

мерного движения воздуха по салону с регламентированными стандартами скоростями следует использовать комбинированную или принудительную систему вентиляции.

Библиографические ссылки

1. *Евграфов А. Н.* Аэродинамика автомобиля : учеб. пособие. – М. : МГИУ, 2010. – 356 с.
2. *Михайловский Е. В.* Аэродинамика автомобиля. – М. : Машиностроение, 1973. – 224 с.

3. *Юн А. А.* Теория и практика моделирования турбулентных течений : монография. – М. : Либроком, 2009. – 272 с.

4. ГОСТ 12.1.005–88. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны [введ. 1989–01–01]. – М. : Изд-во стандартов, 1988. – 48 с.

5. ГОСТ Р 50993–96. Автотранспортные средства. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования. Требования к эффективности и безопасности [введ. 1996–09–12]. – М. : Изд-во стандартов, 1997. – 11 с.

B. Ya. Benderskiy, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University
R. A. Petrov, Post-graduate, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Investigation of Velocity and Temperature Indicators During Ventilation of Bus Cabin

The article deals with modeling of bus interior ventilation. The results of calculating the velocity and temperature, the influence of the bus speed and the number of open windows are described. The estimation of hydrodynamic flow parameters for compliance to standards is given.

Key words: bus, cabin, ventilation, flow structure, velocity, temperature.

УДК 621.7.06

И. С. Алечников, кандидат технических наук, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

А. Э. Пушкарев, доктор технических наук, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Л. А. Пушкарева, кандидат педагогических наук, доцент, Камский институт гуманитарных и инженерных технологий, Ижевск

КЛАССИФИКАЦИЯ И СИНТЕЗ МЕХАНИЗМОВ СЪЕМА РОТОРНОЙ ЛИНИИ

Установлены классификационные признаки и создана классификация механизмов съема автоматической роторной линии. Предложены наиболее перспективные схемы механизмов съема. Установлено, что наиболее рациональным является рычажный электромеханический съемник. Определены параметры синтезированного механизма.

Ключевые слова: классификация, синтез механизмов, роторная линия.

Автоматические роторные линии широко применяются в современной промышленности для производства различных изделий. В последнее время появились новые задачи проектирования роторных линий и их механизмов, связанные с модернизацией существующих роторных линий. Одним из направлений уменьшения затрат времени на контроль изделий и технического состояния инструмента и оборудования роторной линии между операциями обработки или сборки на транспортных роторах или передающих устройствах является применение автоматических механизмов выборочного контроля. Контрольные механизмы как материальный элемент, входящий в состав роторной линии, вносят значительный вклад в фактическую производительности роторной линии (до 10 %) и отвечают за 40 % внецикловых потерь времени.

Особенно актуальна в последнее время проблема создания методов анализа и синтеза структурных схем и параметров съемных механизмов, работающих в зонах смены уровня русла, имеющих повы-

шенное быстродействие и исключающих повреждение деталей и заготовок.

Механизмы съема классифицируются по следующим основаниям: по наличию или отсутствию связи с роторной линией, уровню автоматизации (автоматический или неавтоматический механизм), виду механизма (с низшими или высшими кинематическими парами: рычажный, кулачковый, зубчатый, фрикционный; без трансмиссии), расположению механизма съема относительно русла роторной линии (радиальный, тангенциальный, осевой). Классификация съемных механизмов роторной линии представлена в табл. 1.

Методика синтеза структурных схем съемных механизмов роторной линии, основанная на их функционально-структурной модели [1, 2] и их классификации, состоит из следующих этапов.

1. На первом этапе на основе функционально-структурной модели и классификации механизмов съема синтезируется ряд новых структурных схем. Данный этап проходит в три шага.

1.1. Для синтезируемого механизма на основе функционально-структурной модели и классификации выбираются виды структурных элементов, соответствующие классификационной ячейке: привод, механизм кинематической связи с ротором линии, выбрасыватель, трансмиссия. Основное внимание при структурном синтезе уделяется приводу и выбрасывателю – структурным элементам, выполняющим основные функции ОФ1 и ОФ2, а также функции III уровня [2].

1.2. Рассматривается вариант интеграции структур съемного механизма с роторной линией. В частности, при синтезе механизма выборочного съема возможно совмещение нескольких функций в одной структуре.

Например, кулачок транспортного ротора, выполняющий функцию поворота заготовки, может в то же время выполнять функцию приведения в действие выбрасывателя съемного механизма. В таком случае для работы механизма съема будет задействован двигатель линии и объемный кулачок транспортного ротора.

1.3. Выбираются структурные элементы на основе функционально-структурных моделей съемного механизма и роторной линии по наибольшему вкладу в выполняемую ими функцию [2].

