

УДК 621.357.482

**А.А. Шумилов, канд. техн наук, доцент,**

**И.М. Билоник, канд. техн.наук, доцент,**

**П.К. Штанько, канд. техн.наук, доцент,**

**А.А.Шумилов, аспирант**

*Запорожский национальный технический университет*

*E-mail: mech@zntu.edu.ua*

**Ю.В. Гармаш, инженер,**

**А.А. Юрченко, инженер**

*ООО «Резон», г. Днепрпетровск*

## **МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЙ МАТЕРИАЛОВ НА ГАЗОАБРАЗИВНОЕ ИЗНАШИВАНИЕ ПРИ ПОВЫШЕННЫХ СКОРОСТЯХ СОУДАРЕНИЯ**

*Приведена методика испытания материалов на газоабразивное изнашивание при высоких скоростях соударения абразивных частиц с преградой.*

**Ключевые слова:** *газоабразивный износ, угол атаки, скорость соударения, износостойкость, образец, методика.*

**Введение.** Наиболее распространенный способ исследования износостойкости и ее зависимости от различных факторов заключается в проведении производственных и лабораторных испытаний натуральных деталей и образцов с регистрацией износа.

Производственные испытания дают наиболее точное представление об износостойкости материалов в данных условиях, однако, они сопряжены с рядом трудностей, главной из которых являются большие затраты времени. В то же время, лабораторные испытания могут быть проведены в короткие сроки и без больших затрат. Они позволяют исследовать одновременно влияние нескольких факторов на износостойкость, провести комплекс испытаний за сравнительно короткое время. При этом процесс изнашивания интенсифицируется, но условия лабораторных испытаний должны как можно более полно отражать реальные условия работы деталей.

С целью более точного моделирования процесса изнашивания лопаток дымососа ДОД-31,5 в лабораторных условиях, нами были проведены исследования условий и характера их разрушений.

Двухступенчатый осевой дымосос ДОД-31,5 является важным элементом газозвоздушного тракта электростанции. Он забирает дымовые газы из воздухонагревателя и подает их в дымовую трубу. При сжигании каменного угля в топках котлов образуется зола, часть которой уносится с дымовыми газами.

Специальные устройства не обеспечивают их полной очистки. Вследствие этого, частицы золы, попавшие в дымосос вместе с дымовыми газами, вызывают интенсивный износ лопаток дымососа.

*Цель исследований* – разработка методики испытаний материалов при больших скоростях соударений.

Для анализа условий изнашивания лопаток дымососа необходимо знать такие характеристики струи как угол атаки и скорость соударения. Совместное рассмотрение этих факторов и сравнение их с эпюрой износа лопатки дает возможность определить, за счет чего: скорости частиц или их угла атаки в большей степени изнашивается тот или иной участок лопатки. Кроме того, полученные данные необходимы для моделирования изнашивания в лабораторных условиях.

Расчет углов и скоростей, при которых происходит соударение абразивных частиц с телом лопатки производился с использованием плана скоростей.

Проведенный графический расчет треугольников скоростей на входной и выходной кромках лопатки показал, что скорость соударения частиц с лопаткой ( $V$ ) и угол атаки ( $\alpha$ ) находятся в следующих пределах: на входной кромке:  $V=72-93$  м/с;  $\alpha=10-17^\circ$ ; на выходной кромке:  $V=77,2-136,5$  м/с;  $\alpha=38-18^\circ$ .

Целью лабораторных испытаний является определение сравнительной износостойкости ряда сплавов, выявление оптимального состава износостойкого наплавочного материала, исследование зависимости износостойкости различных материалов от скорости соударения и угла атаки для различных абразивов.

Для лабораторных испытаний использован метод испытаний материалов и покрытий на газоабразивное изнашивание с помощью центробежного ускорителя по ГОСТ 23.201-78 [1].

Модернизированный центробежный ускоритель ЗМИ-1 разработан и изготовлен в Запорожском национальном техническом университете. Основные узлы ускорителя соответствуют ГОСТ 23.201-78 и аналогичны ЦУК-ЗМ, разработанным в Таллинском политехническом институте [2], возможности которого не позволяют производить испытания при скоростях соударения выше 60 м/с. Принципиальная схема ускорителя ЗМИ-1 дана на рисунке 1. Из бункера (рисунок 1) абразивные частицы попадают в

центральное отверстие ротора – 1, оттуда под действием центробежных сил выбрасываются через радиальные каналы на образцы – 2. После удара абразивные частицы и их осколки попадают в сборный бункер, откуда они периодически высыпается. Ротор приводится во вращение двумя однофазными электродвигателями типа УЛ-062 через клиноременную передачу с передаточным числом 2. Двигатели питаются от электрической сети через пульт управления.

Перед опытами, после установки машины держатели образцов устанавливаются в соответствующее положение. Расположение образцов относительно ротора и траектория абразивных частиц должны быть такими, чтобы траектория вылета частиц из ротора совпала с проекцией нормали фронтальной поверхности образца. Зная угол вылета абразивных частиц  $\beta$ , установка образце-держателей производится при помощи специального приспособления, центрируемого по центру ротора и имеющего шкалу угла  $\beta$  [2].

Установка держателей образцов при помощи вышеупомянутого приспособления гарантирует всем образцам одинаковые условия во время опытов. Сами образцы закрепляются в держателях при помощи соответствующих прижимных скоб и клиньев.

