

Машиностроение и машиноведение

УДК 621.924

DOI: 10.30987/article_5bd17b452ab289.28134044

Г.В. Серга, К.А. Белокур, Э.А. Хвостик

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАБОЧИХ ОРГАНОВ СТАНКОВ НА БАЗЕ ВИНТОВЫХ РОТОРОВ

Представлены результаты многолетних исследований и разработки путей совершенствования рабочих органов станков на базе винтовых роторов для отделочно-зачистной и упрочняющей обработки деталей машин методами начертательной геометрии. Предложена типовая схема станка для отделочно-зачистной и упрочняющей обработки деталей машин на базе винтовых роторов. Пред-

ставлены образцы винтовых роторов с различной конфигурацией внутренней поверхности, выполненные в программе Компас-3D, и формулы для определения скорости перемещения масс загрузки в рабочем органе станка.

Ключевые слова: отделочно-зачистная обработка, упрочняющая обработка, амплитуда, частота, колебания, винтовые линии.

G.V. Serga, K.A. Belokur, E.A. Khvostik

MACHINE OPERATING UNIT IMPROVEMENT BASED ON SCREW ROTORS

A standard structure of the machine for parts continuous finishing-stripping and strengthening is presented. The dependence is presented as a polynomial of displacement speed of machined parts and working environment particles in screw rotors upon loading to unloading on the basis of experimental investiga-

tions. Cross-sections and visual images of screw rotors with different forms of inner surfaces carried out in Compass-3D program are shown.

Key words: finishing treatment, strengthening, amplitude, frequency, oscillation, helical lines.

Введение

Известны технологии и станки на базе винтовых роторов для отделочно-зачистной и упрочняющей обработки деталей, обеспечивающие придание обрабатываемым деталям и частицам рабочих сред (масс загрузки) движения с амплитудой от 10 до 1000 мм и выше [1-4]. Анализ этих технологий и технических средств для отделочно-зачистной и упрочняющей обработки деталей показал, что перспективным направлением в совершенствовании технических средств для реализации таких технологий следует считать комбинированный процесс обработки с использованием колебаний с большой амплиту-

дой и малой частотой, создаваемых при движении масс загрузки во вращающемся винтовом роторе, и дополнительных движений обрабатываемых деталей и частиц рабочих сред с большой частотой и малой амплитудой, образующихся при встрече масс загрузки с внутренней винтовой поверхностью рабочих органов. При этом движения частиц масс загрузки с большой частотой и малой амплитудой накладываются на движения частиц масс загрузки, совершаемые с большой амплитудой и малой частотой. Такие технологии названы нами комплексными технологиями [5-8].

Методы и пути совершенствования рабочих органов станков на базе винтовых роторов

Основным признаком, отражающим сущность рабочего процесса в винтовых роторах, является наличие по наружному периметру направленных в сторону выгрузки плавных винтовых линий и по внутреннему периметру - плавных винто-

вых канавок различной конфигурации [9; 10]. Варьируя эти параметры, можно влиять на колебательный процесс массы загрузки, т.е. изменять сложное пространственное движение, уменьшая или увеличивая при этом транспортный или техноло-

гический эффект. Нами разработана типовая схема станка для отделочно-зачистной и упрочняющей обработки деталей на базе таких конструкций винтовых роторов (рис. 1).

В предлагаемом станке на движения частиц масс загрузки с большой амплитудой и малой частотой, создаваемые вращающимся винтовым ротором 4, накладываются движения частиц масс загрузки с

малой амплитудой и большой частотой их соударений, образующиеся при отражении потоков масс загрузки противоположными внутренними стенками различной конфигурации винтового ротора. Таким образом, частицы рабочих сред и обрабатываемые детали взаимодействуют друг с другом и со стенками винтового ротора, что повышает интенсивность обработки и расширяет технологические возможности.

