

го подразделения и потери прибыли от простоя автомобиля в ожидании технического обслуживания, приходящиеся на одно техническое воздействие, будет равно трем, т.к. при этом обеспечиваются минимальные суммарные затраты C_{Σ} .

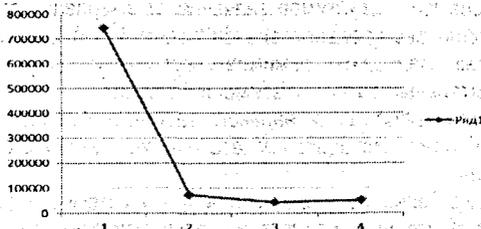


Рисунок 3 – Зависимость суммарных затрат, приходящихся на одно ТО, от количества постов ТО-1

Ввиду большого расхождения требуемого количества постов по типовой методике технологического расчета АТП от полученного, нужно использовать другой критерий оптимальности.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Научные исследования и решение инженерных задач: учебн. пособие / С.С. Кучур, М.М. Болбас, В.К. Ярошевич. – Мн.: Адукацыя і выхаванне, 2003.
2. Техническая эксплуатация автомобилей: учебник для вузов. – 4-е изд., перераб. и дополненное / Е.С. Кузнецов, А.П. Болдин, В.М. Власов [и др.]. – М.: Наука, 2004. – 535 с.
3. Имитационное моделирование на GPSS: учеб.-метод. пособие для студентов технич. специальностей / Д.Н. Шевченко, И.Н. Кравченко; М-во образования РБ, Белорус. ГОС. ун-т трансп. – Гомель: БелГУТ, 2007. – 97 с.

УДК 621.906-529

Линь Сень (КНР)

Научный руководитель: доцент Медведев О.А.

МЕТОДИКА РАСЧЕТА УВОДА СПИРАЛЬНЫХ СВЕРЛ ПРИ ОБРАБОТКЕ ОТВЕРСТИЙ В НАКЛОННЫХ ПОВЕРХНОСТЯХ

При врезании сверла в плоскость заготовки, расположенную к оси сверла под углом, не равным 90° , две главные режущие кромки сверла начинают срезать разные по толщине слои металла. Главная режущая кромка, обращенная к более высокой части плоскости, захватывает больший слой металла, чем противоположная главная режущая кромка. Глубина резания, для одной из главных режущих кромок, равна расстоянию от оси сверла до точки пересечения этой кромки с наклонной плоскостью заготовки. Самая большая разность глубин резания противоположных кромок возникает в тот момент, когда одна из кромок начинает контактировать с материалом заготовки по всей длине, как показано на рисунке. На рисунке приняты следующие обозначения: a – глубина резания для правой режущей кромки, равная радиусу сверла; e – глубина резания для левой режущей кромки; α – угол между плоскостью заготовки и перпендикуляром к оси сверла; φ – главный угол в плане для главной режущей кромки сверла.

Разность глубин резания вызывает появление неуравновешенных радиальной и тангенциальной сил резания, которые вызывают изгиб сверла при его врезании в заготовку. В результате изгиба ось симметрии режущих кромок повернется относительно оси

шпинделя на угол β . При дальнейшем врезании сверла увеличения неуравновешенной изгибающей силы не происходит и можно считать, что перекос оси отверстия после сверления относительно ее номинального положения тоже будет равен углу β .

Если перекос превысит допустимое значение, то сверление отверстия в наклонной плоскости невозможно без предварительной подготовки площадки, перпендикулярной оси сверла, или без уменьшения режимов сверления, например подачи сверла. Это приводит к дополнительным затратам времени и средств.

Для обоснованного выбора рационального варианта обработки отверстия в наклонной плоскости необходима методика расчета угла увода (перекоса) оси симметрии режущих кромок сверла.

Изучение и анализ большого числа литературных источников по данной теме позволил сделать вывод об отсутствии пригодной для практических расчетов методики расчета увода сверл при обработке отверстий в наклонных поверхностях. Поэтому разработка такой методики является актуальной задачей.

В основе предлагаемой методики лежат математические выражения, полученные для определения разности глубин резания главных режущих кромок спирального сверла и неуравновешенных радиальной и тангенциальной сил резания. При этом сверло рассматривается как консольная балка, жестко закрепленная в недеформируемом шпинделе станка, и работающая в условиях продольно-поперечного изгиба.

