

DOI: 10.34031/2071-7318-2021-6-6-80-86

Голдобина В.Г.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

E-mail: goldobina.valentina@gmail.com

ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ ОТВЕРСТИЙ КОМБИНИРОВАННЫМ ИНСТРУМЕНТОМ

Аннотация. В промышленности строительных материалов, цементной, порошковой металлургии применяется различное крупногабаритное оборудование для помола сырья. Такое оборудование при эксплуатации подвергается внешним воздействиям, особенно в местах стыка, снижающим надежность узлов, что приводит к досрочной замене изнашиваемых деталей. Крупные узлы помольных мельниц соединяются фланцами. Крепятся фланцы болтами, часть из которых должны быть прецизионными, так как они воспринимают нагрузку оборудования и обеспечивают герметичность соединения. Отверстия под прецизионные болты соответственно должны быть точными и качественными. Приводится исследование обработки отверстий зенкером-разверткой. У инструмента режущие элементы, в виде многогранных пластин, на корпусе крепятся механически, что дает возможность при износе или поломке быстро заменить пластину. Такой сборный комбинированный режущий инструмент позволяет выполнить зенкерование и развертывание в одну операцию и тем самым сократить время обработки одного отверстия и в целом всех прецизионных отверстий во фланцах ремонтируемой мельницы. Выведена зависимость точности прецизионного отверстия по форме и пространственному отклонению от режимов резания обработки при использовании комбинированного инструмента. Зависимость установлена для обработки с использованием переносного устройства с выдвижным шпинделем, как наиболее применяемое оборудование при ремонте. Представленная зависимость позволяет спрогнозировать точность обработки отверстий комбинированным инструментом с учетом жесткости технологической системы и рассчитать требуемую точность развертки.

Ключевые слова: отверстия, мельницы, фланцы, прецизионные отверстия, комбинированный инструмент.

Введение. Крупногабаритное оборудование за период эксплуатации подвергается различным видам ремонта, связанным с заменой изношенных или поломанных узлов или деталей. Помольные мельницы, применяемые для производства цемента, работают по непрерывному циклу. Поэтому сроки ремонта, при котором мельница останавливается, отражаются на объеме выпуска цемента. Для сокращения времени простоев, связанных с ремонтом крупногабаритного оборудования, ведутся изыскания технологий и соответствующих средств для ремонта. К таким технологиям относится обработка без демонтажа оборудования или по месту монтажа заменяющего узла с использованием нестационарных средств механизации ремонтных работ таких, как переносные, накладные и приставные устройства или станки [1, 2]. Вращающиеся части помольных мельниц соединяются фланцами, которые скрепляются болтами, половина или третья часть которых приходится на прецизионные болты. На срез работают только прецизионные болты, так как на них приходится вся нагрузка, воспринимаемая при работе оборудованием [2, 3]. Во фланцах под прецизионные болты, соответственно, должны быть обработаны прецизионные отверстия. Для обеспечения прочности и устойчивости фланцевых соединений крышек с корпусом помольных

мельниц на прецизионные отверстия устанавливаются повышенными требованиями по точности формы, шероховатости поверхности и пространственным отклонениям [3, 4]. Прецизионные отверстия во фланцевых соединениях помольных мельниц на цементных предприятиях при ремонте обрабатывают с применением переносных станков или устройств, или даже вручную [4, 5]. Переносной сверлильный станок удобен в эксплуатации, так как имеет узел крепления, с помощью которого он устанавливается на фланцы с фиксированием на обрабатываемое отверстие и крепится [6]. Переносное устройство узла крепления не имеет и его необходимо проектировать и изготавливать на самом заводе [4].

В данной работе рассматривается технология совместной обработки прецизионных отверстий во фланцевых соединениях помольных мельниц зенкером-разверткой с применением переносного станка. В работе использованы исследования, которые проводились на различных цементных заводах, связанные с обеспечением точности обработки отверстий во фланцах мельниц. На одних предприятиях применялась отдельная технология обработки отверстий с использованием стационарных станков, на других использовалась совместная обработка отверстий по месту

монтажа с применением переносных устройств [4].