2. На втором этапе проводится анализ эффективности всего ряда синтезированных и существующих структурных схем. Выбирается структурная схема с наивысшей суммарной оценкой.

Таблица 1. Классификация механизмов съема роторной линии

				Тип механизма				
				рычажный	кулачковый	зубчатый	фрикционный	без трансмиссии
С кинематической связью с АРЛ	инерционный	автомат.	рад.	М 1.1 х	М 2.1 с	М 3.1 с	М 4.1 х	М 5.1 х
			тан.	М 1.2 х	М 2.2 с	М 3.2 с	М 4.2 х	М 5.2 х
			ос.	М 1.3 х	М 2.3 с	М 3.3 с	М 4.3 х	М 5.3 х
		неавтомат.	рад.	М 1.4 х	М 2.4 с	М 3.4 с	М 4.4 х	М 5.4 х
			тан.	М 1.5 х	М 2.5 с	М 3.5 Н	М 4.5 х	М 5.5 х
			ос.	М 1.6 х	М 2.6 с	М 3.6 с	М 4.6 х	М 5.6 х
	нейнерционный	автомат.	рад.	М 1.7 х	М 2.7 Н	М 3.7 с	М 4.7 с	М 5.7 х
			тан.	М 1.8 х	М 2.8 с	М 3.8 с	М 4.8 с	М 5.8 х
			ос.	М 1.9 х	М 2.9 с	М 3.9 с	М 4.9 с	М 5.9 х
		неавтомат.	рад.	М 1.10 х	М 2.10 Н	М 3.10 с	М 4.10 с	М 5.10 х
			тан.	М 1.11 х	М 2.11 с	М 3.11 с	М 4.11 с	М 5.11 х
			ос.	М 1.12 х	М 2.12 с	М 3.12 с	М 4.12 с	М 5.12 х
Без кинематической связи с АРЛ	инерционный	автомат.	рад.	М 1.13 с	М 2.13 с	М 3.13 с	М 4.13 х	М 5.13 с
			тан.	М 1.14 с	М 2.14 с	М 3.14 с	М 4.14 х	М 5.14 с
			ос.	М 1.15 с	М 2.15 с	М 3.15 с	М 4.15 х	М 5.15 с
		неавтомат.	рад.	М 1.16 с	М 2.16 с	М 3.16 с	М 4.16 х	М 5.16 с
			тан.	М 1.17 С	М 2.17 с	М 3.17 с	М 4.17 х	М 5.17 с
			ос.	М 1.18 с	М 2.18 с	М 3.18 с	М 4.18 х	М 5.18 с
	нейнерционный	автомат.	рад.	М 1.19 П	М 2.19 Н	М 3.19 Н	М 4.19 с	М 5.19 с
			тан.	М 1.20 Н	М 2.20 с	М 3.20 с	М 4.20 с	М 5.20 с
			ос.	М 1.21 с	М 2.21 с	М 3.21 с	М 4.21 с	М 5.21 с
		неавтомат.	рад.	М 1.22 с	М 2.22 с	М 3.22 с	М 4.22 с	М 5.22 с
			тан.	М 1.23 с	М 2.23 с	М 3.23 с	М 4.23 с	М 5.23 с
			ос.	М 1.24 с	М 2.24 с	М 3.24 с	М 4.24 с	М 5.24 с
Обозначения в таблице: М ij – классификационный индекс структурной схемы механизма; х – реализация структурной схемы в настоящее время невозможна; с – структурная схема съемного механизма существует и применяется; Н – структурная схема съемного механизма является новой; П – на структурную схему съемного механизма получен патент; рад. – съем заготовки производится в радиальном направлении (поперек русла); тан. – съем заготовки производится в тангенциальном направлении (вдоль русла); ос. – съем заготовки производится в осевом направлении (перпендикулярно плоскости русла)								

В табл. 2 приводится фрагмент полной таблицы анализа эффективности различных структурных схем механизмов съема роторной линии. Функции, харак-

терные для всех схем и имеющие одинаковую в процентном соотношении значимость для функционирования устройства, в табл. 2 не отображены. В табл. 2

Окончание табл. 2

Индекс схемы	№ схемы	Значение весового коэффициента k_i функций								Суммарная оценка, $P_j, \%$
		ГФ	ОФ2	ОФ3	Ф12	Ф13	Ф22	Ф23	Ф42	
		0,22	0,10	0,09	0,14	0,08	0,17	0,09	0,11	
Средняя экспертная оценка вклада в функцию $n_{i,j}, \%$										
М 3.20	56	76	84	88	85	82	91	84	76	71
М 3.21	57	94	83	82	85	94	91	83	66	74
М 3.22	58	84	76	87	77	67	86	73	83	70
М 3.23	59	76	67	68	84	81	92	72	71	66
М 3.24	60	65	79	82	81	90	95	73	83	69
...										
М 5.23	83	70	87	84	87	90	66	81	67	65
М 5.24	84	84	98	88	74	98	83	74	68	72

