

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ РЕЖУЩЕГО ЛЕЗВИЯ ДОЛБЕЖНОГО РЕЗЦА

Н.Н. Коротун, А.Л. Ермоленко

Сумский государственный университет, г. Сумы

Предложены графоаналитические зависимости, моделирующие движение режущего лезвия долбежного резца при долблении шпоночного паза с целью повышения точности формообразования шпоночных пазов во втулках.

ВВЕДЕНИЕ

В условиях единичного и мелкосерийного производства для получения шпоночных пазов во втулках (например, насосного оборудования) используются долбежные станки [1]. Анализ собираемости шпоночных соединений показал, что точность долбления шпоночных пазов не обеспечивает 100% собираемость соединений. Поэтому актуальным является моделирование движения режущего лезвия резца долбежного станка, его анализ и рекомендации по повышению точности движения режущего лезвия, связанной с точностью обработки шпоночных пазов во втулках.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

При обработке шпоночных пазов на долбежных станках важным является выполнение требования допуска симметричности паза к оси отверстия и допуска параллельности относительно отверстия (рисунок 1). При анализе собираемости соединений установлено, что допуск параллельности выдерживается, т.е. ось перемещения ползуна станка перпендикулярна поверхности стола на заданной длине, базирующий торец втулки перпендикулярен оси отверстия, т.е. погрешность базирования, установки и закрепления минимальны. Более сложным является выполнение требования допуска симметричности. Опытными проверками установлено, что несимметричность паза относительно оси отверстия не обеспечивает 100% собираемость соединений.

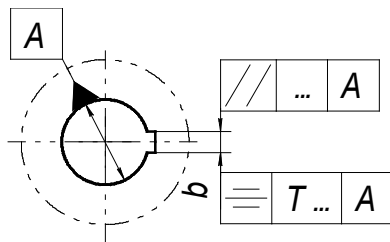


Рисунок 1 – Требования параллельности и симметричности к шпоночному пазу

Для насосного оборудования используются шпоночные соединения с номинальными размерами диаметров 22–110 мм. Шпоночные пазы для таких соединений имеют ширину b с номинальными размерами 8 – 28 мм и полями допусков D10, Is9, что соответствует значениям допусков в пределах 30 – 90 мкм.

Процесс формообразования шпоночного паза долблением можно представить как такой, что воспроизводит условия собираемости деталей, т.е. представить шпонку во втулке как дискретный набор последовательных положений режущего лезвия резца и обеспечивающий минимально допустимые отклонения в относительном положении сопрягаемых поверхностей деталей соединения. Если допустимую

величину отклонения симметричности, исходя из условия собираемости соединения, обозначить $T_{\text{сим}}$, а погрешность относительного положения режущего лезвия резца $T_{\text{рл}}$, то для собираемости изделий должно выполняться соотношение

$$T_{\text{сим}} \leq \Delta T_{\text{рл}},$$

а допустимая величина относительного поворота режущей кромки a должна быть меньше или равна гарантированному зазору между шпоночным пазом втулки и шпонкой в собранном соединении.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В общем случае положение режущего лезвия относительно формируемого паза носит случайный характер и может смещаться в любом заранее неизвестном направлении. Это смещение вызывается тем, что при долблении резец и деталь не находятся в постоянном контакте (рисунок 2). В течение холостого хода резца в направляющих ползуна устанавливаются зазоры, которые в процессе врезания выбираются. Режущее лезвие резца, вершины резца при выборе зазоров перемещаются под действием возникающих сил резания. Изменению положения режущего лезвия сопутствует также ударное взаимодействие резца и детали. Имеется и другой источник зазоров. При холостом ходе ползуна с резцом выполняется дискретное перемещение стола с деталью на глубину резания, и зазоры в подвижном сопряжении стол – направляющие станины также выбираются при ударном взаимодействии резца с деталью. Но зазоры в сопряжении стол – направляющие на порядок ниже зазоров в направляющих ползуна [1]. Скалывание и износ вершин резца, главной режущей кромки приводят к отжатию резца от детали, что также влияет результирующее положение режущего лезвия.