Разность глубин резания кромок сверла определялась на основе схемы, представленной на рисунке 1. Разность глубин резания равна

$$\Delta l = a - \sigma, \quad (1)$$

где a – радиус сверла.

Для определения величины σ рассмотрим треугольник АОМ. Используя теорему синусов, можно записать

$$\frac{AO}{\sin(90^\circ - \varphi + \alpha)} = \frac{MO}{\sin(90^\circ - \varphi - \alpha)} \quad (2)$$

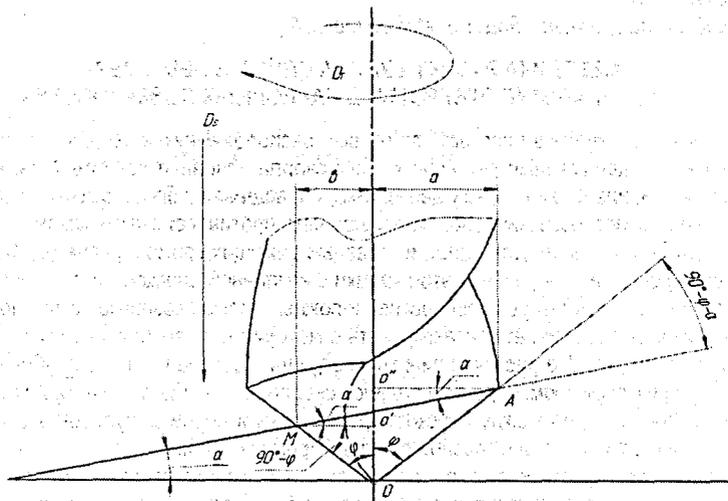


Рисунок 1 – Схема определения глубин резания для главных режущих кромок сверла

Из рисунка 1 видно

$$AO = \frac{a}{\sin \varphi} \quad MO = \frac{e}{\sin \varphi} \quad (3)$$

После подстановки формул (3) в формулу (2) после преобразований получим

$$e = a \frac{\sin(90^\circ - \varphi - \alpha)}{\sin(90^\circ - \varphi + \alpha)}, \quad (4)$$

$$\Delta t = a \left[1 - \frac{\sin(90^\circ - \varphi - \alpha)}{\sin(90^\circ - \varphi + \alpha)} \right]. \quad (5)$$

Сверло при врезании находится под действием осевой силы P_{oc} , радиальной неуравновешенной силы ΔP_r и неуравновешенной тангенциальной силы ΔP_t . Эти силы определялись по методике, изложенной в [1]. По расчетным и экспериментальным данным влияние осевой силы на изгиб сверла можно учесть умножением изгиба от радиальной и тангенциальной силы на коэффициент $\eta = 1,4$.

Неуравновешенную поперечную силу можно определить по формуле, приведенной в указанном литературном источнике

$$\Delta P = 0,25 \cdot z \cdot \sqrt{C_r^2 + C_t^2} \cdot \Delta t, \quad (6)$$

где $z = 2$ – число зубьев (главных режущих кромок) сверла; C_r – радиальная сила резания, возникающая при глубине резания $\Delta t = 1$ мм; C_t – тангенциальная сила резания, возникающая при глубине резания $\Delta t = 1$ мм.

При этом каждый зуб сверла рассматривается как отдельный расточной резец. Величины C_r , C_t можно определить исходя из эмпирических формул для расчета тангенциальной и радиальной сил резания при растачивании [2].

$$P_z = C_{pz} \cdot t^{X_z} \cdot s^{O_z}, \quad (7)$$

$$P_\phi = C_{p\phi} \cdot t^{X_\phi} \cdot s^{O_\phi}.$$

Принимая в этих формулах $t = 1$, получим

$$C_z = \tilde{N}_z = C_{pz} \cdot s^{O_z}, \quad (8)$$

$$C_\phi = C_r = C_{p\phi} \cdot s^{O_\phi}.$$

Из таблиц нормативов режимов резания при растачивании [2] можно сделать вывод, что значения показателей Y_z и Y_ϕ приблизительно одинаковы. Поэтому формулу (6) можно записать в виде

$$\Delta P = 0,25 \cdot z \cdot \sqrt{C_{pz}^2 + C_{p\phi}^2} \cdot s^{O_y} \cdot \Delta t. \quad (9)$$