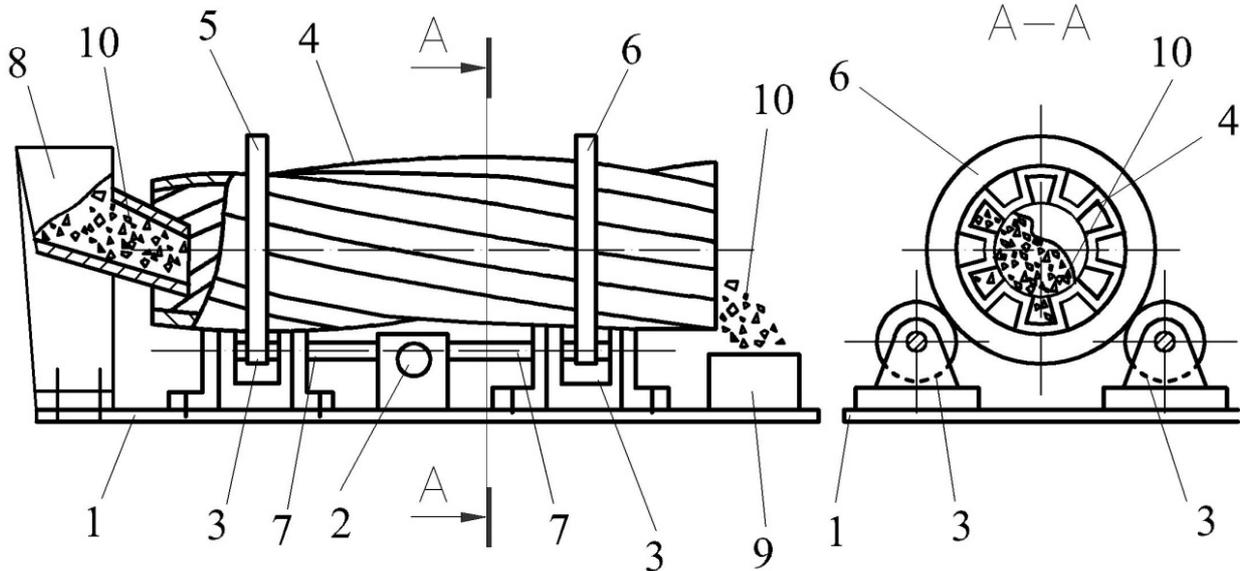


Рис. 1. Типовая схема станка для отделочно-зачистной и упрочняющей обработки деталей на базе винтовых роторов: 1 – станина; 2 – привод главного движения; 3 – роликовые опоры; 4 – винтовой ротор; 5, 6 – обод; 7 – вал, на котором закреплены роликовые опоры; 8 – средство для загрузки; 9 – бункер для приема обработанных деталей и частиц рабочих сред; 10 – обработанные детали и частицы рабочих сред

На рис. 2 представлены поперечные сечения и наглядные изображения винтовых роторов, которые мы рекомендуем для обработки деталей машин малой жесткости, выполненные в программе Компас-3D.

Результаты экспериментальных исследований показали, что скорость перемещения обрабатываемых деталей и частиц рабочих сред от загрузки к выгрузке в таких винтовых роторах может быть определена зависимостью в виде полинома:

$$V_n = A_0 \cdot (\omega^4 + B_1 \cdot \omega^3 + B_2 \cdot \omega^2 + B_3 \cdot \omega + B_4),$$

где A_0 – поправочный коэффициент, зависящий от K_V , m_1 , m_2 ; B_1, B_2, B_3, B_4 – коэффициенты, характеризующие конструктивные особенности винтовых роторов; m_1 – масса обрабатываемых деталей; m_2 – масса частиц рабочих сред; K_V – коэффициент заполнения внутренней полости винтового ротора, $K_V = V_m / V_{p.c}$; V_m – объем масс деталей и частиц рабочих

сред, загруженных во внутреннюю полость винтового ротора; $V_{p.c}$ – объем внутренней полости винтового ротора; ω – угловая скорость вращения винтового ротора.

Станок снабжен сменными винтовыми роторами с различными конструктивными особенностями, т.е. различной формы (рис. 2).