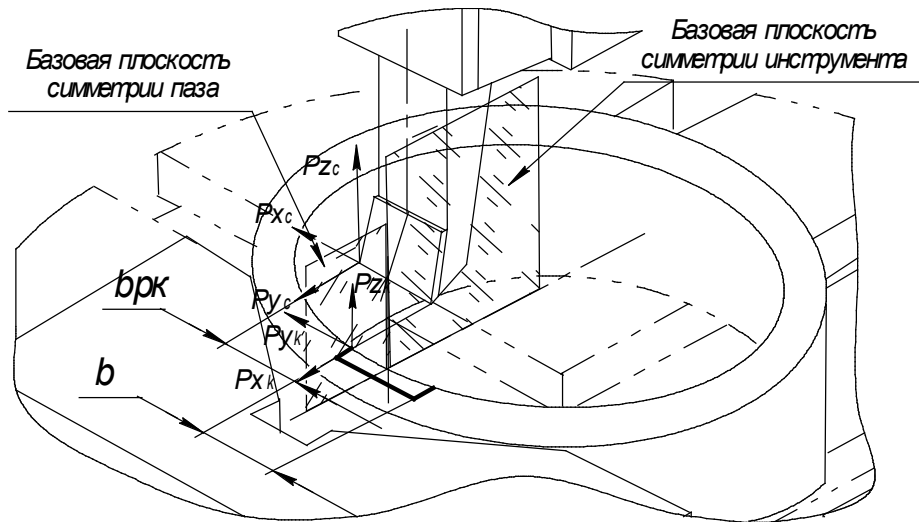


Рисунок 2 - Пространственное размещение долбежного резца и шпоночного паза

Отклонение последовательных положений режущего лезвия в процессе долбления шпоночного паза можно представить схемами (рисунок 3 а,б).

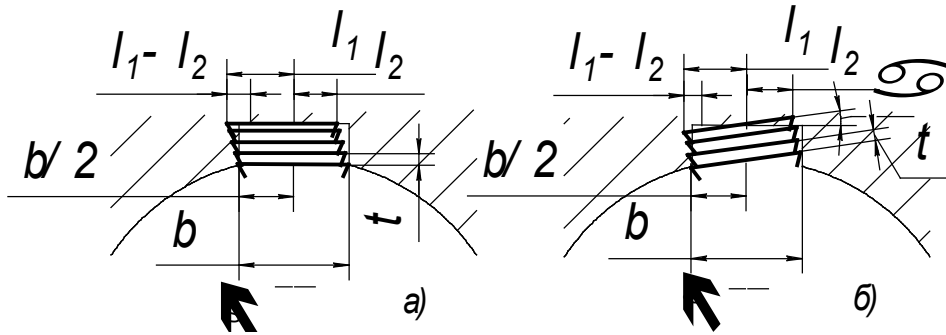


Рисунок 3 – Схемы возможных положений режущего лезвия при долблении шпоночного паза

Идеальное (теоретическое) перемещение режущего лезвия за один двойной ход долбяка совпадает с контуром шпоночного паза. В реальных условиях обработки случайные линейные (рисунок 3 а) и угловые (рисунок 3 б) перемещения режущего лезвия влияют на симметричность выполнения паза. Если величина $l_1 - l_2 = \Delta T_{\text{рл}}$ больше допуска симметричности, то паз не соответствует техническим требованиям. Схема движений по рис. 3б с учетом углового положения главной режущей кромки α влияет на допуск симметричности, но погрешность относительного углового смещения главной режущей кромки компенсируется гарантированным зазором в соединении между шпонкой и шпоночным пазом втулки.

Математической моделью дискретного движения режущего лезвия может быть функция $y = \{f(x)\}$. Такая функция называется бесконечной числовой последовательностью [2]. Для ее представления используют функцию $y = f\{x\}$ или дробную часть числа x . Числовая последовательность может иметь границу. Геометрический смысл границы последовательности заключается в том, что все члены последовательности попадают в интервал, находящийся в окрестности границы. Поскольку $\{f(x)\} = f(x) - [f(x)]$, то представление функции $y = \{f(x)\}$ сводится к нахождению разницы функций $f(x)$ и $[f(x)]$. Такие функции легко представить графически. Графики представляют собой отдельные прямоугольники, через которые проходит функция $f(x)$, например, прямая или ее дробная часть. График функции $y = \{f(x)\}$ показан на рисунке 4а, а представление ее для моделирования движения режущей кромки (вершины) резца при долблении – на рисунке 4б.

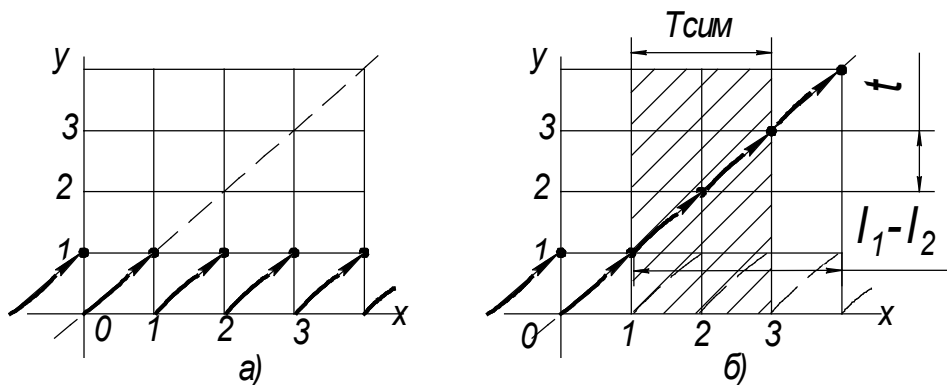


Рисунок 4 – График функции $y = \{f(x)\}$ а) и представление ее для моделирования движения режущей кромки резца при долблении