Методология. Совмещение осей отверстий в соединяемых фланцах является одним из основных требований прецизионных отверстий. Это требование обеспечивается совместной обработкой отверстий с использованием переносных станков или устройств. Обработка прецизионных отверстий выполняется за несколько переходов: сначала сверление отверстия в сплошном металле, затем зенкерование и, если точность высокая, то выполняется развертывание [4]. Каждый переход связан с заменой режущего инструмента, для чего он выводится из зоны резания на расстояние, позволяющее извлечь инструмент из шпинделя сверлильной головки. После установки нового инструмента в шпиндель сверлильная головка перемещается в направлении зоны резания. Таким образом, многопереходная обработка, связанная с заменой режущего инструмента, влияет на трудоемкость обработки, связанную со вспомогательным временем, затрачиваемым на отвод, смену и подвод в зону резания инструмента. Обработка отверстий комбинированным инструментом – зенкером-разверткой позволяет сокращать и основное время, так как одновременно выполняется зенкерование и развертывание, а также время на обработку всех отверстий во фланцевых соединениях в целом.

Обработка прецизионных отверстий после сверления зенкером-разверткой позволяет обеспечить точность отверстий и сократить время на обработку – оперативное и в целом за весь период обработки всех отверстий в одном фланцевом соединении мельницы [5]. Зенкер-развертка является сборным комбинированным инструментом, у которого режущие элементы представляют стандартные многогранные неперетачиваемые твердосплавные пластины, закрепляемые механически на корпусе инструмента винтами (рис. 1). У инструмента два зуба, которые разделены прямыми стружечными канавками для выведения стружки из зоны резания. Такой комбинированный инструмент имеет две режущие части. Первая часть – зенкер, оснащена квадратными пластинами, вторая часть – развертка, оснащена трехгранными пластинами. Точность отверстий обеспечивается второй ступенью инструмента – разверткой. Применение многогранных пластин, закрепляемых механически, позволяет быстро повернуть их на другую грань или сменить при износе. При этом не требуется наладка, так как высокая точность пластин обеспечивает требуемую точность инструмента в пределах допуска. Соединительной частью инструмента является конический хвостовик, которым инструмент устанавливается в шпиндель сверлильной головки переносного станка или устройства.

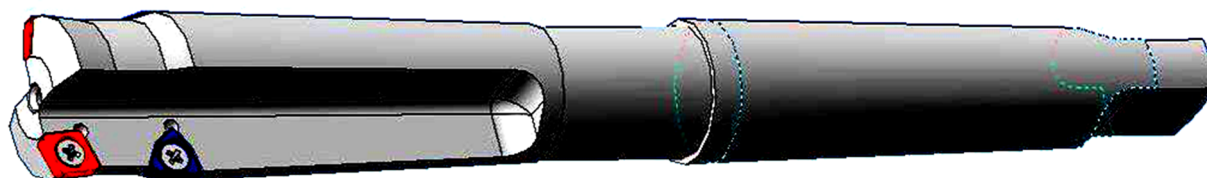


Рис. 1. Зенкер-развертка

Основной припуск при обработке снимается зенкером, который устраняет отклонения от цилиндричности, увод и искривление оси отверстия, возникающие при сверлении [7]. По результатам экспериментальных данных установлено, что величина отклонений тем больше, чем больше глубина сверления, которая зависит непосредственно от толщины заготовки [4]. Развертывание обеспечивает точность отверстия по размеру и шероховатость поверхности.

Из выше изложенного следует, что необходимо определить точность отверстия, которая обеспечивается зенкером-разверткой.

