

УДК 621.7.07

М. А. Волков, аспирант  
 В. Г. Осетров, доктор технических наук, профессор  
 ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

КЛАССИФИКАЦИЯ И ПРИМЕНЯЕМОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПРАВОК

В данной статье рассмотрен вопрос разнообразия технологических оправок, применяемых на операциях механической обработки в цехах промышленных предприятий. Для условий современного производства была представлена классификация технологических оправок по их технологическим признакам, которая раскрывает тип оправок в зависимости от вида установочной поверхности, вида базовой поверхности и типа посадки обрабатываемой детали с установочной поверхностью оправки. Далее в статье приведена логическая таблица выбора оправок в зависимости от параметров применяемости: вид обработки, точность базового отверстия обрабатываемой детали, соотношение длины к диаметру, радиальное и торцевое биение заготовки и вид применяемой оправки. Затем представлен подход создания информационно-поисковой базы данных технологических оправок на основе применения булевых функций. Использование такой базы данных на промышленных предприятиях позволит подбирать тип необходимой технологической оправки на основе синтеза производственных параметров. Так, в статье представлены булевы функции иллицевой оправки с жидким наполнителем и переналаживаемой оправки с полиуретаном, используемые на операции токарной обработки. В завершение представлены булевы функции основных конструкций технологических оправок, выведенные на основе логической таблицы.

**Ключевые слова:** технологическая оправка, классификация, управляющие булевы функции, логическая таблица, применяемость.

В машиностроении используется большое количество различной технологической оснастки, назначение которой – базирование и закрепление детали для выполнения технологических операций [1, 2]. Для обработки заготовок типа тел вращения (кольца, втулки, фланцы) широкое применение получили оправки. В основном они используются на операциях точения и шлифования наружных и внутренних по-

верхностей, а также на операциях контроля технологических параметров детали [3–5]. На основе исследований и анализа технологических оправок на производстве разработана классификация (рис. 1), которая отличается от существующих [6] тем, что в ней отражена связь конструкции оправки с оборудованием и обрабатываемой деталью.

