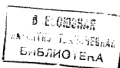




ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГКНТ СССР

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



1

(21) 4421417/25-08

(22) 10.05.88

(46) 07.04.90. Бюл. № 13

(71) Сумский филиал Харьковского политехнического института им. В. И. Ленина

(72) В. Л. Парамей, С. Г. Парфененко,

В. В. Калужный, В. А. Залого

и В. Н. Коломиец

(53) 621.924.93(088.8)

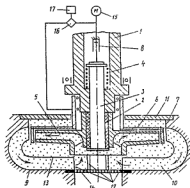
(56) Авторское свидетельство СССР  
№ 889412, кл. В 24 С 3/08, 1979.

(54) СПОСОБ ОБРАБОТКИ РАБОЧИХ КОЛЕС НАСОСОВ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

(57) Изобретение относится к способам гидроабразивной обработки рабочих колес лопастных насосов. Целью изобретения является повышение качества обработки путем обеспечения равномерности съема припуска металла с рабочей и тыльной стенок каналов колеса. Для этого колесо насоса помещают в камеру с гидроабразивной суспензией и, приводя во вращение, обеспечивают самопрокачку суспензии по каналам колеса. Затем перекрывают выходные отверстия кана-

2

лов подвижными шторками, которым сообщают постоянную окружную скорость. Скорость шторок берут из условия постоянства поперечного сечения потока суспензии в канале колеса, что достигается равенством площади выходного отверстия канала, ограниченного шторками, и его входного канала. При перемещении шторок изменяется направление вектора скорости гидроабразивного потока в канале колеса, что обуславливает возможность перемещения зоны активного взаимодействия абразива с рабочей и тыльной стенками канала. Для реализации предлагаемого способа используется устройство, содержащее установленный в корпусе основной вал 1 со средством крепления обрабатываемого колеса 5, привод 15 вращения вала, бак 9 для гидроабразивной суспензии и установленный концентрично основному валу 1 дополнительный вал 6 с закрепленными на его конце подвижными шторками 11. Дополнительный вал 6 кинематически через передаточный механизм 16 и программатор 17 связан с приводом 15 вращения основного вала. 2 с.п.ф-лы, 5 ил.



Фиг.1

Изобретение относится к гидроабразивной обработке деталей, а именно рабочих колес лопастных насосов.

Целью изобретения является повышение качества обработки путем обеспечения равномерности обработки каналов рабочих колес.

На фиг. 1 схематично представлено устройство для реализации способа обработки рабочих колес лопастных насосов; на фиг. 2 — схема потока гидроабразивной суспензии в канале колеса; на фиг. 3 — схема расположения подвижных шторок, формирующих поток гидроабразивной суспензии, относительно кромок выходного отверстия канала колеса в начале обработки; на фиг. 4 — то же, в промежуточном положении; на фиг. 5 — схема расположения подвижных шторок в конце обработки.

Сущность способа заключается в следующем.

Установлено, что при прокачивании гидроабразивной суспензии через каналы колеса происходит отрыв потока суспензии от тыльной стороны лопатки и на выходе из колеса поток оказывается стесненным, вызывая повышенный сьем металла на рабочей стороне лопатки колеса. Величина зон отрыва в канальных колесах зависит от относительно размера нерабочего межлопастного пространства. Выравнивая площадь проходного сечения канала вдоль всей поверхности лопатки изменением относительного размера нерабочего межлопастного пространства, т. е., формируя в межлопастном пространстве поток гидроабразивной суспензии с постоянной площадью поперечного сечения по всей длине канала, равной площади проходного сечения на входе колеса, можно исключить появление зон отрыва (фиг. 2). Таким образом изменение направления потока гидроабразивной суспензии на выходе из колеса позволяет управлять временем контакта абразивных частиц с обрабатываемыми поверхностями рабочей и тыльной сторон лопаток по мере их обработки, т. е. на участках с большей интенсивностью сьема припуска время контакта устанавливать меньшим и наоборот.

Способ осуществляется установкой шторок определенной длины на выходе из каналов колеса. Это позволяет формировать поток гидроабразивной суспензии с постоянной площадью поперечного сечения по всей длине канала, равной площади проходного сечения на входе колеса. Изменяя положение шторок относительно колеса, можно изменять направление потока гидросуспензии на выходе из него со скоростью, обеспечивающей равномерный сьем припуска на всех участках обрабатываемых поверхностей лопаток.