Основная часть. Величина изменения диаметров отверстия в поперечном сечении по всей толщине заготовки при обработке зенкером-разверткой зависит от условий работы. Обработка

выполнялась с использованием переносного станка (устройства) с выдвижным шпинделем, у которого при резании увеличивается длина на величину глубины сверления. Зенкер-развертка рассматривается как двухступенчатая консольная балка, закрепленная в шпинделе станка. В процессе обработки шпиндель выдвигается в направлении движения подачи, тем самым увеличивается длина консоли, что отражается на прогибе инструмента и, соответственно, на точности обработки отверстия. Свободный конец инструмента в процессе обработки нагружается силами резания [8]. Сила подачи, действующая на инструмент, вызывает P_o осевое усилие и M_k крутящий момент. Отжатие инструмента происходит в направлении действия равнодействующих сил [9] от радиальных P_y и тангенциальных P_z сил,

возникающих при зенкеровании $P = \sqrt{P_y^2 + P_z^2}$ и развертывании $P_1 = \sqrt{P_{y1}^2 + P_{z1}^2}$, где $P_y = \Delta P_y$ – неуравновешенная радиальная сила при зенкеровании и $P_{y1} = \Delta P_{y1}$ при развертывании; $P_z = \Delta P_z$ – неуравновешенная тангенциальная сила при зенкеровании и $P_{z1} = \Delta P_{z1}$ при развертывании. Неуравновешенные силы ΔP_y , ΔP_{y1} , ΔP_z и ΔP_{z1} могут действовать в любом направлении по радиусу отверстия. Величины ΔP_y и ΔP_{y1} связаны с осевым усилием и вычисляются по зависимости [9]:

- для зенкерования $\Delta P_y = 0,008 \cdot P_o$, Н;
- для развертывания $\Delta P_{y1} = 0,006 \cdot P_{o1}$, Н.

Значения осевого усилия P_o и P_{o1} определяются по формуле [10]:

- для зенкерования $P_o = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p$,
- для развертывания $P_{o1} = 10 \cdot C_p \cdot t_1^x \cdot S^y \cdot K_p$,

где C_p – коэффициент, зависящий от условий обработки; t – глубина резания при зенкеровании, мм; t_1 – глубина резания при развертывании, мм; S – подача на оборот, мм/об, для зенкерования и развертывания одна и та же; x и y – показатели степени; K_p – поправочный коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала.

Величины ΔP_z и ΔP_{z1} связаны с крутящим моментом и вычисляются по зависимости [9]:

- для зенкерования $\Delta P_z = 0,038 \cdot M_{кр} / d$, Н, где d – диаметр зенкера, мм;
- для развертывания $\Delta P_{z1} = 0,031 \cdot M_{кр1} / d_1$, Н, где d_1 – диаметр развертки, мм.

Крутящий момент при зенкеровании $M_{кр}$, Н·м, определяется по формуле [10]:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p,$$

где C_m – коэффициент, зависящий от условий обработки; D – диаметр отверстия, соответствует диаметру зенкера, мм; t – глубина резания, мм; S – подача на оборот, мм/об; x , y и q – показатели степени; K_p – поправочный коэффициент.

Крутящий момент при развертывании $M_{кр1}$, Н·м, определяется по формуле [10]:

$$M_{кр1} = \frac{C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot D_1 \cdot Z}{2 \cdot 100},$$

где C_p – коэффициент, зависящий от условий обработки; D_1 – диаметр отверстия, соответствует диаметру развертки, мм; t – глубина резания, мм; S_z – подача на зуб, мм/зуб; Z – число зубьев развертки; x и y – показатели степени.

При врезании инструмента в заготовку он приобретает опору и тогда система «инструмент – шпиндель» переходит от консольной схемы в

схему со следящей нагрузкой [11]. Таким образом, на свободный конец накладывается связь в виде подвижного шарнира (рис. 2). Такая система «инструмент – шпиндель», как стержень переменного сечения с заделкой на одном конце и подвижным шарниром на другом, будет являться статически неопределимой [12].

Для определения точности отверстия, получаемой при обработке, необходимо проследить влияние режимов и сил резания на технологическую систему «инструмент – шпиндель». В данной системе исключается деталь, так как она представляет массивный жесткий объект, в котором производится обработка отверстий. Силы резания возникающие при обработке настолько незначительны, что не вызывают деформации детали.

