

Изобретение относится и машиностроению и предназначено для автоматизации технологических процессов, связанных с нанесением защитных и специальных покрытий на легкодеформируемые цилиндрические детали, типа гильз, стаканов, барабанов и т.п.

В качестве прототипа может быть рассмотрен способ окрашивания (см. Окралочные работы и машиностроении – С. 205-206, рис. 6.17), заключающийся в погружении изделий в ванну с красящей технологической жидкостью, выдерживании в ней и быстром извлечении из нее. Затем изделия выдерживают в подвешенном состоянии над ванной или лотком для удаления растворителей и стока избытка красящей жидкости. После этого изделия поступают на сушку.

К недостаткам прототипа можно отнести следующее.

Во-первых, неравномерность толщины покрытий и низкие декоративные качества, что объясняется неравномерностью стекания технологической жидкости со стенок изделия, а также контактом удерживающих элементов с изделиями.

Во-вторых, снижение производительности за счет вмешательства человека-оператора в технологический процесс на стадиях выгрузки (подвешивания) и разгрузки деталей, их ориентации.

В-третьих, повышенный расход технологической жидкости, остающейся на несущих элементах транспортной системы, которые вместе с изделиями погружаются в нее.

В-четвертых, потери времени, связанные с очисткой несущих элементов от засыхающей технологической жидкости.

В основу изобретения поставлена задача создать такой способ нанесения покрытий на тонкостенные цилиндрические детали, при котором удержание и перемещение деталей позволило бы исключить механический контакт их поверхностей с направляющими поверхностями захватно-транспортного устройства и за счет этого повысить качество и производительность.

Поставленная задача достигается тем, что при нанесении покрытия способом, заключающим захват деталей и окунание их в технологическую жидкость, детали размещают снизу опорных поверхностей захватно-транспортного устройства, подают в зазор между ними сжатый воздух, создавая воздушную подушку и отталкивающую силу, действующую в направлении силы тяжести, воздействуют на деталь бегущими навстречу друг другу магнитными полями, направленными по касательной к ее наружной поверхности и поджимающими деталь к опорным поверхностям, а также магнитным полем, смещающимся вдоль детали, при этом изменяя соотношение между величинами действующих по касательной магнитных полей, вращают деталь вокруг своей оси.

При сравнении известных способов с предложенным видно, что последний проявляет новые технические свойства, заключающиеся в следующем.

Во-первых, полностью исключается контакт деталей с транспортными элементами (подвесками, крючьями и др.), что исключает повреждение покрытий, загрязнение транспортной системы, уменьшает расход жидкости.

Во-вторых, обдув сжатым воздухом способствует удалению лишней технологической жидкости и получению равномерного по толщине покрытия.

В-третьих, вращение детали вокруг своей оси исключает необходимость полного погружения детали в жидкость, а возникающие при этом центробежные силы способствуют созданию более равномерного по толщине покрытия.

В-четвертых, детали как до, так и после нанесения покрытия сохраняют наперед заданное положение в пространстве, что упрощает процесс автоматизации производства на стадиях транспортирования, загрузки и разгрузки.

Данные свойства новые, т.к. у аналогов и прототипа отсутствует возможность бесконтактного транспортирования, обдува сжатым воздухом и вращения деталей в процессе выполнения технологической операции.

На фиг. 1 показана схема захвата детали без создания воздушной подушки: на фиг. 2 - схема, иллюстрирующая способ нанесения покрытия; на фиг. 3 - схема действия сил на деталь. Реализация способа происходит следующим образом.

Захватно-транспортное устройство (ЗТУ) опускается сверху на тонкостенную цилиндрическую деталь (ТЦД) и созданием с помощью дугостаторных или сегментных линейных асинхронных двигателей бегущих магнитных потоков  $\Phi_1$  и  $\Phi_2$  (фиг. 1) обеспечивают получение тяговых усилий  $F_1$  и  $F_2$ , поджимающих деталь к опорным поверхностям ЗТУ, образующих направляющий перевернутый вверх дном транспортный желоб, размещаемый над емкостью с технологической жидкостью.

Затем опусканием погружают ТЦД на величину  $S$  в эту жидкость, подают к опорным поверхностям сжатый воздух давлением  $P_1=P_2=0,4...0,6$  МПа, создавая тем самым воздушную подушку, способствующую размещению ТЦД с радиальным зазором  $\delta$  относительно опорных поверхностей (фиг. 2).