Собственно, функция $y = \{f(x)\}$ на рисунке 4а показана дискретными отрезками, начинающимися на оси абсцисс. Но при долблении имеем дискретное перемещение по ординате, и поэтому результирующее положение функции имеет вид по рисунку 4б. Границами интервала последовательности является допуск симметричности. Такое представление движения режущей кромки при долблении имеет место тогда, когда есть упругие боковые отжатия инструмента – ползуна станка, например, при ударе режущей кромки о деталь. Поскольку в рассматриваемом случае действуют ударные импульсы примерно равной интенсивности, то упругие отжатия возможны из-за непараллельности режущей кромки плоскости торца детали, т.е. несимметричность силы P_z , которая в момент удара режущей кромки о деталь вызывает упругие смещения в системе инструмент – ползун станка. Линия упругого смещения этой системы при каждом двойном ходе носит вероятностный характер и может быть параболической формы, рисунок 5а, в, степенной рисунку 5б, г или иной. В любом из этих случаев имеет место смещение вершины реза в сторону изменения симметричности паза по закону изменения указанных функций. При стандартном определении жесткости станка определяют только абсолютные значения жесткости и не определяют характер изменения жесткости. В этом, на наш взгляд, имеется резерв в повышении точности долбления шпоночных пазов.

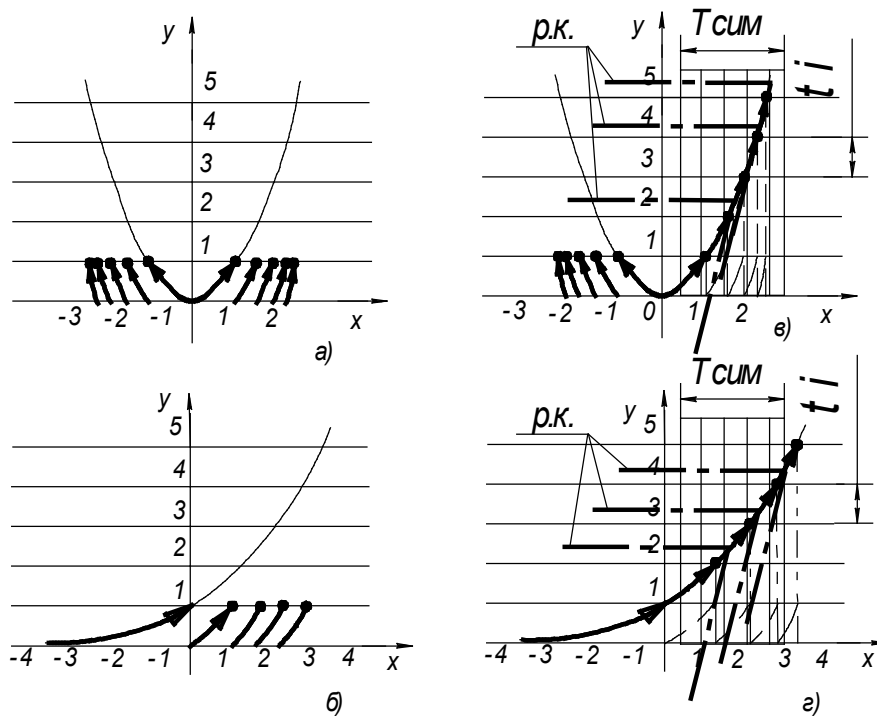


Рисунок 5 – Графики функций: а - $y = \{x^2\}$, б - $y = \{a^x\}$ и их представление для моделирования движения режущего лезвия (р.л.) резца при долблении

Из графиков (рисунок 5 в,г) видно, что при равных допусках симметрии $T_{\text{сим}}$ при перемещении режущего лезвия по параболе выход за пределы допуска имеет меньшую вероятность, чем при движении по показательной функции и тем более по прямой (рисунок 4).

ВЫВОДЫ

Из представления модели движения режущего лезвия следует, что при исследовании оборудования на жесткость [1] необходимо определять не только абсолютные значения жесткости системы ползун - инструмент, стол - станина, но и выявить характер изменения жесткости и после этого принимать решение по повышению точности долбления шпоночных пазов.

SUMMARY

Graphic - analytical dependences, designings motions of cutting blade of mortising chisel at battering of lead slot with the purpose of increase of exactness of forming of slots of leads in hobs, are offered.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 26 – 75. Станки долбежные. Нормы точности и жесткости.
2. Вірченко Н.О, Ляшко І.І. Графіки елементарних та спеціальних функцій.– К.: Наукова думка, 1996. – 582 с.

Коротун Н.Н., канд. техн. наук, доцент;

Ермоленко А.Л., студент

Поступила в редакцию 22 января 2008 г.