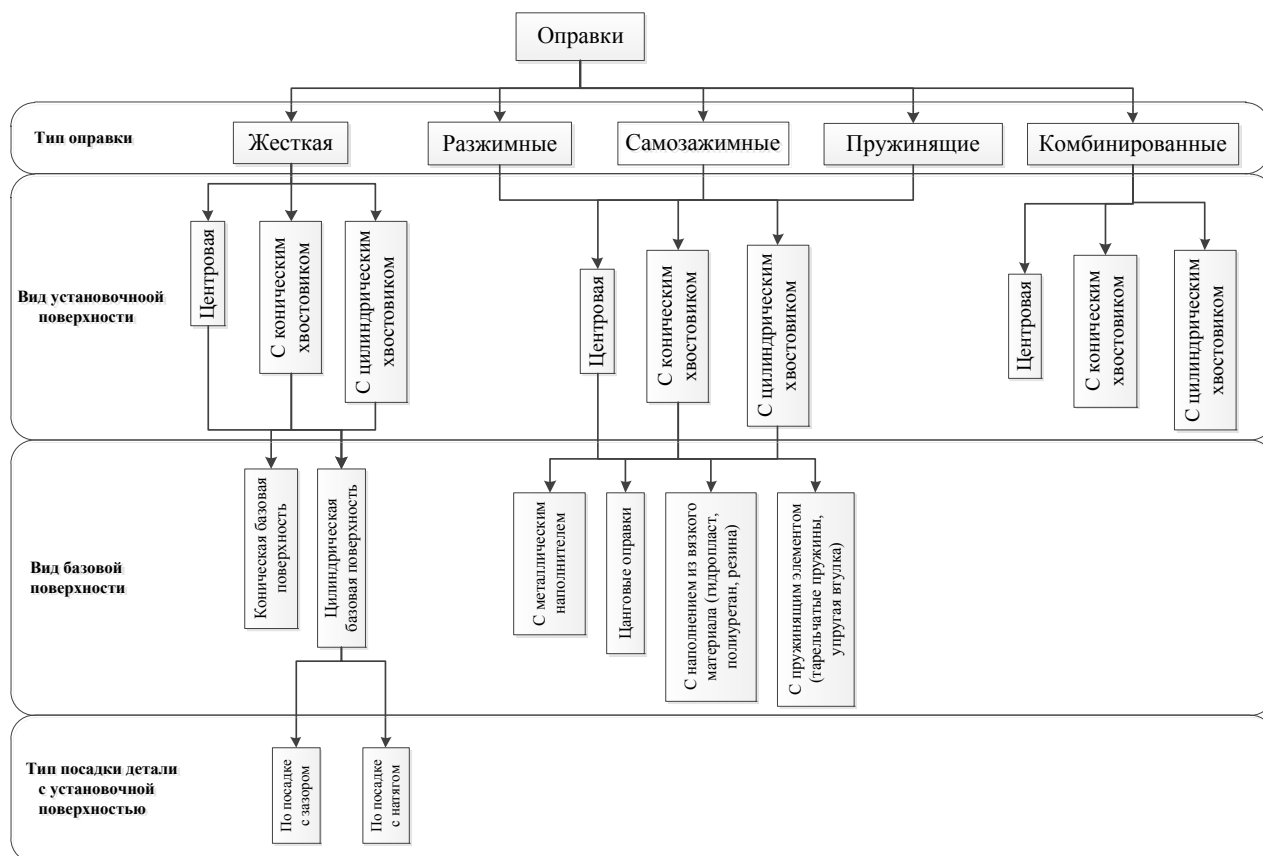


Рис. 1. Классификация оправок

В таблице представлены основные критерии при выборе оправок на технологические операции точе-

ния, шлифования и контроля. Рассмотрен выбор оправок в зависимости от ее вида, технологического

исполнения – с центровыми отверстиями или коническим хвостовиком, вида базирующей поверхности – конусная или цилиндрическая. Исходя из требуемой точности механической обработки детали можно определить тип операции и необходимую к ней технологическую оснастку. Выбранные параметры критериев отбора (точность базового отверстия,

соотношение длины к диаметру –  $l/d$ , радиальное и торцевое биение заготовки) технологических оправок соответствуют деталям машиностроения средней точности.

Ниже представлена логическая таблица выбора оправок для обработки деталей типа тел вращения.

Параметры применяемости			Жесткая									Разжимные, самозажимные и пружинящие							
			Центр.			Кон. Хв.			Цил. Хв.			Центр.				Кон. Хв./Цил. Хв.			
			Конич.	Цил.		Конич.	Цил.		Конич.	Цил.		П	Г	Ц	М	П	Г	Ц	М
				с зазором	с нагигом		с зазором	с нагигом		с зазором	с нагигом								
Вид обработки	1) токарная	$X_1$	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	2) шлифовальная	$X_2$	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
	3) контрольная	$X_3$	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Точность базового отверстия	$\leq 8$ квал.	$X_4$	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1
	$> 8$ квал.	$X_5$	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
Соотношение $l/d$	$\geq 1,2$	$X_6$	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0
	$< 1,2$	$X_7$	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1
Радиальное биение заготовки	$\leq 0,02$	$X_8$	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0
	$> 0,02$	$X_9$	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1
Торцевое биение заготовки	$\leq 0,03$	$X_{10}$	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0
	$> 0,03$	$X_{11}$	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1
Специальная	$X_{12}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Переналаживаемая	$X_{13}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	

*Примечание.* Центр. – оправки с центровыми отверстиями; Кон. хв. – оправки с коническим хвостовиком; Цил. хв. – оправки с цилиндрическим хвостовиком; Цил. – цилиндрическая базирующая поверхность; Конич. – коническая базирующая поверхность; П – оправки с пружинящим элементом (тарельчатые пружины, с упругой втулкой); Г – оправки с наполнением из гидропласта, масла, полиуретана или резины; Ц – цанговые оправки; М – оправки с металлическими наполнителями (с шариками и роликами).

Также в таблице приведен критерий подразделения технологических оправок на специальные и переналаживаемые (универсальные). Специальные оправки изготавливаются на операции механической обработки определенной детали. Переналаживаемые оправки используются для обработки некоторой номенклатуры деталей. Для этого они проектируются со сменными деталями (базы, упорные кольца, набор пластинчатых пружин, цанг и др.), за счет которых возможно произвести переналадку технологической оправки.

При необходимости возможно объединение оправок разных типов в одну, например совмещение в оправке цилиндрической поверхности и пружинящего элемента, это позволит расширить применяемость в различных операциях. Комплекс таких разнотипностей оправок позволяет установить и закрепить на них детали сложной формы, а также в некоторых случаях увеличить точность их обработки.

При проектировании оснастки для конкретной детали или их номенклатуры необходимо учитывать различные критерии. В таблице заложены условия использования параметров применяемости в виде булевых переменных  $X_i$  и их решения, представляющие булевы функции. Создание информационной базы данных оправок в зависимости от их параметров применяемости в виде набора типовых логических таблиц позволит создать информационно-

поисковую систему. С ее помощью в диалоговом режиме можно подобрать подходящий условиям тип оправки и получить типовые конструкторские решения для технологической операции механической обработки.