Способ реализуется устройством, содержащим основной вал 1 с закрепленным на нем посредством упругой втулки 2 штоком 3

и пружиной 4 с обрабатываемым колесом 5 (фиг. 1). На основном валу 1 concentрично ему установлен дополнительный вал 6 с прикрепленными к нему шторками 7. Для раскрепления колеса 5 на основном валу 1 использован гидроцилиндр 8. Обработка производится в рабочей камере 9 торообразной формы, заполненной гидроабразивной суспензией 10 и закрытой крышкой 11. Для предотвращения раскручивания смеси в камере установлены лопатки 12 и пластина 13, которые образуют систему отвода гидросуспензии. В основании камеры установлен перфорированный диск 14, необходимый для циркуляции несущей среды. Вращение основного вала 1 осуществляется от двигателя 15. Вращение дополнительного вала 6 также осуществляется от двигателя 15 через передаточный механизм 16, управляемый при помощи программатора 17.

Устройство работает следующим образом. При перемещении поршня гидроцилиндра 8 шток 3 разжимает упругую втулку 2, на которой устанавливается обрабатываемое колесо 5 так, чтобы шторки 7 перекрывали выходное сечение вдоль тыльной стороны лопатки (фиг. 3). При выключении гидроцилиндра 8 под действием пружины 4 шток 3, воздействуя на упругую втулку 2, зажимает установленное на ней колесо 5. После этого колесо 5 погружают в рабочую камеру 9 и закрывают крышкой 11. При совместном вращении колеса 5 и дополнительного вала 6 со шторками 7 происходит самовсасывание гидроабразивной суспензии 10, которая, проходя по каналам колеса 5, обрабатывает их. По системе отвода гидроабразивная суспензия вновь возвращается во входную часть колеса. Вращение дополнительному валу 6 со шторками 7 передается через передаточный механизм 16, управляемый при помощи программатора 17. При начальном положении шторки возле тыльной стороны лопатки абразивные частицы гидросуспензии начинают обрабатывать ее рабочую сторону, интенсивнее на периферии колеса (фиг. 3). Всю тыльную сторону закрывает застойная зона. При перемещении шторки относительно колеса с определенной скоростью, обеспечивающей сьем припуска на каждом участке обрабатываемых поверхностей, на периферии колеса возле рабочей стороны лопатки начинает образовываться зона застоя абразивных частиц, которая исключает их контакт с уже обработанными участками рабочей стороны (фиг. 4). Возле тыльной стороны застойная зона начинает уменьшаться, последовательно открывая обрабатываемую поверхность. В конечном положении шторка перекрывает проходное сечение канала возле рабочей стороны лопатки (фиг. 5). Всю рабочую сторону закрывает застойная зона, тыльная — полностью открыта. Перемещение шторок позволяет управлять временем контакта абразивных частиц с участками обра-

батываемых поверхностей таким образом, что на участках с меньшей интенсивностью съема припуска время контакта наибольшее, а на участках с большей интенсивностью оно наименьшее. Это дает возможность равномерно снимать припуск и повысить качество обработки.

Для обеспечения равномерности съема припуска со стенок каналов колеса требуется определенная скорость перемещения подвижных шторок, которая устанавливается следующим образом.

Находим длину проходного сечения для формирования безотрывного потока гидроабразивной суспензии из условия постоянства площади проходного сечения канала по всей его длине, равной площади проходного сечения канала на входе колеса (фиг. 2), т. е.

$$S_1 = b \cdot l = S,$$

откуда

$$l = \frac{S}{b},$$

$S_1$  — площадь проходного сечения на выходе из колеса;

$b$  — ширина проходного сечения на выходе из колеса;

$l$  — длина проходного сечения на выходе из колеса, необходимая для формирования безотрывного потока гидроабразивной суспензии;

$S$  — площадь проходного сечения на входе колеса.

Наименьшая интенсивность съема припуска наблюдается у входа колеса, поэтому в этом месте необходимо обеспечить наибольшее время контакта абразивных частиц с обрабатываемыми поверхностями. Это время определяет цикл обработки и равно

$$t = \frac{h}{q},$$

где  $h$  — снимаемый припуск;

$q$  — интенсивность съема припуска на входе колеса, полученная экспериментально.