Рассматриваемая система «инструмент – шпиндель» представлена схемой, в которой выделяются три участка (рис. 2). Первый участок – расстояние от опоры A (подвижный шарнир) до точки B , которое приходится на зенкер инструмента. Второй участок – расстояние от точки B (переход зенкера в развертку) до точки C (место стыка инструмента со шпинделем), приходится на развертку. Третий участок – расстояние от точки C до точки D , которое приходится на шпиндель (подвижная часть системы). Шпиндель в процессе работы выдвигается от торца корпуса сверлильной головки на длину обработки отверстия. Каждый из участков схемы имеет свое сечение, жесткость и длину. Длина на первом участке постоянная и равна длине зенкера инструмента, длина второго участка равна длине развертки, а на третьем участке длина шпинделя, величина переменная и зависит от длины обработки, т.е. от толщины заготовки.

Под действием режимов резания возникают силы резания, которые упруго деформируют систему «инструмент – шпиндель», вызывая прогиб (отжим) инструмента, что изменяет диаметр отверстия по его длине. Величину прогиба (отжима) системы можно вычислить, используя основное дифференциальное уравнение упругой линии [12]:

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{M(x)}{E_i J_i(x)},$$

где M – изгибающий момент системы; E_i – модуль упругости рассматриваемого участка инструмента; J_i – момент инерции рассматриваемого участка инструмента.

Изгибающий момент для рассматриваемой системы (рис. 2) будет иметь вид:

$$M(x) = R_A \cdot (l + x) - P \cdot (l + x) - P_1 \cdot (l_1 + x) + R_D \cdot x, \quad (1)$$

где P – неуравновешенная равнодействующая сила при зенкеровании; P_1 – неуравновешенная равнодействующая сила при развертывании; R_A – реакция в опоре A ; R_D – реакция в опоре D ; l

– длина инструмента; l_1 – длина развертки; x – длина шпинделя (величина переменная).

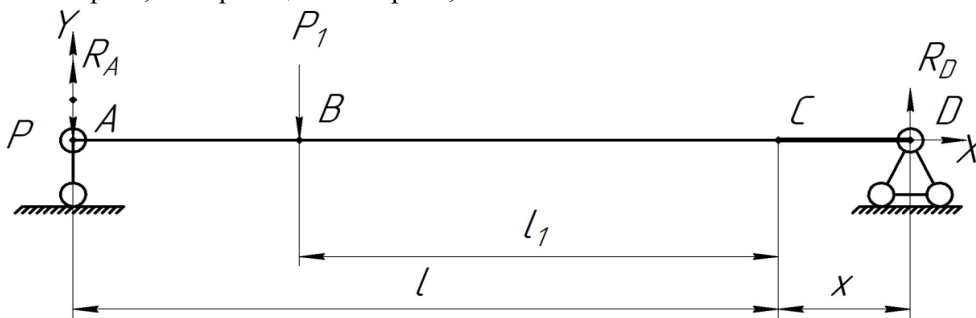


Рис. 2. Схема для расчета прогиба системы

Преобразованное дифференциальное уравнение упругой линии системы:

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{1}{E_i J_i(x)} [R_A \cdot (l+x) - P \cdot (l+x) - P_1 \cdot (l_1+x) + R_D \cdot x]. \quad (2)$$

В системе на стыке второго и третьего участков в точке C изменяются диаметры поперечных сечений этих участков. В точке C нет сосредоточенной силы, но на нее воздействует вся нагрузка, воспринимаемая на участках первом и втором. Для установления полной зависимости необходимо определить значения реакций в опорах A и D .