Например, логическая функция для шлицевой оправки с жидким наполнителем (рис. 2) имеет вид:

$$F_r = (X_1 \vee X_2 \vee X_3) \cdot (X_4 \vee \bar{X}_5) \cdot (X_6 \vee \bar{X}_7) \times \\ \times (X_8 \vee \bar{X}_9) \cdot (X_{10} \vee \bar{X}_{11}) \cdot X_{12} \cdot X_{13}, \quad (1)$$

где  $X_i$  – переменные булевы параметры, принимающие значения 0 или 1.

Если при введении входных параметров применяемости  $X_i$  булева функция равна единице, то выбирают тип оправки – с наполнением из гидропласта, масла, полиуретана или резины.

Для переналаживаемой оправки с полиуретаном для трех подобных деталей (рис. 3) булева функция имеет вид

$$F_m = (X_1 \vee \bar{X}_2 \vee X_3) \cdot (X_4 \vee \bar{X}_5) \cdot (X_6 \vee X_7) \times \\ \times (\bar{X}_8 \vee X_9) \cdot (\bar{X}_{10} \vee X_{11}) \cdot \bar{X}_{12} \cdot X_{13} \quad (2)$$

при условии, что функция равна единице.



Рис. 2. Шлицевая оправка с жидким наполнителем



Рис. 3. Переналаживаемая оправка с полиуретаном

Для определения типа конструкции технологической оправки, а также для создания их базы данных на основе таблицы определены управляющие булевы функции:

$$\begin{aligned}
 F_{ж.ц.к} &= (X_1 \vee X_2 \vee X_3) \cdot (X_4 \vee \bar{X}_5) \cdot (X_6 \vee X_7) \cdot (X_8 \vee X_9) \cdot (X_{10} \vee X_{11}) \cdot X_{12} \cdot X_{13}, \\
 F_{ж.ц.ц.з} &= (X_1 \vee X_2 \vee \bar{X}_3) \cdot (\bar{X}_4 \vee X_5) \cdot (X_6 \vee X_7) \cdot (\bar{X}_8 \vee X_9) \cdot (\bar{X}_{10} \vee X_{11}) \cdot X_{12} \cdot \bar{X}_{13}, \\
 F_{ж.ц.ц.н} &= (X_1 \vee X_2 \vee X_3) \cdot (X_4 \vee \bar{X}_5) \cdot (X_6 \vee \bar{X}_7) \cdot (X_8 \vee \bar{X}_9) \cdot (X_{10} \vee \bar{X}_{11}) \cdot X_{12} \cdot \bar{X}_{13}, \\
 F_{ж.к.к} &= (\bar{X}_1 \vee X_2 \vee X_3) \cdot (X_4 \vee \bar{X}_5) \cdot (X_6 \vee \bar{X}_7) \cdot (X_8 \vee \bar{X}_9) \cdot (X_{10} \vee \bar{X}_{11}) \cdot X_{12} \cdot \bar{X}_{13}, \\
 F_{ж.к.ц.з} &= (X_1 \vee X_2 \vee \bar{X}_3) \cdot (\bar{X}_4 \vee X_5) \cdot (\bar{X}_6 \vee X_7) \cdot (\bar{X}_8 \vee X_9) \cdot (\bar{X}_{10} \vee X_{11}) \cdot X_{12} \cdot \bar{X}_{13}, \\
 F_{ж.к.ц.н} &= (X_1 \vee X_2 \vee \bar{X}_3) \cdot (\bar{X}_4 \vee X_5) \cdot (\bar{X}_6 \vee X_7) \cdot (X_8 \vee \bar{X}_9) \cdot (X_{10} \vee \bar{X}_{11}) \cdot X_{12} \cdot \bar{X}_{13}, \\
 F_{ж.ц.ц.к} &= (\bar{X}_1 \vee \bar{X}_2 \vee X_3) \cdot (X_4 \vee \bar{X}_5) \cdot (X_6 \vee \bar{X}_7) \cdot (X_8 \vee \bar{X}_9) \cdot (X_{10} \vee \bar{X}_{11}) \cdot X_{12} \cdot \bar{X}_{13}, \\
 F_{ж.ц.ц.ц.з} &= (X_1 \vee \bar{X}_2 \vee X_3) \cdot (X_4 \vee \bar{X}_5) \cdot (\bar{X}_6 \vee X_7) \cdot (\bar{X}_8 \vee X_9) \cdot (\bar{X}_{10} \vee X_{11}) \cdot X_{12} \cdot \bar{X}_{13}, \\
 F_{ж.ц.ц.ц.н} &= (X_1 \vee \bar{X}_2 \vee X_3) \cdot (X_4 \vee \bar{X}_5) \cdot (\bar{X}_6 \vee X_7) \cdot (X_8 \vee \bar{X}_9) \cdot (X_{10} \vee \bar{X}_{11}) \cdot X_{12} \cdot \bar{X}_{13}, \\
 F_{р.ц.п} &= (X_1 \vee X_2 \vee X_3) \cdot (X_4 \vee \bar{X}_5) \cdot (X_6 \vee \bar{X}_7) \cdot (X_8 \vee \bar{X}_9) \cdot (X_{10} \vee \bar{X}_{11}) \cdot X_{12} \cdot \bar{X}_{13}, \\
 F_{р.ц.г} &= (X_1 \vee X_2 \vee X_3) \cdot (X_4 \vee \bar{X}_5) \cdot (X_6 \vee \bar{X}_7) \cdot (X_8 \vee X_9) \cdot (X_{10} \vee \bar{X}_{11}) \cdot X_{12} \cdot X_{13}, \\
 F_{р.ц.ц} &= (X_1 \vee \bar{X}_2 \vee X_3) \cdot (\bar{X}_4 \vee \bar{X}_5) \cdot (\bar{X}_6 \vee X_7) \cdot (\bar{X}_8 \vee X_9) \cdot (\bar{X}_{10} \vee X_{11}) \cdot X_{12} \cdot X_{13}, \\
 F_{р.ц.м} &= (X_1 \vee \bar{X}_2 \vee X_3) \cdot (X_4 \vee \bar{X}_5) \cdot (X_6 \vee \bar{X}_7) \cdot (X_8 \vee \bar{X}_9) \cdot (X_{10} \vee \bar{X}_{11}) \cdot X_{12} \cdot \bar{X}_{13}, \\
 F_{р.к.п} &= (X_1 \vee X_2 \vee X_3) \cdot (X_4 \vee \bar{X}_5) \cdot (X_6 \vee \bar{X}_7) \cdot (X_8 \vee \bar{X}_9) \cdot (X_{10} \vee X_{11}) \cdot X_{12} \cdot X_{13}, \\
 F_{р.к.г} &= (X_1 \vee X_2 \vee X_3) \cdot (X_4 \vee \bar{X}_5) \cdot (X_6 \vee \bar{X}_7) \cdot (X_8 \vee \bar{X}_9) \cdot (X_{10} \vee \bar{X}_{11}) \cdot X_{12} \cdot X_{13}, \\
 F_{р.к.ц} &= (X_1 \vee \bar{X}_2 \vee X_3) \cdot (\bar{X}_4 \vee X_5) \cdot (\bar{X}_6 \vee X_7) \cdot (\bar{X}_8 \vee X_9) \cdot (\bar{X}_{10} \vee X_{11}) \cdot X_{12} \cdot X_{13}, \\
 F_{р.к.м} &= (X_1 \vee \bar{X}_2 \vee X_3) \cdot (X_4 \vee \bar{X}_5) \cdot (\bar{X}_6 \vee X_7) \cdot (\bar{X}_8 \vee X_9) \cdot (\bar{X}_{10} \vee X_{11}) \cdot X_{12} \cdot X_{13}.
 \end{aligned}$$

