

Основным с точки зрения работы пружинного грохота параметром, влияющим на мощность, является вес просеиваемого материала на рабочем органе  $G_M$ , который зависит от производительности по питанию П.

Момент, возникающий при растяжении упругих элементов при опускании рабочего органа в нижнее положение, определяется по формуле  $M_3 = c \times A \times (G_M + G_{P,0})$ .

**Закключение.** Рассмотрены методы расчета основных параметров вибрационных грохотов. В результате установлено, что на сегодня существуют как эмпирические, так и аналитические формулы расчета. Параметры, влияние которых сложно установить, учитываются в виде поправочных коэффициентов.

#### Список цитируемых источников

1. Аппарат для просеивания зернистых материалов : пат. 9513 Респ. Беларусь / Л. А. Сиваченко, О. В. Голушкова, С. С. Говрюшин, А. А. Жуковский // Бюл. — 2007. — № 1.
2. Бауман, В. А. Вибрационные машины в строительстве и производстве строительных материалов : справочник / В. А. Бауман, И. И. Быховский, Б. Г. Гольдштейн. — М. : Машиностроение, 1970. — 548 с.
3. Троицкий, В. В. Обогащение нерудных строительных материалов / В. В. Троицкий. — М. : Стройиздат, 1986. — 193 с.
4. Сергеев, В. П. Строительные машины и оборудование / В. П. Сергеев. — М. : Высш. шк., 1987. — 376 с.
5. Семенов, А. С. Применение резиновых сит в промышленности строительных материалов. Обзорная информация / А. С. Семенов, В. С. Кобец, В. А. Дубов. — М. : ВНИИЭСМ, 1974. — 42 с.
6. Бронштейн, И. Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов / И. Н. Бронштейн, К. А. Семендяев. — 13-е изд., испр. — М. : Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. — 544 с.
7. Мартынов, В. Д. Строительные машины / В. Д. Мартынов, В. П. Сергеев. — М. : Высш. шк., 1990. — 303 с.
8. Бауман, В. А. Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций : учеб. для строит. вузов / В. А. Бауман, Б. В. Клушанцев, В. Д. Мартынов. — 2-е изд., перераб. — М. : Машиностроение, 1981. — 324 с.
9. Сапожников, М. Я. Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций : учеб. для строит. вузов и фак. / М. Я. Сапожников. — М. : Высш. шк., 1971. — 382 с.
10. Вавилов, А. В. Спиральный вибрационный грохот : автореф. дис. ... канд. техн. наук / А. В. Вавилов. — Б., 2001. — 22 с.
11. Голушкова, О. В. Пружинный грохот повышенной эффективности для разделения мелкозернистых материалов : автореф. дис. ... канд. тех. наук О. В. Голушкова. — Белгород, 2006. — 22 с.
12. Дробилки с многозвенными ударными элементами и пружинные грохоты для рудоподготовки / Л. А. Сиваченко [и др.] // Обогащение руд. — 2005. — № 3. — С. 21—25.
13. Машины непрерывного транспорта / под ред. И. В. Плавинского. — М. : Машиностроение, 1969. — 720 с.
14. Процессы и аппараты в технологии строительных материалов / И. М. Борщ [и др.]. — Киев : Будивельник, 1981. — 374 с.
15. Механическое оборудование для производства строительных изделий / М. Я. Сапожников [и др.]. — М. : Гос. изд-во лит. по строительству, архитектуре и строит. материалам, 1958. — 556 с.

УДК 621.951.4

Л. В. Лихтар, В. М. Кваченко, Т. П. Литвинович

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ СПИРАЛЬНЫХ СВЕРЛ

**Введение.** Спиральные сверла, изготовленные из быстрорежущей стали марки P6M5, предназначены для получения отверстий в сплошном материале пластичных материалов. Часто бывает, что в процессе обработки сверло отказывается внедряться в обрабатываемый материал. Основными причинами выхода сверл из строя являются: выкрашивание, износ, затупление режущих кромок и образование на них нароста.

Подавляющее количество сверл затачивают без охлаждения. В поверхностных слоях инструмента после заточки на глубине 0,01...0,1 мм характерно наличие аустенитно-мартенситной зоны и зоны отпущенного мартенсита (зона вторичной закалки и вторичного отпуска). Зона закалки имеет более высокую твердость, хрупкость и склонность к образованию микротрещин, которые при циклической нагрузке приводят к усталостному выкрашиванию и выходу сверла из строя.

