

УПРОЧНЕНИЕ НОЖЕЙ СМЕСИТЕЛЕЙ ИНТЕНСИВНОГО ДЕЙСТВИЯ ПО КРИВЫМ ИЗНОСА

Показана закономерность изнашивания по длине лопаток смесителей интенсивного действия. Установлено, что упрочнять лопатки целесообразно армированием твердосплавными пластинами переменной толщины.

Ключевые слова: смеситель интенсивного действия, кривые износа, твердый сплав, твердосплавные пластины.

Технологический процесс производства огнеупорных изделий подразумевает предварительное получение огнеупорной смеси. Для замеса огнеупорной смеси применяют смесители интенсивного действия. При этом конструкция смесителя должна максимально обеспечивать проявление тиксотропных свойств огнеупорной массы. Одной из основных задач, возникающих при эксплуатации смесителя, является долговечность интенсивно изнашивающихся лопаток. Самой распространенной формой рабочих органов смесителей является лопастная, состоящая из нескольких лопаток, закрепленных на вращающемся валу [1]. Принцип работы смесителя основан на интенсивном смешивании. Смеситель (рис. 1) имеет рабочий орган 1 и вращающуюся емкость 2 смешивания. Быстро вращающийся рабочий орган смещен относительно центра емкости смешивания на величину s .

Опыт [2] показывает, что неравномерность износа лопаток составляет от 2 до 5 раз. Основной закономерностью формирования кривой износа деталей является неравномерность и неодинаковость условий изнашивания и воздействия внешней среды. Поэтому для выравнивания кривой износа необходимо на рабочей поверхности проводить переменное локальное упрочнение, т. е. рабочую поверхность детали восстанавливать с переменной износостойкостью. Поверхностному упрочнению деталей по кривым износа посвящена работа Л. В. Красниченко и В. А. Шадчина [3]. Упрочнение деталей по кривым износа есть, по существу, требование равной локальной износостойкости изнашиваемой поверхности деталей машин.

Следует отметить связь принципа поверхностного упрочнения по кривым износа с методом восстановления с помощью дополнительных деталей. Дополнительные детали, изготовленные с различными свойствами и устанавливаемые в соответствии с кривыми износа, могут эффективно реализовать рассматриваемый принцип упрочнения. Для лопаток смесителя такими деталями являются твердосплавные пластины, которыми армируется рабочая поверхность лопаток. Данный принцип применим не только к изготовлению, но и к восстановлению деталей с заданными свойствами.

Согласно работам И. В. Крагельского, А. В. Чичинадзе [2, 4] и многих других ученых основными факторами, влияющими на интенсивность абразивного изнашивания, являются твердость поверхности, удельное давление, скорость относительного перемещения, путь трения, состав смешиваемой смеси, ее плот-

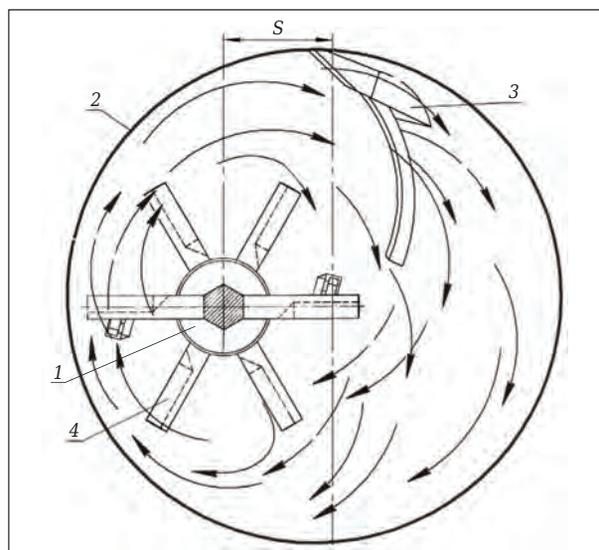


Рис. 1. Основные конструктивные параметры смесителя: 3 — донно-боковой скребок; 4 — лопатки; остальные обозначения — в тексте



Д. И. Симисин
E-mail: 7sinov@mail.ru

ность и абразивные свойства. Ввиду того что содержание кварца составляет более 97 % в составе дианосовых масс, их абразивные свойства определяются твердостью кварца, которая составляет 7 единиц по шкале Мооса.