Сначала находится реакция в опоре A – R_A , которая определяется по зависимости – $\sum M_D = 0$,

$$R_A \cdot (l+x) - P \cdot (l+x) - P_1(l_1+x) = 0,$$

откуда

$$\theta(x) = \frac{dy(x)}{dx} = \frac{1}{E_i J_i} \left[R_A \cdot \frac{(l+x)^2}{2} - P \cdot \frac{(l+x)^2}{2} - P_1 \cdot \frac{(l_1+x)^2}{2} + R_D \cdot \frac{x^2}{2} + C_i \right]. \quad (3)$$

Интегрируя вторично, находится выражение для определения прогиба (отжима) – $y(x)$.

$$y(x) = \frac{1}{E_i J_i} \left[R_A \cdot \frac{(l+x)^3}{6} - P \cdot \frac{(l+x)^3}{6} - P_1 \cdot \frac{(l_1+x)^3}{6} + R_D \cdot \frac{x^3}{6} + C_i \cdot x + D_i \right]. \quad (4)$$

Согласно утверждению [12] произвольные постоянные величины C_i и D_i на всех участках рассматриваемой системы равны. Тогда достаточно определить постоянные величины на первом участке.

$$\theta(x) = \frac{dy(x)}{dx} = \frac{1}{E_1 J_1} \left[R_A \cdot \frac{(l+x)^2}{2} - P \cdot \frac{(l+x)^2}{2} + C_1 \right]; \quad (5)$$

$$y(x) = \frac{1}{E_1 J_1} \left[R_A \cdot \frac{(l+x)^3}{6} - P \cdot \frac{(l+x)^3}{6} + C_1 \cdot x + D_1 \right]. \quad (6)$$

Принимается, что $C_l = C$ и $D_l = D$ по утверждению, изложенному выше. В уравнения (5) и (6) вводится реакция R_A , тогда:

$$\theta(x) = \frac{dy(x)}{dx} = \frac{1}{E_1 J_1} \left[\left(P + P_1 \cdot \frac{l_1+x}{l+x} \right) \cdot \frac{(l+x)^2}{2} - P \cdot \frac{(l+x)^2}{2} + C \right]; \quad (7)$$

$$R_A = P + P_1 \frac{l_1+x}{l+x},$$

где x изменяется от 0 к H , H – длина обработки отверстия (толщина заготовки).

Реакция в опоре D – R_D определяется по зависимости – $\sum M_A = 0$,

$$P_1(l-l_1) - R_D(l+x) = 0,$$

откуда

$$R_D = P_1 \frac{l-l_1}{l+x}.$$

Проинтегрировав обе части равенства (2), тогда угол поворота оси можно определить по зависимости:

Удалив из уравнений (3) и (4) соответствующие нагрузки на последующих участках системы, можно получить уравнения для первого участка:

$$y(x) = \frac{1}{E_1 J_1} \cdot \left[\left(P + P_1 \cdot \frac{l_1 + x}{l + x} \right) \cdot \frac{(l + x)^3}{6} - P \cdot \frac{(l + x)^3}{6} + C \cdot x + D \right]. \quad (8)$$

Для заданной системы с заделкой угол поворота и прогиб (отжим) оси в ней равны нулю [12]. Для определения постоянных величин C и D задаются граничные условия:

$$\theta(l) = \theta_l = \frac{1}{E_1 J_1} \cdot \left[\left(P + P_1 \cdot \frac{l_1}{l} \right) \cdot \frac{l^2}{2} - P \cdot \frac{l^2}{2} + C \right], \quad C = -P_1 \cdot \frac{l \cdot l_1}{2}; \quad (9)$$

$$y(l) = y_l = \frac{1}{E_1 J_1} \cdot \left[\left(P + P_1 \cdot \frac{l_1}{l} \right) \cdot \frac{l^3}{6} - P \cdot \frac{l^3}{6} + D \right], \quad D = P_1 \cdot \frac{l^2 \cdot l_1}{6}. \quad (10)$$