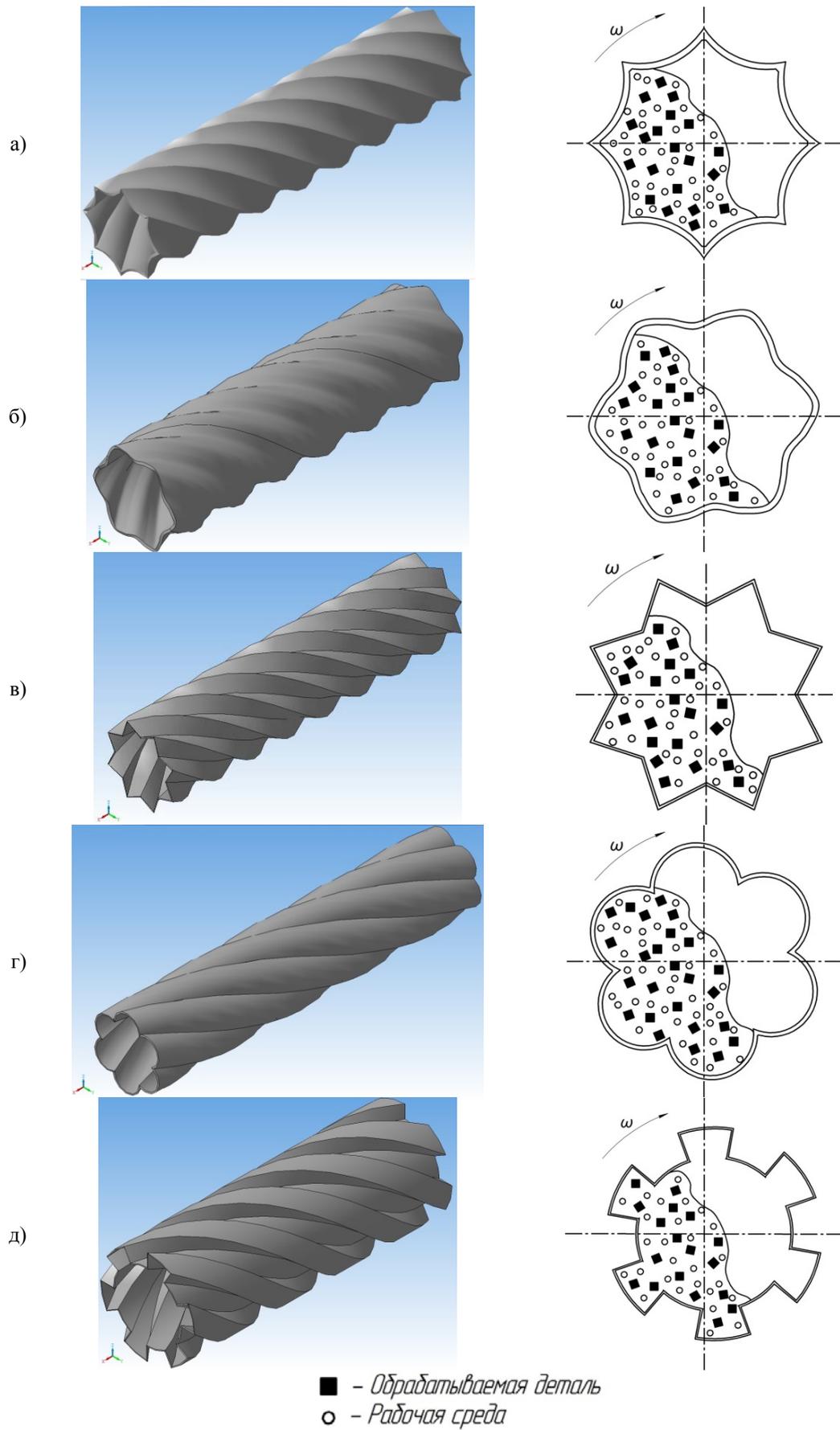


Рис. 2. Поперечное сечение и наглядное изображение винтовых роторов с различной конфигурацией внутренней поверхности: а – вогнутый; б – волнообразный; в – треугольный; г – выпуклый; д – многогранный

Заключение

В результате проведенных исследований:

– представлены совершенствованные рабочие органы станков для отделочно-зачистной и упрочняющей обработки деталей, выполненные в программе Компас-3D;

– предложена формула для определения скорости перемещения обрабатываемых деталей и частиц рабочих сред в винтовых роторах от загрузки к выгрузке;

– представлены поперечные сечения и наглядные изображения винтовых роторов, рекомендуемые для обработки дета-

лей машин малой жесткости, выполненные в программе Компас-3D.