Удержание ТЦД в подвешенном состоянии осуществляется за счет уравнивания пневматической силы  $P_a$  (фиг. 3), создаваемой аэростатическими опорами дугостаторных (сегментных) двигателей, веса детали  $G$  и магнитной силы тяги  $F_m$ . Магнитная сила  $F_m$  является равнодействующей сил тяги  $F_1$  и  $F_2$ , величина которых может быть рассчитана с помощью выражения (Ижеля Г.И. и др. Линейные асинхронные двигатели. - К.: Техніка, 1975. - С. 33):

$$F_1 = F_2 \approx \frac{B^2 V S_n h}{5\rho},$$

где:  $B$  - значение индукции в немагнитном воздушном зазоре величиной  $\delta$ ;  $S_n=1$  - номинальное скольжение при неподвижном объекте захвата;  $V=2\pi T=2\pi f$  - линейная скорость перемещения волны магнитодвижущей

силы вдоль стенок объекта захвата и транспортирования;  $T$  - период тока;  $f$  - частота питающего тока;  $\tau$  - расстояние между полюсными делениями обмотки;  $h$  - толщина стенки объекта захвата;  $\rho$  - удельное сопротивление материала объекта захвата.

Величина пневматической силы, создаваемой давлениями  $P_1$  и  $P_2$  определяется с помощью выражения (Пуш В.Э. Конструирование метал-лорежущих станков. - М.: Машиностроение, 1977. - С. 160):

$$P_1 = P_2 = blf_p(k),$$

где:  $l$  - длина дуги опорной поверхности;  $f_p(k)$  - коэффициент, зависящий от характеристики опоры:

$$k = 17,3 \frac{l^2 \delta^3}{bt^4},$$

где:  $b$  - ширина аэростатической опоры;  $t$  - глубина воздушораспределительной канавки на опорной поверхности.

При уравнивании сил  $F_m$ ,  $P_A$  и  $G$  (фиг. 3), образованный между ТЦД и спорными поверхностями радиальный зазор  $\delta$  осциллирует во времени. Динамика процесса удержания описывается уравнением:

$$m\ddot{x} = P_A(x) - F_m(x) + G - k\dot{x},$$

где:  $m$  - масса удерживаемой детали;  $\ddot{x}$ ,  $\dot{x}$ ,  $x$  - соответственно ускорение, скорость и перемещение детали;  $k \approx 10 \text{ Н} \cdot \text{с/м}$  - коэффициент демпфирования, полученный экспериментальным путем.

Данное уравнение решалось численным путем на ЭВМ с помощью программы.

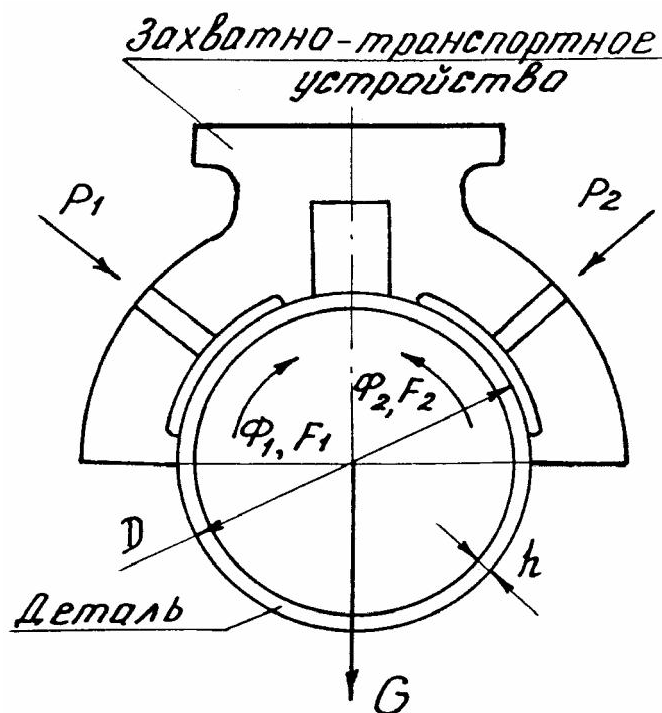
В результате расчетов было установлено, что алюминиевая деталь массой  $m \approx 0,2 \text{ кг}$ , диаметром  $D = 50 \text{ мм}$ , длиной  $L = 100 \text{ мм}$  с толщиной стенки  $h = 1,5 \dots 2 \text{ мм}$  осциллирует вокруг значения  $x \approx (4 \dots 5) \cdot 10^{-5} \text{ м}$ . Размах колебаний составляет  $(2,5 \dots 3) \cdot 10^{-5} \text{ м}$  без контакта с опорными поверхностями.

Для осуществления вращения ТЦД находящейся в подвешенном состоянии, вокруг своей оси со скоростью  $V_1$ , изменяют соотношение между величинами магнитных потоков  $\Phi_1$  и  $\Phi_2$ , а следовательно и тяговые усилия  $F_1$  и  $F_2$ .

