

материала, но и развивает у студентов критическое мышление и творческий подход к решению научных задач.

### **Список литературы**

1. Bergmann J., & Sams A. (2012). Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day. International Society for Technology in Education.

2. Hew K. F., & Brush T. (2007). Integrating technology into K-12 teaching and learning: Current knowledge gaps and recommendations for future research. Educational Technology Research and Development, 55(3), 223-252.

3. Невзорова, А. Б. Выбор веб-сервиса для создания цифрового образовательного мероприятия/ А. Б. Невзорова, Н. С. Горошко// Цифровая трансформация. – 2020. – № 4 (13). – С. 34–43. <https://doi.org/10.38086/2522-9613-2020-4-34-4/>

4. Невзорова, А. Б. Философские и социально-гуманитарные аспекты высшего инженерного образования: монография / А. Б. Невзорова, Е. Г. Кириченко, А. Б. Бессольнов; Министерство транспорта и коммуникаций Республики Беларусь, Белорусский государственный университет транспорта. – Гомель: БелГУТ, 2016. – 242 с.

## **ВАКУУМНЫЕ СИСТЕМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

**Тиханкова И.Д.** (студент, гр. ГА-11)

*Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого,  
г. Гомель, Республика Беларусь*

**Актуальность:** Вакуумные системы эффективно применяются в автоматизированных сборочных линиях для перемещения хрупких изделий различных габаритов – от малых по размеру электронных компонентов до стеклянных пластин или транспортировки и удержания в определенном положении и других целей [1].

**Цель работы** – исследование вакуумного оборудования с целью автоматизации технологических процессов.

**Результат работы:** В терминах пневматической технологии под вакуумом понимают область, свободную от окружающей атмосферы (давление в которой ниже атмосферного, равного  $p_a = 0,1033$  МПа).

Рассмотрены два основных метода получения вакуума: посредством вакуумных насосов, и используя эжекторы, которые создают вакуум благодаря кинетической энергии сжатого воздуха [2,3]. Первый метод относительно дорого, но эффективен для создания глубокого вакуума в больших объемах. В последнее время распространение получили лопастные, винтовые и кулачковые вакуум-насосы, среди которых можно отметить пластинчато-роторные маслоуплотненные и абсолютно сухие насосы, а также сухие ротационно-

кулачковые насосы фирмы «BUSCH», винтовые фирмы «KAESER», пластинчато-роторные (лопастные) маслоуплотняемые насосы модели RA 0063 E. Производительность насосов до 500 м<sup>3</sup>/час, при наличии соответственно электропривода мощностью до 9,2 кВт. Развиваемый вакуум: -0,097; -0,09 или -0,08 МПа. Исследованы характеристики экологически безопасных насосов серии Mink MI 1252 BV и SECO SV 1025 C. Вакуум-насосы этой же фирмы серии Mink MI 1252 BV характеризуется тем, что элементы механизма откачки представляют собой ротационные зубья-кулачки (роторы Рутса или когтеобразные роторы), смонтированные в корпусе, образуют камеру сжатия. Являясь сухим и экологически чистым оборудованием, они имеют низкое энергопотребление, малые габариты, высокую надежность в работе (около 24000 часов без обслуживания).

Работа абсолютно сухих пластинчато-роторных вакуумных насосов серии SECO SV 1025 C фирмы "BUSCH" обеспечивается за счет использования антифрикционных самосмазывающихся материалов, из которых изготовлены рабочие лопатки. Такие лопатки, изготовленные из твердых углеграфитных или менее твердых смольносвязанно-графитных полимерных композитов, при вращении ротора скользят всухую по чугунным гильзам, обеспечивая непрерывный цикл откачки [4]. Сухое трение позволяет исключить применение масел вообще, что делает насосы простыми как конструктивно, так и в изготовлении – за счет исключения всех фильтрационных и масло-рециркуляционных объемов и устройств. Экологическая безвредность насосов обеспечивается фильтром всасывания, фильтром выхлопа (версия компрессора) и клапаном-глушителем выхлопа [5].

Такие модели насосов удобно вписываются в современные производственно-технологические системы с ЧПУ с общим управлением от ПЭВМ или свободно программируемых контроллеров.

Рассмотрены типовые схемы вакуумной системы рис. 1 с питанием от эжектора (а) и вакуум-насоса (б).

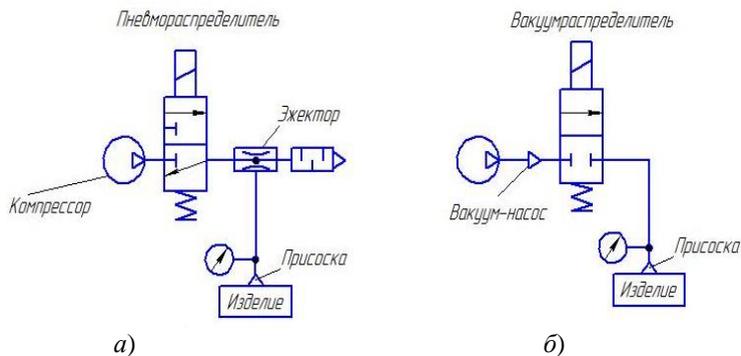


Рисунок 1

Описан алгоритм выбора вакуумного оборудования который состоит из двух основных этапов: выбор присоски, который заключается в определении теоретической подъемной силы и расчета диаметра присоски; выбор вакуумной аппаратуры, включающий расчет продолжительности откачки, определение величины утечки, выбор эжектора и вакуум-распределителя.

**Вывод:** В работе выполнен обзор оборудования для создания вакуума в автоматизированных приводах технологических машин, приведены схемотехнические решения установок, их основные характеристики.

**Благодарность.** Выражаю признательность и благодарность научному руководителю Кульгейко Г.С., старшему преподавателю, за консультацию и помощь при проведении данного исследования.

#### **Список литературы.**

1 Васильев Ю.К., Нестеров С.Б. Современные тенденции развития вакуумной техники. // Вакуумная техника и технология. – 2009. – т.19, №3. – с.133–138.

2. Кульгейко, Г. С. Методика выбора параметров шероховатости поверхностей высокоточных деталей / Г. С. Кульгейко, Е. М. Голубчикова, А. Д. Дещеня // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе – сегодня и завтра : сборник научных статей 6-ой международной научно-практической конференции, Гомель, 2 ноября 2022 года / Научно-технический центр комбайностроения ОАО «Гомсельмаш». – Гомель : НТЦК ОАО «Гомсельмаш», 2022. – С. 108-113.

3. Нестеров С.Б., Романько В.А., Андросов А.В. Области применения вакуумной техники. – М.: ОМР. ПРИНТ, 2009.

4. Кульгейко, М. П. К вопросу о возможности реализации совмещенной технологии магнитно-электрических способов обработки / М. П. Кульгейко, Н. М. Симанович, Г. С. Кульгейко // Вестник Белорусско-Российского университета. – 2022. – № 1. – С. 31–38.

5. Чернин, Р. И. Компьютерное моделирование прочности прессового соединения цельнокатаного колеса с осью колесной пары вагона с учетом отклонений макрогеометрии сопрягаемых поверхностей и скорости движения вагона / Р. И. Чернин, А. В. Путято // Вестник Гомельского государственного технического университета имени П. О. Сухого. – 2025. – № 3 (102). – С. 28–36. – DOI 10.62595/1819-5245-2025-3-28-36