Подставив полученные значения R_A и R_D , C и D в уравнение (4) выводится формула для определения прогиба инструмента в любой точке по длине обрабатываемого отверстия – $y(x)$:

$$y(x) = \frac{1}{E_1 J_1} \cdot \left[\left(P + P_1 \cdot \frac{l_1 + x}{l + x} \right) \cdot \frac{(l + x)^3}{6} - P \cdot \frac{(l + x)^3}{6} - P_1 \cdot \frac{(l + x)^3}{6} - P_1 \cdot \frac{l \cdot l_1}{2} \cdot x - P_1 \cdot \frac{l^2 \cdot l_1}{6} \right] + \frac{P_1}{E_2 \cdot J_2} \cdot \frac{x^3 \cdot (l - l_1)}{6 \cdot (l + x)}, \quad (11)$$

где E_l – модуль упругости режущего инструмента, $E_l = 2,1 \cdot 10^5$ МПа; E_2 – модуль упругости шпинделя, $E_2 = 2,1 \cdot 10^5$ МПа; J_l – момент инерции режущего инструмента, $J_l = 0,045 \cdot d^4$ мм⁴; J_2 – момент инерции шпинделя, $J_2 = 0,05 \cdot (d_n^4 - d_s^4)$ мм⁴, где d_n – наружный и d_s – внутренний диаметры шпинделя.

Величина $y(x)$ указывает на переменность прогиба (отжима) оси инструмента, а вместе с тем на изменение диаметра по длине отверстия. Для оценки цилиндричности обрабатываемого отверстия зенкером-разверткой в формулу (11) вводятся исходные данные и несколько значений переменной величины x по длине отверстия. Величина прогиба (отжима) инструмента, а соответственно погрешность обработки в виде разбивки (увеличения диаметра отверстия), зависит от длины отверстия и силы резания, т. е. режимов резания – глубины резания, подачи и частоты вращения инструмента. Длину обрабатываемого отверстия изменять нельзя, она должна быть такой, какой требуется. У переносных устройств и станков, для уменьшения их габаритных размеров и массы, компактные сверлильные головки, поэтому у таких конструкций постоянная подача и частота вращения. Таким образом, сила резания, с которой связан прогиб (отжим) инструмента, зависит от глубины резания, приходящегося на зенкерование и развертывание. Поэтому регулировать прогиб (отжим) инструмента следует глубиной резания на зенкерование и развертывание. Для рассматриваемой технологической системы при изменении длины обработки от 1 мм до 100 мм наблюдается разбивка отверстия, имеющего конусную форму с минимальным диаметром на входном торце и максимальным диаметром на выходном торце отверстия.

при $x=0$ следует, что $\theta=0$ и $y=0$, тогда:

Изменение диаметра обрабатываемого отверстия определяется после вычисления величины разбивки $y(x)$ по формуле (11) в нескольких точках по длине отверстия, принимая расстояние между точками с равномерным шагом. Значение диаметра отверстия D_i , мм, в рассматриваемой точке вычисляется по зависимости:

$$D_i = d_p + 2 \cdot y_i, \quad (12)$$

где d_p – действительный диаметр развертки, мм; y_i – величина разбивки в рассматриваемой точке, мм.

Величина отклонения от цилиндричности определяется по полученным значениям D_i , мм, по которым устанавливается максимальный и минимальный диаметр отверстия – D_{max} и D_{min} . Диаметр отверстия является допустимым, если погрешность обработки Δ_D , мм, находится в пределах допуска на диаметр отверстия – TD_o , мм:

$$\Delta_D = D_{max} - D_{min} \leq TD_o. \quad (13)$$

Предельные отклонения, которые необходимо наложить на размер диаметра новой развертки, определяются с учетом возможной максимальной разбивки y_{max} , мм, возникающей при максимальных значениях исходных данных – длине отверстия, глубины резания, подачи и частоты вращения инструмента.

Номинальный диаметр развертки равен номинальному диаметру отверстия. Верхнее отклонение диаметра развертки ESd_p , мм, определяется с учетом величины максимальной разбивки y_{max} , мм:

$$ESd_p = ESD_o - 2 \cdot y_{max}, \quad (14)$$

где ESD_o – верхнее отклонение диаметра отверстия, мм.