Для расчета упругих деформаций изгиба сверла использовались традиционные формулы сопротивления материалов для консольной балки [1] (с учетом коэффициента η)

$$\delta = 1,4 \frac{\Delta P \cdot l^3}{3 \cdot E \cdot I}, \quad (10)$$

где l – длина вылета сверла за торец шпинделя сверлильного станка; E – модуль упругости материала сверла; I – момент инерции поперечного сечения сверла.

Величина I может быть рассчитана по формуле [1]

$$I = c \cdot d^4, \quad (11)$$

где $c = 0,011$ – эмпирический коэффициент, учитывающий ослабление сечения сверла стружечными канавками; d – диаметр сверла.

Для расчета перекоса оси симметрии главных режущих кромок сверла использовалась формула [1], включающая те же параметры

$$\beta = 1,4 \frac{\Delta P \cdot l^2}{2 \cdot E \cdot I} \quad (12)$$

После подстановки формулы (5) в формулу (9) и затем в формулу (12) получено выражение взаимосвязи перекоса оси сверла, подачи сверла и угла наклона плоскости заготовки

$$\beta = 0,35 \frac{l^2}{2 \cdot E \cdot I} \cdot z \cdot \sqrt{C_{py}^2 + C_{pz}^2} \cdot s^y \cdot a \left[1 - \frac{(\sin 90^\circ - \varphi - \alpha)}{\sin 90^\circ - \varphi + \alpha} \right] \quad (13)$$

Полученное выражение можно использовать для оценки возможности сверления отверстия в наклонной плоскости на этапе проектирования сверлильной операции. Сверление возможно, если рассчитанное значение перекоса оси сверла не превысит допустимого значения, указанного на чертеже детали. Если перекокс окажется больше допустимого значения, то необходимо уменьшить скорость осевой подачи сверла или перед сверлением подготовить площадку, перпендикулярную оси требуемого отверстия.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Косилова, Ф.Г. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении: Справочник технолога / Ф.Г. Косилова, Р.К. Мещеряков, М.А. Калинин. – М.: Машиностроение, 1976.

2. Справочник технолога-машиностроения: в 2-х т. / Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Сулова, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – 5-е изд. перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2001.

УДК 621.91.002

Марчук К.А.

Научный руководитель: доцент Медведев О.А.

РАСЧЕТ КОМПЕНСАТОРОВ-ЧЛЕНОВ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО РЯДА ПРИ ДОСТИЖЕНИИ ТОЧНОСТИ СБОРКИ МЕТОДОМ РЕГУЛИРОВАНИЯ

Применение неподвижных компенсаторов для достижения точности замыкающего звена TA_{Δ} сборочной конструкторской размерной цепи основано на том, что с помощью компенсатора определенного размера можно компенсировать за счет допуска замыкающего звена часть суммарного поля рассеяния составляющих звеньев TA_{Σ} , называемую степенью компенсации C и равную (в идеале) TA_{Δ} . Увеличив компенсатор на величину TA_{Δ} можно компенсировать еще такую же часть, примыкающую к первой, и так далее. В действительности степень компенсации меньше допуска замыкающего звена из-за погрешностей изготовления компенсаторов и погрешностей определения требуемого размера компенсатора во время предварительной сборки конкретного экземпляра изделия. Эти погрешности нельзя компенсировать выбором компенсатора. Для их компенсации приходится выделять часть TA_{Δ} .

Применение комплекта из нескольких компенсаторов разной толщины для каждого экземпляра изделия требует значительных материальных и трудовых затрат на их изготовление. Известен способ уменьшения требуемого количества компенсаторов в комплекте на одно изделие, при котором размеры компенсаторов являются членами геометрической прогрессии со знаменателем 2 [1]. Если в качестве первого компенсатора принята величина степени компенсации C , то размеры компенсаторов в комплекте, заранее изготовленном для каждого экземпляра изделия, будут принадлежать ряду $K_i = C$,