  мм; 2 - при вылете  $L=925$  мм

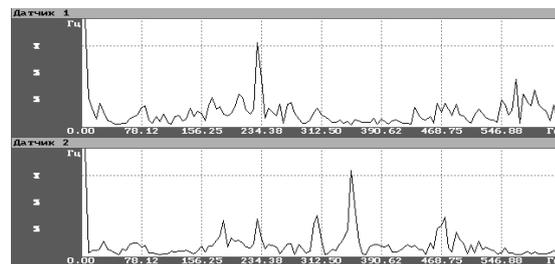
Значение жесткости расточного шпинделя при вылете  $L=925$  мм более  $8,3$  Н/мкм следует признать очень хорошим. Оно свидетельствует о качественной посадке расточного шпинделя в направляющих втулках и отсутствии зазора. Остаточной деформации не обнаружено. Зависимость деформации от нагрузки

при  $L=1500$  мм показала, что коэффициент жесткости составил  $J = 9,67$ Н/мкм. Остаточная деформация  $0,02$  мм.

При испытаниях на холостом ходу два измерительных датчика устанавливались на шпиндельной бабке. Датчик 1 фиксировал колебания в горизонтальной плоскости, датчик 2 - колебания в вертикальной плоскости. Последовательно снимались показания датчиков при различных частотах вращения шпинделя: от  $n=4$  мин<sup>-1</sup> до  $n=550$  мин<sup>-1</sup>. В качестве примера на рис. 4 представлена одна из осциллограмм, полученная с датчика 1, установленного на фланце приводного двигателя при  $n=100$  мин<sup>-1</sup>. В качестве диагностического параметра обычно используется спектрограмма скорости, получаемая в результате быстрого преобразования Фурье. Результаты такой обработки осциллограмм записи холостого хода при  $n=100$  мин<sup>-1</sup>, полученные с двух датчиков, представлены на рис. 5.



**Рис. 4.** Осциллограмма записи холостого хода при  $n=100$  мин<sup>-1</sup> (датчик 1 установлен на шпиндельной бабке)



**Рис. 5.** Спектр виброскорости холостого хода при  $n=100$  мин<sup>-1</sup>

К сожалению, однократные измерения не позволяют диагностировать износ элементов кинематики привода, они позволяют сделать предварительное заключение о наличии или отсутствии серьезных дефектов. Анализ полученной информации позволяет утверждать, что главный привод станка на момент испытаний не имеет серьезных дефектов. Этот вывод базируется на том, что спектры виброскорости при всех частотах вращения шпинделя не содержат значительных пиков в области низких частот. Пики в области частот  $200 \dots 300$  Гц связаны с собственной частотой расточного шпинделя при заданном вылете. Можно рекомендовать провести ревизию щеточного узла двигателя (наличие высокочастотной составляющей в спектре) расточного шпинделя вызывались ударным возбуждением. Датчиками, установленными на шпинделе, регистрировали свободные затухающие колебания. Пример одной из таких «растянутых по оси времени» осциллограмм представлен на рис. 6. На осциллограмме, полученной при вылете шпинделя  $L=300$  мм, отчетливо видно присутствие двух частот: низшей, наблюдаемой в форме биения и существенно более высокой, определяемой колебаниями собственно расточного шпинделя. Обработка подобных осциллограмм позволяет определить первую собственную частоту и логарифмический декремент (параметр демпфирования).

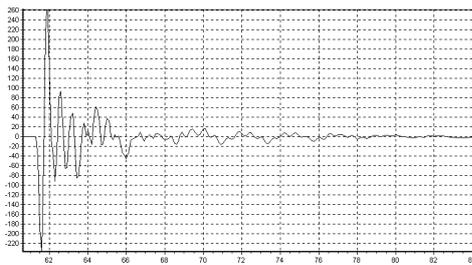


Рис. 6. Оциллограмма собственных колебаний расточного шпинделя ( $L=925\text{mm}$ ).