В зависимости от жесткости обрабатываемых деталей рекомендуется рабочий орган станка для отделочно-зачистной и упрочняющей обработки деталей машин выполнять:

1) для деталей большой жесткости - с поперечным сечением треугольной или многогранной формы (рис. 2в, д);

2) для деталей малой жесткости - с поперечным сечением вогнутой, волнообразной или полукруглой формы (рис. 2а, б, г).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Серга, Г.В. Внедрение идеологии Л.Н. Кошкина в виброупрочняющие технологии на примере винтовых роторов / Г.В. Серга, В.А. Лебедев // Вестник РГТУ им. П.А. Соловьева. - Рыбинск, 2017. - № 2 (41). - С. 126-132.
2. Lebedev, V.A. Increase of efficiency of finishing-cleaning and hardening processing of details based on rotor-screw technological systems / V.A. Lebedev, G.V. Serga, A.V. Khandozhko // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.
3. Серга, Г.В. Оборудование на базе винтовых роторов в машиностроении / Г.В. Серга, Э.А. Хвостик // Вестник Брянского государственного технического университета. - 2018. - № 3 (64). - С. 4-9.
4. Серга, Г.В. Исследование возможности применения низкочастотных колебаний с большой амплитудой для сепарации сыпучих сред / Г.В. Серга, Э.А. Хвостик, М.Э. Делок // Прогрессивные технологии и системы машиностроения. - Донецк, 2018. - № 1 (60). - С. 62-67.
5. Серга, Г.В. Оборудование для мойки сыпучих материалов и абразивных сред с амплитудой движения свыше 500 мм / Г.В. Серга, Э.А. Хвостик, Н.Н. Кузнецова, И.И. Табачук // Вестник Брянского государственного технического университета. - 2018. - № 2 (63). - С. 38-43.
6. Пат. 2228252 Российская Федерация, МПК В 24 В 31/06. Устройство для вибрационной обработки длинномерных деталей / А.П. Ба-

бичев, И.А. Бабичев, Г.В. Серга; заявитель и патентообладатель Кубанский государственный аграрный университет. - № 2002135225/02; заявл. 25.12.02; опубл. 10.05.04, Бюл. № 13.

7. Пат. 2228252 Российская Федерация, МПК В 24 В 31/06. Устройство для абразивной обработки деталей / Г.В. Серга, Л.Н. Луговая, И.И. Табачук; заявитель и патентообладатель Кубанский государственный аграрный университет. - № 121168/02; заявл. 22.10.96; опубл. 20.06.98, Бюл. № 17.
8. А.с. 1433774 Российская Федерация, МПК В 24 В 31/02. Устройство для галтовки / Г.В. Серга; Армавирский государственный педагогический институт. - № 4234030; заявл. 08.03.87; опубл. 30.10.88, Бюл. № 40.
9. Пат. 2613268 Российская Федерация, МПК В24В 31/02, В24В 31/06. Установа для отделочно-упрочняющей обработки / Г.В. Серга, А.Ю. Забугин, М.С. Серга; Кубанский государственный аграрный университет. - № 2015147829; заявл. 06.11.15; опубл. 15.03.17, Бюл. № 8.
10. Пат. 2591934 Российская Федерация, МПК В24В 31/02, В24В 31/073. Устройство для отделочно-упрочняющей обработки / Г.В. Серга, А.Н. Иванов, М.С. Серга; Кубанский государственный аграрный университет. - № 2015116055; заявл. 27.04.15; опубл. 20.07.16, Бюл. № 20.