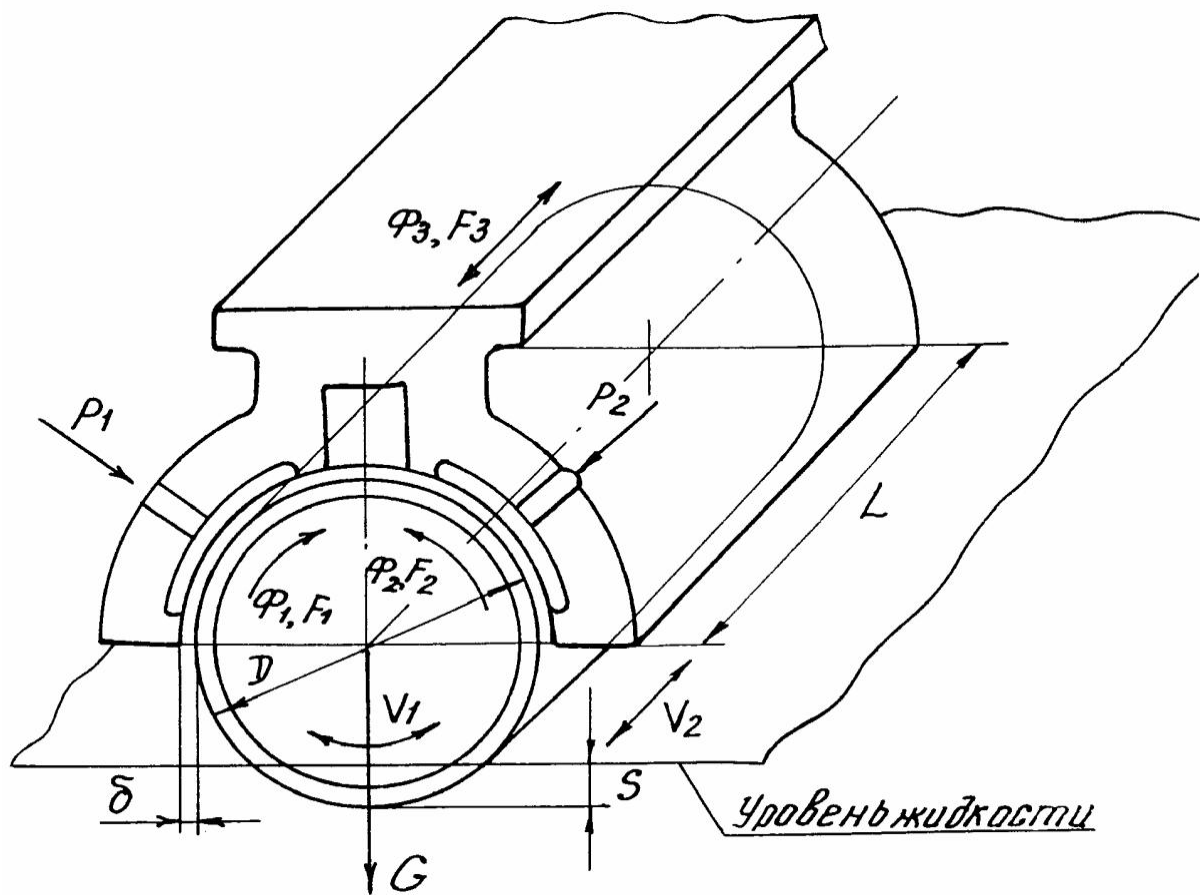
Для перемещения в продольном (осевом) направлении со скоростью  $V_2$  на подвешенную ТЦД воздействуют магнитным потоком  $\Phi_3$ , создающим тяговое усилие  $F_3$  (фиг. 2), величина которого определяется с помощью приведенного выше выражения.

Таким образом, осуществляется равномерное нанесение покрытия на поверхности ТЦД и свободное стекание лишней жидкости обратно в емкость, чему в большой степени способствует сжатый воздух, истекающий через зазор  $\delta$  в атмосферу, а также перемещение ТЦД на следующую позицию, например, для сутки, без контакта с опорными (направляющими) поверхностями и без разрыва технологической цепочки, что происходит при вмешательстве человека-оператора.

Данный способ может быть успешно реализован на операциях мойки, контроля, плазменного напыления и др.

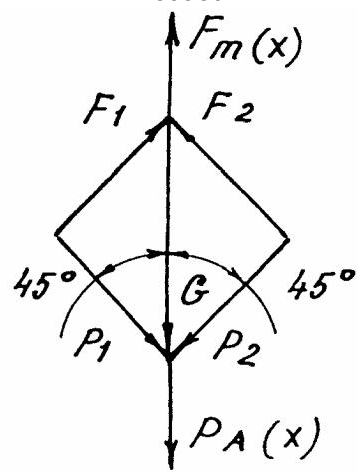


Фиг. 1



Фиг. 2

35580



Фиг. 3