Зона отпуска расположена ниже первой зоны, обычно твердость этого слоя снижена ( $HRC \approx 55$ ), поэтому в процессе эксплуатации сверла интенсивно затупляются [1, с. 297].

**Основная часть.** К основным недостаткам спирального сверла можно отнести резкое изменение нагрузки вдоль режущей кромки, связанное с изменением вдоль нее скорости резания и толщины срезаемого слоя обрабатываемого материала.

Согласно эмпирическим данным, на стойкость  $T$  влияют скорость резания  $V_p$ , ширина  $b$  и толщина  $a$  срезаемого слоя:

$$T = \frac{C}{V_p^m b^t a^t}, \text{ мин.}$$

где  $C$  — коэффициент, учитывающий свойства материала инструмента, детали и условия резания;  
 $t$  — показатель относительной стойкости;

$x$  — степень ширины срезаемого слоя;

$y$  — степень толщины срезаемого слоя.

Среди элементов срезаемого слоя толщина по сравнению с шириной в большей степени оказывает влияние на стойкость инструмента.

Расчетным методом определим степень влияния изменения скорости резания  $V_p$  и толщины срезаемого слоя  $a$  на изменение стойкости  $T$  в точках режущей кромки на примере стандартного сверла с прямолинейной режущей кромкой, с показателями степеней  $m = 0,125$  и  $y = 0,5$ , радиусом сердцевины  $r_c = 0,2 R$ , где  $R$  — радиус режущей части сверла, углом в плане  $\varphi = 59^\circ$ , углом наклона поперечной кромки  $\psi = 55^\circ$ .

Степень влияния изменения указанных параметров будем оценивать по отношению максимальной стойкости  $T_{max}$  в центре сверла на радиусе  $r_1$  к минимальной стойкости  $T_{min}$  на периферии сверла. Радиус  $r_1$  определяется из соотношения  $r_1 = \frac{r_c}{\sin\psi} = 0,24R$ .

Скорость резания  $V_p$  определяется по зависимости  $V_p = \omega \cdot R = \frac{V_{pr}}{R}$ , где  $\omega$  — круговая скорость вращения сверла при сверлении;  $R$  — радиус точки режущей кромки;  $V_{pr}$  — скорость резания на периферии сверла.

Согласно последней зависимости скорость резания  $V_p$  в направлении от центра сверла к периферии увеличивается от  $0,24V_p$  до  $V_p$ . Отношение максимальной стойкости  $T_{max}$  в центре сверла к минимальной стойкости  $T_{min}$  на периферии при изменении только скорости резания  $V_p$  согласно этим зависимостям составляет:

$$\frac{T_{max}}{T_{min}} = \left(\frac{V_p}{0,24V_p}\right)^{1/m} = 0,9 \cdot 10^5.$$

Представим конструкцию режущей части спирального сверла (рисунок 1)



Рисунок 1 — Конструкция режущей части спирального сверла

На периферии сверла скорость резания и толщина срезаемого слоя максимальны, а ближе к его оси эти значения уменьшаются до нуля, что приводит к неравномерному распределению стойкости точек режущей кромки. В результате стойкость всего инструмента неравномерная, износ режущих кромок тоже неравномерный. Быстрее изнашиваются и затупляются острые уголки режущих кромок на ленточках, так как в этих местах возникает наибольшая концентрация напряжений.

Перспективным является выполнение криволинейной формы режущих кромок сверла, обладающего более равномерным по сравнению со стандартным сверлом распределением стойкости всех точек на кромках.

Для проведения экспериментальных исследований три спиральных сверла диаметром 12 мм были заточены с прямолинейной, выпуклой и вогнутой формами главных режущих кромок. Исследования проводились на сверлильном станке модели 2М112 сверлением 30 сквозных отверстий в призматической стальной заготовке марки сталь 45 размером  $40 \times 40 \times 250$  мм. После сверления на сверле с прямолинейной кромкой были видны следы нароста, затупления и износа в местах сопряжения главных кромок и ленточек. На криволинейных поверхностях режущих кромок такие явления были незначительны. Контроль производился визуально.

Для снижения процесса наростообразования и уменьшения фрагментов стружки, а также для устранения процесса образования пакетов в стружечных каналах предлагаем на режущей части инструмента по передней и задней поверхностям выполнять поперечные канавки для дробления стружки, которые позволяют повысить глубину обработки отверстий до 10...15 диаметров и увеличить стойкость режущего инструмента.