Обозначения в таблице: ГФ – главная функция, ОФ– основная функция, Ф – функция

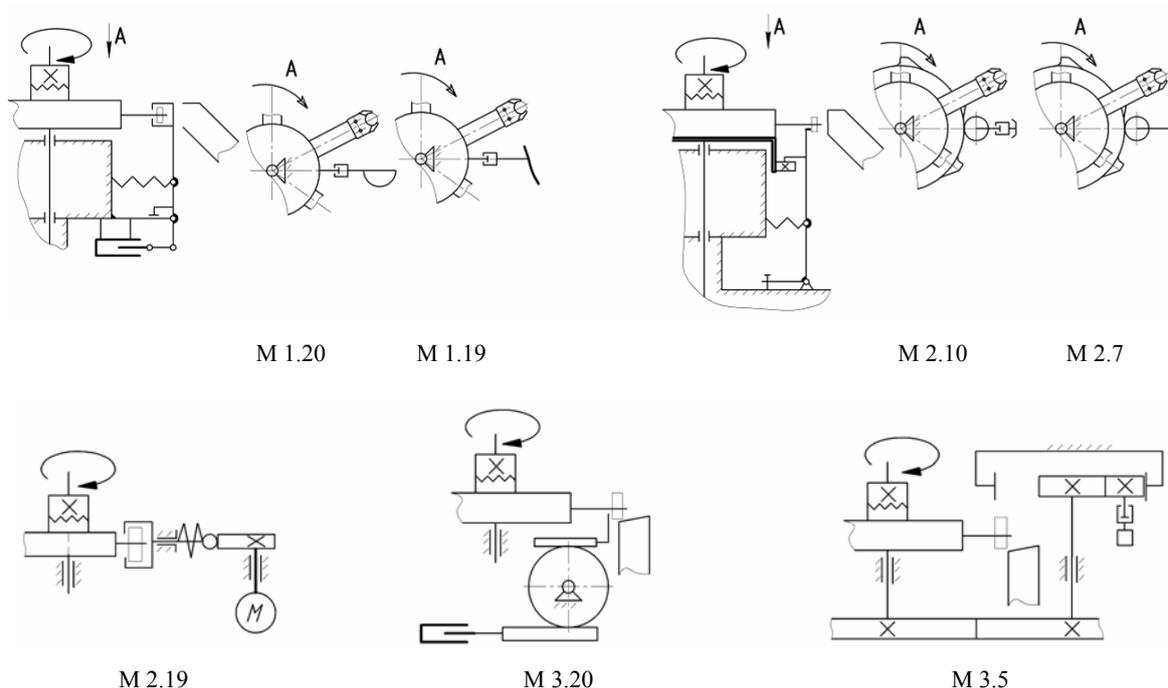


Рис. 1. Синтезированные схемы съемных механизмов (обозначения по табл. 1)

Таблица 3. Средняя суммарная оценка видов съемных механизмов

Вид съемного механизма	Количество механизмов, n	Условное обозначение	Значение средней суммарной оценки, %
Рычажные	12	\bar{P}_p	76
Кулачковые	24	\bar{P}_k	78
Зубчатые	24	\bar{P}_z	71
Фрикционные	12	\bar{P}_ϕ	69
Без трансмиссии	12	\bar{P}_t	67

В результате проведенного анализа выявлено, что наибольшую оценку получил вновь синтезированный механизм М 1.19 ($P = 82 \%$) [3]. Рычажный электромеханический съемник превосходит по ско-

рости срабатывания механизмы с другими приводами, а его совмещение с механизмом счета позволяет максимально упростить механическую часть конструкции. Сравнительно небольшие габариты деталей, составляющих механизм, дают возможность разместить его в ограниченном пространстве (рис. 2).

Тем не менее окончательное решение о выборе той или иной структурной схемы принимается после параметрического синтеза по заданной целевой функции. В качестве целевой функции выбрано относительное время срабатывания выбрасывателя съемного механизма:

$$k_t = \frac{l / \omega R}{S_B / V_B(t)}, \quad (1)$$

где $V_B(t)$ – скорость выбрасывателя; l – длина дуги русла транспортного ротора, на котором производится съем изделия; ω – угловая скорость ротора,

характеристика роторной линии; R – радиус кривизны русла транспортного ротора; S_b – рабочий ход выбрасывателя. Здесь необходимо уточнить, что функция $V_b(t)$ зависит от типа электромагнита, характеристик механизма возврата и длин звеньев рычага съемного механизма. Усилие на электромагните – также переменное и является функцией положения якоря электромагнита: $F = F(x)$.