Нижнее отклонение диаметра развертки EId_p , мм, определяется с учетом допуска на изготовление развертки:

$$EId_p = ESd_p - Td_p, \quad (15)$$

где Td_p – допуск на диаметр развертки, мм, принимается по стандарту в зависимости от качества точности обрабатываемого отверстия [13].

Выводы. Предлагаемая технология по использованию зенкера-развертки для обработки прецизионных отверстий во фланцевых соединениях крупногабаритного оборудования позволяет:

– сократить оперативное время обработки отверстий во фланцах мельниц от 1,5 часа для небольших мельниц до 4,3 часа для крупных мельниц одного фланцевого соединения;

– оценить цилиндричность обработки прецизионных отверстий зенкером-разверткой во фланцевых соединениях крупногабаритного оборудования;

– рассчитать диаметр и предельные отклонения развертки сборного инструмента.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Санина Т.М. Способ восстановления работоспособности внутренних поверхностей вращения цапф крупногабаритного промышленного оборудования в условиях эксплуатации. Белгород: Изд-во БГТУ, 2011. 114 с.

2. Дроздов Н.Е. Эксплуатация, ремонт и испытание оборудования предприятий строительных материалов, изделий и конструкций. М.: Высш. школа, 1979. 312 с.

3. Банит Ф.Г., Несвижский О.А. Механическое оборудование цементных заводов. М.: Машиностроение, 1975. 318 с.

4. Голдобина В.Г. Разработка технологии и оборудования механической обработки прецизионных отверстий фланцевых соединений крупногабаритного оборудования: диссертация канд. техн. наук. Белгород, 2005. 133 с.

5. Голдобина В.Г. Точность обработки отверстий во фланцах крупногабаритного оборудования при использовании переносных установок. Белгород: Изд-во БГТУ, 2018. 106 с.

6. Голдобина В.Г. Обработка отверстий с использованием переносного станка // Научное обозрение. 2015. №20. С. 129–133.

7. www.stroitelstvo-new.ru/zhestyanye-raboty/zenkerovanie.shtml Зенкерование отверстий.

8. Вульф А.М. Резание металлов. Л.: Машиностроение, 1973. 496 с.

9. Колев К.С., Горчаков Л.М. Точность обработки и режимы резания. М.: Машиностроение, 1976. 144 с.

10. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова, А.Г. Сулова. М.: Машиностроение, 2003. Т. 2.

11. Биргер И.А., Мавлютов Р.Р. Сопrotивление материалов. М.: Наука, 1986. 560 с.

12. Сопrotивление материалов. Под ред. Писаренко Г.С. К.: Вища шк., 1986. 775 с.

13. Ординарцев И.А., Филиппов Г.В., Шевченко А.Н. и др. Справочник инструментальщика. Под общ. ред. И.А. Ординарцева. Л.: Машиностроение, 1987. 846 с.

Информация об авторах

Голдобина Валентина Григорьевна, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии машиностроителя. E-mail: goldobina.valentina@gmail.com. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Поступила 16.04.2021 г.

© Голдобина В.Г., 2021

Goldobina V.G.

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhova

E-mail: goldobina.valentina@gmail.com

ACCURACY OF HOLE PROCESSING WITH A COMBINED TOOL

Abstract. Cement, powder metallurgy and various large-sized equipment are used in the industry of building materials for grinding raw materials. During operation, such equipment is exposed to external influences, especially at the joints, which reduce the reliability of the units. This leads to the early replacement of wearing parts. Large components of grinding mills are connected by flanges. The flanges are fastened with bolts, some of which must be precision, since they take the load of the equipment and ensure the tightness of the connection. The holes for precision bolts, respectively, must be accurate and of high quality. A study of the processing of holes with a reamer is given. The cutting elements of the tool, in the form of multifaceted plates, are mechanically attached to the body, which makes it possible to quickly replace the plate in case of wear or breakage. Such an assembled combined cutting tool allows to perform countersinking and reaming in one operation and

thereby reduce the processing time of one hole and, in general, all precision holes in the flanges of the mill being repaired. The dependence of the precision hole accuracy on the shape and spatial deviation from the cutting modes of processing when using a combined tool is derived. The dependence is established for processing using a portable device with a rising spindle, as the most used equipment for repairs. The presented dependence makes it possible to predict the accuracy of machining holes with a combined tool, taking into account the rigidity of the technological system and calculate the required reamer accuracy.