1. Serga, G.V. Koshkin ideology introduction in vibration strengthening technologies by example of screw rotors / G.V. Serga, V.A. Lebedev // *Bulletin of Soloviyov STU of Rybinsk*. - Rybinsk, 2017. - No.2 (41). - pp. 126-132.
2. Lebedev, V.A. Increase of efficiency of finishing-cleaning and hardening processing of details based on rotor-screw technological systems / V.A. Lebe-

dev, G.V. Serga, A.V. Khandozhko // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.

3. Serga, G.V. Equipment based on screw rotors in mechanical engineering / G.V. Serga, E.A. Khvostik // *Bulletin of Bryansk State Technical University*. - 2018. - No.3(64). - pp. 4-9.
4. Serga, G.V. Analysis of possibility to use low-frequency oscillations with high amplitude for loose medium separation / G.V. Serga, E.A. Khvostik,

- M.E. Delok // *Efficient Technologies and Systems of Mechanical Engineering*. – Donetsk, 2018. – No.1(60). – pp. 62-67.
5. Serga, G.V. Equipment for washing bulk materials and abrasive media with motion amplitude above 500mm / G.V. Serga, E.A. Khvostik, N.N. Kuznetsova, I.I. Tabachuk // *Bulletin of Bryansk State Technical University*. – 2018. – Np.2(63). – pp. 38-43.
6. Pat. 2228252 the Russian Federation, IPC B 24 B 31/06. *Device for Vibration Treatment of Long Parts* / A.P. Babichev, I.A. Babichev, G.V. Serga; applicant and patent holder: Kuban State Agricultural University. - No.2002135225/02; applied 25.12.02; published 10.05.04, Bull. No.13.
7. Pat. 2228252 the Russian Federation, IPC B 24 B 31/06. *Device for Parts Abrasive Processing* / G.V. Serga, L.N. Lugovaya, I.I. Tabachuk; applicant and patent holder: Kuban State Agricultural University. – No.121168/02; applied 22.10.96; published 20.06.98, Bull. No.17.
8. A.C. 1433774 the Russian Federation, IPC B 24 B 31/02. *Device for Tumbling* / G.V. Serga; Armavir State Pedagogical Institute. – No. 4234030; applied 08.03.87; published 30.10.88, Bull. No.40.
9. Pat. 2613268 the Russian Federation, IPC B24B 31/02, B24B 31/06. *Plant for Finishing Strengthening Processing* / G.V. Serga, A.Yu. Zabugin, M.S. Serga; Kuban State Agricultural University. – No. 2015147829; applied 06.11.15; published 15.03.17, Bull. No.8.
10. Pat. 2591934 the Russian Federation, IPC B24B 31/02, B24B 31/073 *Device for Finishing-Strengthening Processing* / G.V. Serga, A.N. Ivanov, M.S. Serga; Kuban State Agricultural University. – No.2015116055; applied 27.04.15; published 20.07.16, Bull. No.20.

Статья поступила в редакцию 6.06.18.

*Рецензент: д.т.н., профессор Донского государственного
технического университета*

Тамаркин М.А.

Статья принята к публикации 14.08.18.

Сведения об авторах:

Серга Георгий Васильевич, д.т.н., профессор, зав. кафедрой НГиГ Кубанского государственного аграрного университета им. И.Т. Трубилина, e-mail: serga-georgy@mail.ru.

Белокур Кирилл Алексеевич, к.т.н., доцент, декан землеустроительного факультета Кубанского госу-

Serga Georgy Vasilievich, Dr. Sc. Tech., Prof., Head of the Dep. "NG&G", Trubilin State Agricultural University of Kuban, e-mail: serga-georgy@mail.ru.

Belokur Kirill Alexeevich, Can. Sc. Tech., Assistant Prof., Dean of the Faculty "Land-Utilization", Trubilin State Agricultural University of Kuban,

дарственного аграрного университета им. И.Т. Трубилина.

Хвостик Эдуард Андреевич, магистрант Кубанского государственного аграрного университета им. И.Т. Трубилина, e-mail: e.a.hvostik@gmail.com.

Khvostik Eduard Andreevich, Master degree student, Trubilin State Agricultural University of Kuban, e-mail: e.a.hvostik@gmail.com.