С другой стороны, это время можно обеспечить только при соответствующей относительной скорости перемещения шторок, установленных на выходе из колеса, которая и определяет относительную скорость изменения направления потока гидроабразивной суспензии на выходе из него. При перемещении шторок образующиеся за ними зоны застоя абразивных частиц не должны раньше времени закрывать обрабатываемые участки лопаток колеса, т. е.

$$\tau = \frac{L-l}{V} = \frac{\left(\frac{\pi D}{z} - \frac{S}{b}\right)}{V},$$

где  $(L-l)$  — остаточная длина проходного сечения на выходе из колеса;

$L$  — длина проходного сечения канала на выходе из колеса,

$$\text{равная } \frac{\pi \cdot D}{z};$$

$D$  — наружный диаметр колеса;

$z$  — число каналов (лопастей) колеса;

$V$  — скорость перемещения шторок, соответствующая относительной скорости изменения направления потока гидроабразивной суспензии на выходе из колеса.

Учитывая, что  $\tau = \frac{h}{q}$ , находим из последней зависимости значение скорости перемещения шторок

$$V = \frac{q}{h} \cdot \left(\frac{\pi D}{z} - \frac{S}{b}\right).$$

*Пример 1.* Пусть необходимо обработать внутреннюю поверхность каналов рабочего колеса насоса типа КС32 с требуемой шероховатостью, равной  $R_a = 2.5$  мкм. Величина снимаемого припуска равна  $h = 0.081$  мм. Исходная шероховатость обрабатываемой поверхности равна  $R_a = 12.5$  мкм. Для этого рабочее колесо устанавливают на основной вал так, чтобы в первоначальный момент шторки закрывали проходное сечение вдоль тыльной стороны лопатки. Рабочая камера заполняется гидроабразивной суспензией с объемной концентрацией, равной 0,5. В качестве абразивных частиц используют шлифовальное зерно карбида кремния черного зернистостью 2 мм марки 52С по ТУ2-036-841-79. Обработку поверхности лопатки производят самопрокачкой гидроабразивной суспензии по каналам колеса при его вращении в рабочей камере с частотой, равной 2000 мин<sup>-1</sup>. Длину шторки для формирования безотрывного потока гидросуспензии находим из условия постоянства площади проходного сечения канала по всей его длине, равной площади проходного сечения канала на входе колеса, т. е.

$$l_w = \frac{\pi \cdot D}{z} - \frac{S}{b},$$

где  $D$  — наружный диаметр колеса, равный 175 мм;

$z$  — число лопаток колеса, равное 6;

$S$  — площадь проходного сечения канала на входе колеса, равная 735 мм<sup>2</sup>;

$b$  — ширина проходного сечения канала на выходе из колеса, равная 10 мм,

$$l_w = \frac{314 \cdot 175}{6} - \frac{735}{10} = 91,5 - 73,5 = 18 \text{ мм.}$$

Интенсивность съема припуска на входе колеса равна

$$q = 8 \text{ мм/мин} \approx 0,13 \cdot 10^{-3} \text{ мм/с.}$$

Время цикла равно

$$t_{\text{ц}} = \frac{h}{q} = \frac{0,081}{0,13 \cdot 10^{-3}} \approx 615 \text{ с} = 10,2 \text{ мин.}$$

Для равномерной обработки поверхностей лопаток шторки необходимо из начального положения (фиг. 3) перемещать в конечное (фиг. 5). Величина перемещения каждой шторки равна ее длине. Скорость перемещения шторки определяется из условия снятия припуска на участке с минимальной интенсивностью съема, т. е. на входе колеса

$$V = \frac{I_{\text{в}}}{I_{\text{к}}} = \frac{18}{615} = 0,03 \text{ мм/с.}$$

**Пример 2.** Пусть необходимо обработать внутреннюю поверхность каналов рабочего колеса насоса типа ЦНС 180 с требуемой шероховатостью, равной  $R_a = 2,5$  мкм. Величина снимаемого припуска равна  $h = 0,1$  мм. Исходная шероховатость обработанной поверхности равна  $R_a = 12,5$  мкм. Установка колеса, выбор марки абразивных частиц, их концентрация аналогичны первому примеру. Частота вращения колеса равна  $1250 \text{ мин}^{-1}$ . Длина шторки равна

$$l_{\text{ш}} = \frac{\pi D}{z} \cdot \frac{s}{b} = \frac{3,14 \cdot 300}{7} \cdot \frac{1457}{15} = 37 \text{ мм.}$$