При определении суммарного единичного износа лопатки учитывается горизонтальное расположение емкости смешивания (см. рис. 1). Путь трения и скорость относительного скольжения лопастей ротора смесителя прямо пропорциональны их радиусу. Следовательно, линейный износ будет возрастать от центра вращения к периферии. Величина единичного износа I_1 лопатки при воздействии частиц смешиваемого материала на рабочую поверхность лопатки в горизонтальной плоскости

$$I_1 = I_{1уд}\pi Rnt / (3 \cdot 10^7), \quad (1)$$

где $I_{1уд}$ — интенсивность изнашивания на единицу пути трения, мм/км; R — радиус лопасти, мм; n — число оборотов ротора в минуту; t — время работы ротора, с.

Удельное давление на верхнюю часть лопатки и скошенную нижнюю различается. Смешиваемая масса скользит по лопатке вниз со скоростью, зависящей от угла заточки лопасти и линейной скорости скольжения, которая, в свою очередь, зависит от текущего радиуса. Величина вертикальной составляющей скорости скольжения массы по лопатке $V_{ос}$ зависит от угловой скорости ротора ω , текущего радиуса R и угла заточки α :

$$V_{ос} = \omega R t g \alpha. \quad (2)$$

При сообщении перемешиваемой массе вертикальной скорости возникает динамическое давление p на лопатку, которое прямо пропорционально квадрату скорости и плотности смешиваемого материала ρ :

$$p = V_{ос}^2 \rho / 2. \quad (3)$$

Линейный износ при прочих равных условиях практически прямо пропорционален удельному давлению на рабочую поверхность лопатки. Таким образом, величина единичного износа лопатки I_2 при воздействии частиц смешиваемого материала на рабочую поверхность лопатки в вертикальной плоскости

$$I_2 = I_{2уд} V_{ос}^2 \rho / 2, \quad (4)$$

где $I_{2уд}$ — удельный износ, отнесенный к единице давления, м/Па.

Интенсивность изнашивания, как показывают эксперименты, прямо пропорциональна удельному давлению. Следовательно, при постоянной твердости рабочей поверхности в первом приближении интенсивность изнаши-

вания лопатки по длине будет возрастать во второй степени в зависимости от радиуса. Суммарный единичный износ лопатки $I_{об}$ определим суммой единичных износов (1) и (4):

$$I_{об} = I_{1уд}\pi Rnt / 30 + I_{2уд}(\omega R t g \alpha)^2 \rho / 2. \quad (5)$$

Уравнение (5) при известном удельном износе позволяет определить время работы лопаток до предельного износа. Расчет максимальных удельных давлений, действующих на лопасть смесителя, показывает, что при $\omega \approx 60$ рад/с, $R_{max} = 0,35$ м, $tg \alpha \approx 0,5$ и $\rho = 1800$ кг/м³ они не превышают 0,01 МПа. Следовательно, абсолютный износ лопастей смесителя для данного режима работы будет практически линейно возрастать от центра к