**Заклучение.** Выравнивание стойкости точек режущей кромки сверла возможно за счет изменения геометрии режущей кромки. Изменив форму режущей кромки с прямолинейной на криволинейную (выпуклую или вогнутую), скорость резания и глубина срезаемого слоя будут плавно изменяться, износ кромок будет происходить постепенно по всей длине.

Канавки на передней и задней поверхностях режущей части сверла кроме дробления стружки будут дробить нарост и препятствовать его налипанию на режущих кромках

#### Список цитируемых источников

1. Харламов, Ю. О. Повышение свойств режущего инструмента / Ю. О. Харламов, О. С. Кроль. — Северодонецк : Изд-во СНУ им. В. Даля, 2015. — 441 с.

УДК 542

**Н. А. Лопатик**

*Государственное учреждение образования «Институт подготовки научных кадров»  
Национальной академии наук Беларуси, Минск*

### ФОРМИРОВАНИЕ НА АНОДИРОВАННОМ АЛЮМИНИИ ОКРАШЕННОГО ПОКРЫТИЯ

**Введение.** Алюминий является широко используемым материалом во многих отраслях промышленности, строительстве, электронике и т. д. Благодаря его легкости, прочности, пластичности, электропроводности, относительной дешевизне, алюминий и его сплавы занимают второе по важности место после железа и его сплавов. Однако в кислых и щелочных средах, а также в присутствии хлоридов алюминий заметно корродирует. Алюминий даже в атмосферных условиях способен реагировать с кислородом воздуха, в результате чего на поверхности образуется оксидная пленка. Толщина такой пленки — сотые доли микрометра, и это крайне мало для защиты алюминия от коррозии.

Самым распространенным способом защиты алюминия от коррозии является анодирование его поверхности — формирование на поверхности оксидного слоя. Анодирование позволяет значительно увеличить толщину оксидной пленки. Для придания более привлекательного декоративного внешнего вида бесцветные анодные покрытия окрашиваются в различные цвета. Все окрашенные анодные покрытия подвергаются уплотнению (закрытию пор в оксидной пленке) в целях консервации красителя в порах и защиты от влияния окружающей среды.

Покрытия на алюминии, полученные методом анодирования, являются водостойкими, коррозионноустойчивыми в атмосферных условиях, износостойкими, обладают отличными электроизоляционными и адсорбционными свойствами.

Целью работы было получение окрашенных анодно-оксидных покрытий на алюминии, обладающих хорошими защитно-декоративными свойствами.

Для достижения цели поставлены следующие задачи: 1) провести анодирование алюминия; 2) провести окрашивание анодированного алюминия в цвет золота; 3) изучить химический состав, коррозионную устойчивость и структуру поверхности полученных защитно-декоративных покрытий.

**Основная часть.** *Методика получения анодно-оксидной пленки (далее — АОП) на алюминии.* Анодирование алюминия проводили в трехэлектродной электролитической ячейке с плоскими параллельными друг другу электродами для получения равномерного оксидного покрытия. Очищенная алюминиевая пластинка была анодом и располагалась между двумя катодами из нержавеющей стали. В качестве электролита использовали 20 %-й раствор серной кислоты. Температура раствора — 20—25 °С. Время анодирования составляло 20—25 мин. Плотность анодного тока — 1—1,5 А / дм<sup>2</sup>, напряжение — 15 В. Использовали источник постоянного тока Б5-78.

*Методика окрашивания АОП.* Окрашивание АОП на алюминии проводили в двухэлектродной электролитической ячейке. Рабочий электрод — анодированная алюминиевая пластинка, вспомогательный электрод — графитовый стержень. В качестве электролита использовали растворы солей металлов. Электролитическое окрашивание проводили переменным током промышленной частоты (50 Герц). Время окрашивания образца составляло 0,5—5 мин. Плотность переменного тока — 1—1,5 А / дм<sup>2</sup>, переменное напряжение — 5—15 В.

*Методика уплотнения окрашенной АОП.* Уплотнение АОП проводили в кипящей дистиллированной воде в течение 10 мин.

*Электролитическое окрашивание АОП соединениями марганца.* Для электрохимического синтеза оксида марганца(IV) использовали два электролита. Первый электролит представляет 0,1М раствор сульфата марганца, а второй — 0,1М раствор перманганата калия.