Keywords: holes, mills, flanges, precision holes, combined tool.

REFERENCES

1. Sanina T.M. [Sposob vosstanovleniy rabotosposobnosti vnutrennih poverhnostei vrasheniya shapf krupnogabaritnogo promichlenogo oborudovaniya v usloviyakh ekspluatatsii]. Belgorod: BSTU. 2011, 114 p. (rus)
2. Drozdov N.Ye. Operation, repair and testing of equipment of enterprises of building materials, products and structures [Ekspluatatsiya, remont i ispytaniye oborudovaniya predpriyatij stroitel'nykh materialov, izdelij i konstruktsij]. M.: Higher School. 1979, 312 p. (rus)
3. Banit F.G., Nesvizh O.A. Mechanical equipment of cement plants [Mekhanicheskoe oborudovanie cementnykh zavodov]. M.: Mashinostroenie. 1975, 318 p. (rus)
4. Goldobina V.G. Development of technology and equipment for mechanical processing of precision openings of flange joints of large-sized equipment [Razrabotka tekhnologii i oborudovaniya mekhanicheskoy obrabotki precizionnykh otverstij flancevykh soedinenij krupnogabaritnogo oborudovaniya]. dissertation Cand. tech. sciences. Belgorod: 2005, 133 p. (rus)
5. Goldobina V.G. Accuracy of processing holes in the flanges of large-sized equipment when using portable units [Tochnost' obrabotki otverstij vo flancah krupnogabaritnogo oborudovaniya pri ispol'zovanii perenosnykh ustanovok]. Belgorod: BSTU. 2018, 106 p. (rus)
6. Goldobina V.G. Processing holes using a portable machine [Obrabotka otverstij s ispol'zovaniem perenosnogo stanka]. Scientific Review Journal. 2015. No. 20. Pp. 129–133. (rus)
7. www.stroitelstvo-new.ru/zhestyanye-raboty/zenkerovanie.shtml Reaming holes.
8. Vulf A.M. Cutting metals [Rezaniye metallov]. L.: Mashinostroenie. 1973, 496 p. (rus)
9. Kolev K.S., Gorchakov L.M. Precision processing and cutting modes [Tochnost obrabotki i regimi rezaniya]. M.: Mashinostroenie. 1976, 144 p. (rus)
10. Dalskiy A.M., Kosilova A.G., Mesherykov R.K., Suslov A.G. Manual Technologist-Machine Builder [Spravochnik tekhnologa-mashinostroytel'nykh]. M.: Mashinostroenie. 2003, Vol. 2. (rus)
11. Birger I.A., Mavlutin R.R. Strength of materials [Soprotivleniye materialov]. M: Nauka. 1986, 560 p. (rus)
12. Pisarenko G.S. Strength of materials [Soprotivleniye materialov]. K.: Visha shkola. 1986, 775 p. (rus)
13. Ordinarcev I.A., Filippov G.V., Shevchenko A.N. Reference toolman [Spravochnik instrumentalshika]. L.: Mashinostroenie. 1987, 846 p. (rus)

Information about the authors

Goldobina, Valentina G. PhD, Assistant professor. E-mail: goldobina.valentina@gmail.com. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received 16.04.2021

Для цитирования:

Голдобина В.Г. Точность обработки отверстий комбинированным инструментом // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2021. № 6. С. 80–86. DOI: 10.34031/2071-7318-2021-6-6-80-86

For citation:

Goldobina V.G. Accuracy of hole processing with a combined tool. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2021. No. 6. Pp. 80–86. DOI: 10.34031/2071-7318-2021-6-6-80-86