

Список цитируемых источников

1. D.E. Clark, D.C. Folz, J.K. West, Processing materials with microwave energy, *Mater. Sci. Eng. A*. 287 (2000) 153—158.
2. E.T. Thostenson, T.W. Chou, Microwave processing: fundamentals and applications, *Composites: Part A*. 30 (1999) 1055—1071.
3. S.G. Kalganova, M.Yu. Morozova, The use of the nonthermal effect of microwave electromagnetic oscillations for modifying polycapromamide fibres, *Elektrichestvo*. 5 (2004) 44—46.
4. G.S. Baronin, D.O. Zavrzhin, A.G. Popov, M.S. Tolstykh, Effect of microwave radiation on the formation of structure and mechanical properties of modified polymer-carbon materials in solid extension, *Belgorod State Univ. Sci. bull.: Math. & Phys.* 11 (2011) 123—128.
5. J. Jacob, L.H.L. Chia, F.Y.C. Boey, Microwave polymerization of poly(methyl acrylate): conversion studies at variable power, *J. Appl. Polym. Sci.* 63 (1997), 787—797.
6. F.Y.C. Boey, B.H. Yap, L.H.L. Chia, Microwave curing of epoxy-amine system: effect of curing agent on the rate enhancement, *Polym. Test.* 18 (1999) 93—109.
7. H.S. Ku, F. Siu, E. Siores, J.A.R. Ball, Variable frequency microwave (VFM) processing facilities and application in processing thermoplastic matrix composites, *J. Mater. Process. Technol.* 139 (2003) 291—295.
8. D.V.D.V. James, A.G. Erdman, Hot pin welding of thin poly(vinyl chloride) sheet, *J. Vinyl Addit. Technol.* 47 (2007) 110—115.

УДК 621.3:629.7

Н. А. Шустол

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи, Республика Беларусь

Научные руководители

Е. В. Розогина, Т. Я. Богданова

ПОДБОР ВАКУУМНОГО НАСОСА ДЛЯ ВАКУУМНОЙ СИСТЕМЫ ФИКСАЦИИ ЗАГОТОВОК ОБРАБАТЫВАЮЩЕГО ЦЕНТРА ROVER A-S 1332

Введение. Вакуумные системы фиксации заготовок играют ключевую роль в современных обрабатывающих центрах, обеспечивая точность и надежность обработки. Однако на станке с ЧПУ ROVER A-S 1332 все еще используется устаревшая система с механическими зажимами, что ограничивает его производительность и гибкость [1]. Для повышения эффективности было принято решение модернизировать систему фиксации, внедрив вакуумные присоски. Для работы такой системы требуется вакуумный насос, который будет обеспечивать необходимый уровень вакуума для стабильной работы присосок. При правильно выбранном насосе будет обеспечена оптимальная мощность и производительность системы для надежной фиксации заготовок различных размеров и форм во время их обработки.

Основная часть. Вакуумный насос — это устройство, предназначенное для создания и поддержания пониженного давления, удаляя молекулы газа или воздуха из закрытого пространства [2, с. 220]. Вакуумный насос в разработанной системе фиксации заготовок создает пониженное давление, удаляя воздух из пространства между вакуумной присоской и заготовкой, что приводит к плотному прижатию материала к рабочей поверхности. Это обеспечивает надежную фиксацию заготовки на обрабатывающем центре, позволяя выполнять механическую обработку с высокой точностью.

Подбор насоса осуществляется по мощности ($P_{\text{насоса}}$), так как от неё зависит способность насоса эффективно поддерживать необходимый уровень вакуума, учитывая скорость натекания газа и объём системы. Недостаточная мощность может привести к неспособности насоса поддерживать нужное давление, что снижает эффективность работы системы фиксации. Требуемую для работы вакуумной системы обрабатывающего центра ROVER A-S 1332 мощность насоса можно рассчитать по следующей формуле:

$$P_{\text{насоса}} = \frac{S}{\eta}, \quad (1.1)$$

где S — скорость откачки, по которой определяют эффективность вакуумного насоса;

η — коэффициент полезного действия (КПД) насоса, так как фактическая мощность учитывает потери энергии при работе.

Скорость откачки (S) — это объём газа, который насос может удалить из системы за единицу времени. Рассчитывается данная величина по следующей формуле:

$$S = \frac{Q}{P_0 - P}, \quad (1.2)$$

где Q — скорость натекания, характеризующая объём газа, поступающего из вакуумной камеры к вакуумному насосу за единицу времени;

P — требуемое давление вакуума, принимаемое по ГОСТ 34252-2017 [3];

$P_0 = 1013$ мбар — атмосферное давление.

В разработанной вакуумной системе скорость натекания будет равна:

$$Q = V \cdot P, \quad (1.3)$$

где: V — объём рабочей зоны.