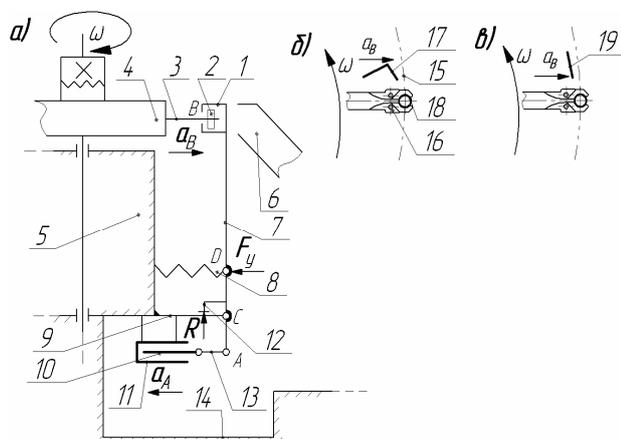


Рис. 2. Рычажный автоматический механизм съема: а – начальное положение механизма, приведенного в движение; б – схема работы улавливателя; в – схема работы выбрасывателя; 1 – улавливатель; 2 – изделие; 3 – клещевой захватный орган; 4 – барабан; 5 – транспортный ротор; 6 – лоток; 7 – рычаг; 8 – пружина сжатия; 9 – кронштейн; 10 – сердечник электромагнита; 11 – электромагнит; 12 – упор; 13 – соединитель; 14 – станина; 15 – русло; 16 – захватный орган; 17 – улавливатель; 18 – изделие; 19 – выбрасыватель

Исходя из требований, предъявляемых к съемным механизмам, сформулированы дополнительные условия синтеза: $\beta \leq [\beta]$, $b \leq [b]$, $k_t \leq 1$, где β – коэффициент динамичности, учитываемый при ударе выбрасывателя и заготовки; $[\beta]$ – допустимый коэф-

фициент динамичности; b – габаритный размер съемного механизма и $[b]$ – расстояние между транспортным ротором и ограждением линии.

Минимальное значение целевой функции (1) можно найти, проанализировав динамику механизма съема. С этой целью создана математическая модель, представленная в работе [4].

Методика параметрического синтеза, основанная на математической модели, позволила получить параметры механизма съема в соответствии с целевой функцией (относительным временем срабатывания механизма k_t) с учетом дополнительных условий синтеза – допускаемой динамической нагрузкой и ограничением по габаритам. Установлено, что синтезированный механизм съема превосходит свои аналоги по относительному времени срабатывания k_t на 38 % и обладает уменьшенным на 20 % коэффициентом динамичности β : $k_t = 0,71$; $\beta = 1,9$.

Таким образом, разработана методика структурно-параметрического синтеза механизмов съема, позволяющих снизить динамические нагрузки на заготовки и внецикловые потери времени при работе роторной линии.

Библиографические ссылки

1. Аленченков И. С., Пушкарев А. Э. Функционально-структурный анализ и синтез механизмов роторной линии // Вестник ИжГТУ. – 2011. – № 2. – С. 7–11.
2. Аленченков И. С., Пушкарев А. Э. Проектирование кинематических схем механизмов роторной линии // Интеллектуальные системы в производстве. – 2012. – № 1. – С. 95–101.
3. Пат. на полезную модель 101435 РФ, МПК В65G 47/82. Устройство конвейерного толкателя / И. С. Аленченков А. Э. Пушкарев. – № 2010118816/11. Заявлено 11.05.2010. – Оpubл. 20.01.2011. – Бюл. № 2.
4. Аленченков И. С., Пушкарев А. Э. Динамическая модель контрольных механизмов роторных линий // Вестник ИжГТУ. – 2012. – № 2. – С. 7–10.

I. S. Alenchenkov, PhD in Engineering, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

A. E. Pushkarev, DSc in Engineering, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

L. A. Pushkareva, PhD in Education, Associate Professor, Kamskiy Institute of Humanitarian and Engineering Technology, Izhevsk

Classification and Synthesis of Rotor Lines Removal Mechanisms

Classification signs are established and classification of removal mechanisms of a rotor line is developed. The most perspective schemes of removal mechanisms are offered. It is established that the most rational is the lever electromechanical removal mechanism. Parameters of the synthesized mechanism are determined.

Key words: classification, synthesis of mechanisms, rotor line.