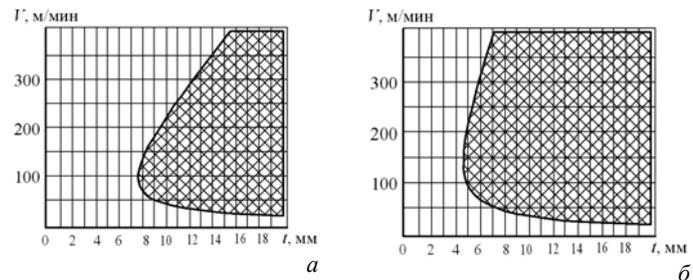


Рис. 7. Граница области устойчивости станка SKODA W200 при обработке конструкционной стали: а – при вылете расточного шпинделя  $L=925\text{ мм}$ ; б – при вылете  $L=1500\text{ мм}$

Анализ графиков (рис. 7) показывает, что изменение динамических параметров системы уменьшило предельное значение глубины резания с 8 до 4,5 мм.

**Выводы.** Базовые узлы и детали станка мод. SKODA W200 имеют незначительный износ. По основным показателям точности он соответствует нормам. Отклонение ряда показателей от нормативных вызвано погрешностями установки станка на фундаменте. (0,18/1000 в продольном направлении). Станина выставлена неудовлетворительно, очень большая вогнутость. Необходимо выставить станину на фундаменте. Фундаментную плиту станка необходимо выставить по уровню к горизонту.

При перемещении ползуна на длину 1500мм происходит разворот шпиндельной бабки относительно направляющих стойки (пиноль со шпиндельной бабкой уходит вниз):

- шпиндельная бабка зажата зажимами – 0,01 мм;
- шпиндельная бабка не зажата зажимами – 0,05 мм.

Испытания на холостом ходу показывают, что главный привод не имеет существенных механических дефектов. Шпиндельная группа станка имеет хорошую жёсткость и виброустойчивость, что позволяет использовать станок при широком варьировании технологических режимов обработки. Шпиндельный узел станка находится в хорошем состоянии и не требует вмешательства для ремонта и настройки.

Расчет границ устойчивости произведён на основании текущего состояния станка, которое следует признать хорошим и соответствующим техническим данным станка. Система управления станка требует замены. Электрическая часть приводов является морально устаревшей и требует замены. Необходимо установить на станок цифровую индикацию с памятью. На станке необходимо провести модернизацию приводов и электрошкафа.

При обследовании станка была измерена температура в помещении  $t=12^{\circ}\text{C}$ , для качественной работы станка данная температура не является оптимальной, рекомендуемая температура  $t=18^{\circ}\text{C}$ .

#### Список литературы

1. Гаврилюк В.С. О журнале «Ремонт, восстановление, модернизация (РВМ)» и его задачах // Редукторы и приводы. – 2007, № 2 (04). – С. 3 – 4.
  2. Клягин В.И., Сабиров Ф.С. Типовая система технического обслуживания и ремонта металлорежущего и деревообрабатывающего оборудования - М.: Машиностроение, 1988. 672 с.
  3. Савинов Ю.И. Современная комплексная безразборная диагностика технического состояния станков // Станки и инструмент, № 9. 2008. С. 5 – 11.
- Рукопись поступила в редакцию 21.01.12

УДК 331.46: 622.669

В.В. ЄЖОВ, канд. техн. наук, Н.В. ШАТОХІНА, ДП «НДІБПГ»

### СТАН ВИРОБНИЧОГО ТРАВМАТИЗМУ, УМОВ ТА БЕЗПЕКИ ПРАЦІ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ГІРНИЧО-МЕТАЛУРГІЙНОГО КОМПЛЕКСУ УКРАЇНИ ЗА 2011 р.

Проведено порівняльний аналіз виробничого травматизму на підприємствах гірничо-металургійного комплексу України за 2011-2010 рр.

Протягом останніх п'яти років на підприємствах ГМК України намітилася стійка тенденція