Вакуумные присоски расположены в рамках рабочей зоны длиной $X = 3280$ мм, шириной $Y = 1320$ мм и высотой $Z = 170$ мм. Соответственно, объём рабочей зоны будет равен:

$$\begin{aligned} X &= 3,280 \text{ м}, Y = 1,320 \text{ м}, Z = 0,170 \text{ м}, \\ V &= X \cdot Y \cdot Z = 3,280 \cdot 1,320 \cdot 0,170 = 0,74592 \text{ м}^3. \end{aligned} \quad (1.4)$$

Вз вакуумной камеры будет натекать $0,74592 \text{ м}^3$ воздуха под давлением вакуума $P = 4540$ мБар (согласно ГОСТ 34252-2017). Скорость натекания в разработанной вакуумной системе будет равна:

$$Q = 0,74592 \cdot 4540 = 3386,4768 \frac{\text{М}^3}{\text{ч}}. \quad (1.5)$$

Соответственно, скорость откачки будет равна:

$$S = \frac{3386,4768}{1013 - 200} = 4,1654 \frac{\text{М}^3}{\text{ч}}. \quad (1.6)$$

Согласно ГОСТ 34252-2017, принимаем КПД насоса $\eta = 0,7$.

Таким образом, становится возможным рассчитать необходимую мощность вакуумного насоса для разработанной системы фиксации заготовок [4, с. 47-95]:

$$P_{\text{насоса}} = \frac{4,1654}{0,7} = 5,9505 \text{ кВт}. \quad (1.7)$$

Долговечность и стабильность работы вакуумных насосов также критически важны, поэтому при подборе следует обращать внимание на материалы и точность сборки. Также важно учитывать уровень ремонтпригодности и доступность запчастей для поддержания рабочего состояния системы.

Несмотря на активную политику импортозамещения в Союзном государстве России и Беларуси, зарубежные вакуумные насосы по-прежнему имеют более высокое качество и конкурентную цену за счёт оставшихся запасов на складах, что делает их привлекательными для покупателей.

Среди производителей вакуумных насосов выделяются Becker, особенно серия VTFL, известная высоким качеством сборки, надёжностью и энергоэффективностью. Эти насосы обеспечивают стабильную работу в самых разных промышленных условиях и широко применяются благодаря их эффективности и длительному сроку службы.

С учетом рассчитанных данных, подходящим насосом является Becker VTFL 2.250/0-79, представленный на рисунке 1. Его максимальная мощность составляет 6,4 кВт, что более чем достаточно для обеспечения эффективной работы вакуумной системы для фиксации изделий на станке ROVER A-S 1332 [5].

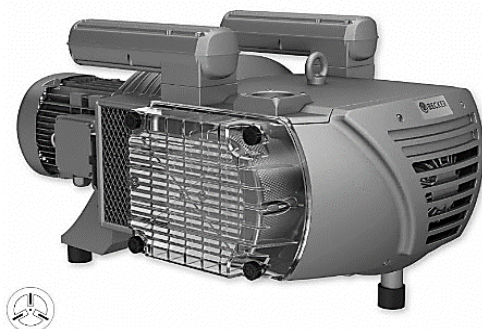


Рисунок 1 — Вакуумный насос Becker VTFL 2.250/0-79

Заключение. Был выбран насос Becker VTLF 2.250/0-79, так как его оптимальная мощность и высокое качество сборки позволяет достичь необходимых параметров вакуума, что, в свою очередь, способствует стабильной фиксации заготовок различных форм и размеров. Это улучшение не только повысит производительность станка, но и обеспечит долгосрочную эксплуатацию системы в условиях современного производства.

Список цитируемых источников

1. ROVER A S [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://pl-techno.ru/derevo/obrabatyvayuwie_centry_s_chpu/obrabatyvayuwie_centry_biesse/rover_a_s/?ysclid=lwv1yrkxs3870849768. — Дата доступа: 28.09.2024.
2. *Петров, П. П.* Вакуумные насосы и их применение в промышленности / П. П. Петров. — Санкт-Петербург, Издательство «Машиностроение», 2018. — 220 с.
3. База ГОСТ Р — национальные стандарты РФ [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://rosgosts.ru/blog/gost-34252-2017>. — Дата доступа: 28.09.2024.
4. *Иванов, В. И.* Вакуумная техника учебное пособие / В. И. Иванов. — Санкт-Петербург, Университет ИТМО, 2016. — 47—95 с.
5. VTLF 2.250 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.becker-international.com/de/en/products/vacuum-pumps/rotary-vane-vacuum-pumps-oil-free/vtlf2.250.htm>. — Дата доступа: 28.09.2024.