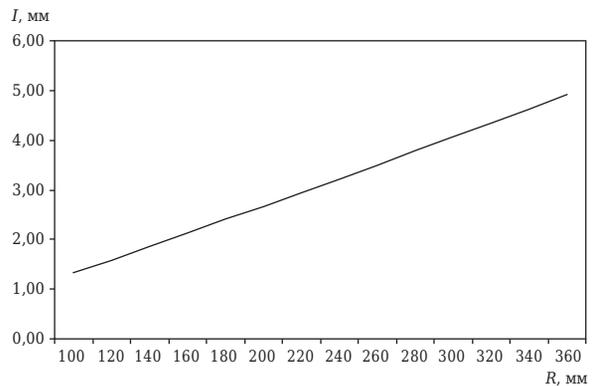


Рис. 2. Распределение износа I лопаток по радиусу лопасти R за 2 мес работы

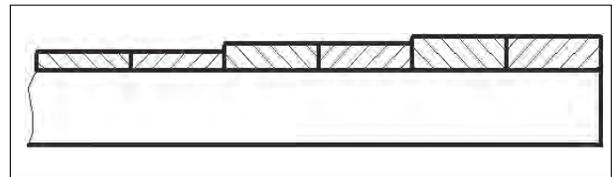


Рис. 3. Схема армирования лопатки смесителя по кривой износа

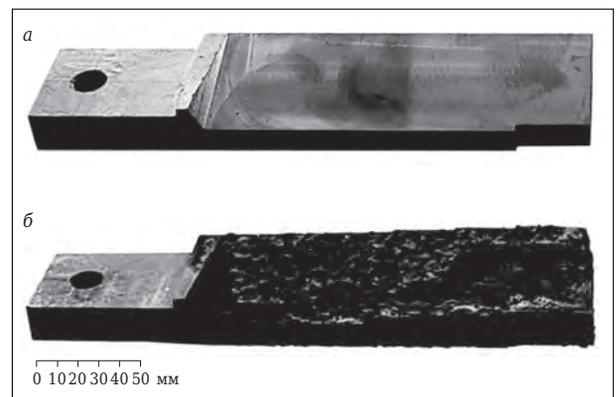


Рис. 4. Лопатки смесителя: а — заготовка перед армированием; б — заготовка после армирования пластинами твердого сплава

периферии. С использованием уравнения (5) для удельного единичного износа был рассчитан износ лопаток I . На рис. 2 показана зависимость износа лопаток смесителя за 2 мес их работы при интенсивности износа $I_{уд} = 0,01$ мм/км [2], что соответствует работе ротора в кварцевом песке. Упрочнять лопатки целесообразно армированием твердосплавны-

ми пластинами переменной толщины, которая возрастает от центра к периферии (рис. 3, 4).

Таким образом, определенная в работе закономерность изнашивания лопаток смесителей интенсивного действия по их длине позволяет реализовать равную локальную износостойкость изнашиваемой поверхности лопаток.

Библиографический список

1. **Вальтер, М.** Смешивание, гранулирование, окатывание, пластификация и приготовление шликера в смесителе интенсивного действия / *М. Вальтер // Новые огнеупоры.* — 2008. — №3. — С. 33.
2. Трение, изнашивание и смазка : справочник. В 2 кн. ; под ред. И. В. Крагельского, В. В. Алишина. — М. : Машиностроение, 1978. — 400 с.
3. **Красниченко, Л. В.** Поверхностное упрочнение деталей машин по кривым износа и эпюрам де-

формаций / *Л. В. Красниченко, В. А. Шадчиев.* — Ростов : изд. Ростовского ун-та, 1973. — 100 с.

4. **Хебда, М.** Справочник по триботехнике. Т. 1. Теоретические основы / *М. Хебда, А. В. Чичинадзе.* — М. : Машиностроение, 1989. — 400 с. ■

Получено 28.05.15

© Д. И. Симисинов, А. И. Афанасьев,
В. Я. Потапов, 2015 г.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ



The Conference on **RAW MATERIALS 2015**

Конференция по сырьевым материалам 2015

6–7 октября 2015 г.

г. Прага, Чехия



The Czech Silicate Society

Тематика:

- Добыча, обработка и тестирование силикатного сырья
- Использование сырья для производства керамики, огнеупоров и строительных материалов
- Добавки и связующие вещества для керамических смесей
- Использование вторичного сырья
- Изделия из глины с добавками
- Сырье и материалы для высокотехнологичной керамики
- Наноматериалы и их использование в керамике

www.silikaty.cz