Образцы (исследуемые и эталонные), размерами  $8 \times 15 \times 20$  мм с допусками на размеры по 7 классу точности взвешиваются на аналитических весах (ВЛ-200) и закрепляют в держателях образцов машины.

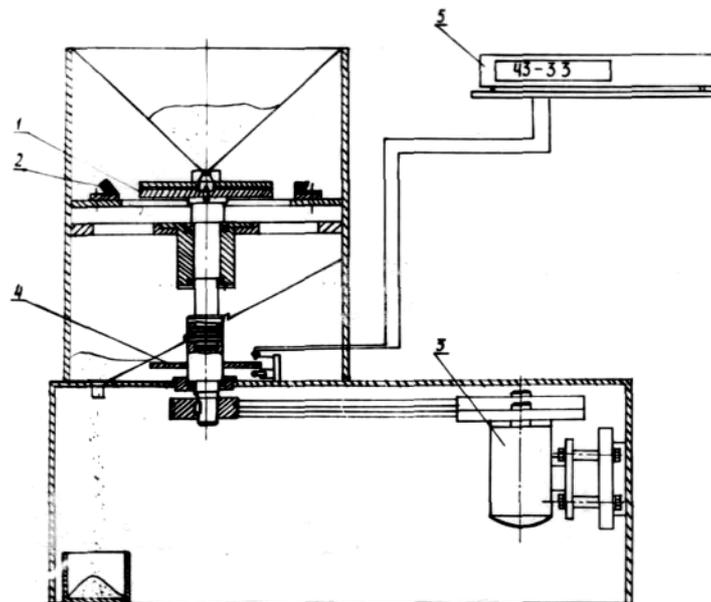


Рисунок 1 – Принципиальная схема ускорителя ЗМИ-1  
1 – ротор; 2 – образец; 3 – электродвигатели; 4 – обтюратор; 5 – частотомер ЧЗ-33

Для обеспечения достоверной вероятности 90 % количество испытанных образцов из каждого материала не менее 3-х. Количество абразивного материала выбирается из расчета, чтобы износ эталонного образца составлял 10-15 мг.

Так как большинство материалов в первой фазе изнашивания изнашиваются с переменной интенсивностью (т.е. имеет место т.н. эффект приработки) опыт с теми же образцами повторяют.

За основу расчета относительной износостойкости в общем случае принимаются данные, полученные повторным опытом. Относительная объемная износостойкость выражается формулой [2]:

$$\epsilon = \frac{G_э * \rho}{\rho_э * G}$$

где  $G_э$  и  $\rho_э$  – потеря веса и плотности эталонного образца;  $G$  и  $\rho$  – потеря веса и плотности исследуемого образца.

Объемная интенсивность изнашивания выражается соответственно зависимостью [2]:

$$W = \frac{G}{\rho * Q_1}, \text{ мм}^3/\text{кг}$$

где  $Q_1$  – количество абразива попадающего на один образец, кг;  $Q_1 = \frac{\delta}{\rho * Q}$ , кг,

где  $\delta$  – угол попадания, в градусах; Q – количество абразива в бункере, кг.

Технические характеристики установки ЗМИ-1:

Скорость вылета абразива, м/с	– 20 -160
Угол атаки, град	– 15 - 90
Размер сопла, мм	– 3×7
Скорость вращения ротора, об/мин	– 2000 – 16000
Количество одновременно испытываемых образцов	– 15

Для определения частоты вращения использована схема с фотодиодным датчиком и обтюратором, а также частотомер ЧЗ-33.

#### **Выводы**

По характеру взаимодействия абразивных частиц с поверхностью образца, а также по параметрам процесса изнашивания (угол атаки и скорость соударения) данная лабораторная установка достаточно точно моделирует механизм изнашивания лопаток дымососа.

Предполагается создание методики испытаний в виде инструкции для производителей работ.

#### **Библиографический список использованной литературы**

1. Клейс И.Р. Основы выбора материалов для работы в условиях газо-абразивного изнашивания / И.Р. Клейс // Трение и износ. — 1980. — № 2. — С. 263–271.
2. ГОСТ 23.201-78. Метод испытания материалов и покрытий на газо-абразивное изнашивание с помощью центробежного ускорителя. — М.: Изд-во стандартов, 1979. — 8 с.

*Поступила в редакцию 10.03.2014 г.*

#### **Шумілов А.О., Білонік І.М., Штанько П.К., Шумілов О.А., Гармаш Ю.В., Юрченко А.О. Методика випробування матеріалів на газоабразивне зношування при підвищених швидкостях зіткнення**

Розглядається методика випробування матеріалів на газоабразивне зношування при високих швидкостях зіткнення абразивних часток з перегранною.

**Ключові слова:** газоабразивне зношування, кут атаки, швидкість зіткнення, зносостійкість, зразок, методика.

#### **Shumilov A.O., Bilonik I.M., Shtanko P.K., Shumilov O.A., Garmash U.V., Urchenko A.O. Methods of testing materials for gas-and-abrasive wear at high speed collision**

The technique of testing materials for gas-and-abrasive wear at high speed collision with abrasive particles is given.

**Keywords:** gas-and-abrasive wear, angle of attack, speed bumps, wear resistance, sample, methods.