Интенсивность съема припуска на входе колеса равна

$$q = 8 \frac{\text{мм}}{\text{мин}} \approx 0,13 \cdot 10^{-3} \frac{\text{мм}}{\text{с}}.$$

Время цикла равно

$$t_{\text{ц}} = \frac{h}{q} = \frac{0,1}{0,13 \cdot 10^{-3}} = 770 \text{ с} = 12,8 \text{ мин.}$$

Величина перемещения каждой шторки равна ее длине. Скорость перемещения шторки равна

$$V = \frac{I_{\text{в}}}{I_{\text{к}}} = \frac{37}{770} = 0,048 \frac{\text{мм}}{\text{с}}.$$

Вращение шторкам передается от основного вала через передаточный механизм. Продолжительность циклов обработки, длины шторки и скорость ее перемещения зависят от конкретных условий резания, формы и размеров обрабатываемого колеса, размеров рабочей камеры. Скорость перемещения шторки регулируют при помощи программатора,

По сравнению с известным предлагаемый способ имеет преимущества в том, что при создании в межлопастном пространстве потока гидросуспензии с постоянной площадью поперечного сечения по всей длине канала формируется безотрывный поток, позволяющий обрабатывать как рабочую, так и тыльную стороны лопатки. Изменение направления этого потока на выходе из колеса с определенной скоростью дает возможность равномерно снимать припуск.

#### Формула изобретения

1. Способ обработки рабочих колес насосов, при котором колесо помещают в рабочую камеру с гидроабразивной суспензией, приводят во вращение и обеспечивают самопрокачку суспензии по каналам колеса, отличающийся тем, что, с целью повышения качества обработки, в межлопастном пространстве формируют поток гидроабразивной суспензии с постоянной площадью поперечного сечения по всей длине канала, равной площади проходного сечения канала на входе колеса, а затем изменяют направление потока гидроабразивной суспензии на выходе из колеса относительно него со скоростью  $v$ , определяемой по формуле

$$v = \frac{q}{\pi} \left( \frac{\pi D}{z} - \frac{s}{b} \right),$$

где  $q$  — интенсивность съема припуска на входе колеса, м/с;

$D$  — наружный диаметр колеса, м;

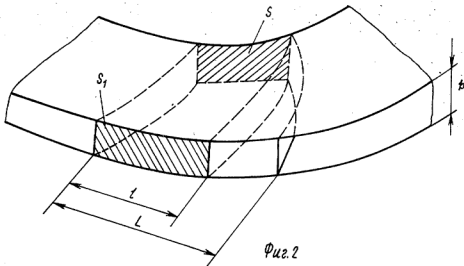
$z$  — число лопастей колеса;

$S$  — площадь проходного сечения канала на входе колеса,  $\text{м}^2$ ;

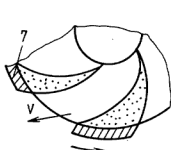
$b$  — ширина проходного сечения канала на выходе из колеса, м;

$h$  — снимаемый припуск, м.

2. Устройство для обработки рабочих колес насосов, содержащее установленный в корпусе вал с патроном для крепления обрабатываемого колеса, привод вращения вала и бак для гидроабразивной суспензии, отличающееся тем, что оно снабжено дополнительным валом, установленным концентрично основному валу, передаточным механизмом с программатором и шторками, закрепленными на конце дополнительного вала, при этом дополнительный вал установлен с возможностью фиксированного поворота относительно основного вала и связан с приводом вращения через передаточный механизм.



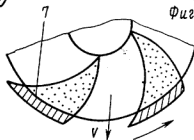
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5

Редактор Н. Лазаренко  
Заказ 526

Составитель В. Жуков  
Техред И. Верес  
Тираж 607

Корректор И. Муска  
Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР  
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб. д. 4/5  
Производственно-издательский комбинат «Патент», г. Ужгород, ул. Гагарина, 101