**Выводы и результаты:**

1. Разработана классификация оправок по их технологическим признакам.
2. Впервые разработана логическая таблица выбора типа и вида технологических оправок с помощью булевых функций, в которой отражены параметры ее применяемости, такие как вид обработки, точность базового отверстия, соотношение длины к диаметру, радиальное и торцевое биение заготовки, переналаживаемость.

**Библиографические ссылки**

1. Ансеров М. А. Приспособления для металлорежущих. – Л., 1975. – 656 с.
2. Корсаков В. С. Основы конструирования приспособлений. – М., 1983. – 277 с.
3. Осетров В. Г., Слащев Е. С. Сборка в машиностроении, приборостроении. Теория, технология и организация. – Ижевск : Ижевский институт комплексного приборостроения, 2015. – 328 с.
4. Ципорин Ю. А. Механизмы технологической оснастки: Станочные приспособления. – М. : Машиностроение, 1994. – 340 с.

5. *Осетров В. Г., Главатских Г. Н.* Введение в технологию машиностроения / под общ. ред. В. Г. Осетрова. –

Глазов : Глазовский инженерно-экономический институт, 2012. – 178 с.

6. Там же.

\*\*\*

*M. A. Volkov*, Post-graduate, Kalashnikov ISTU

*V. G. Osetrov*, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov ISTU

#### **Classification and Applicability of Technological Mandrels**

*This paper deals with the use of technological solutions in machine building in the shops of industrial enterprises. For the conditions of modern production, a classification of technological mandrels was developed according to their technological features, which reveals the type of mandrels, depending on the type of the mounting surface, the type of the basic surface and the type of the machined part fitting on the mounting surface of the mandrel. Further in the paper the information on the use options is given: the type of processing, data processing, the ratio of the length to the diameter, the radial and end deflection of the workpiece and the type of application of the mandrel. The solution of information retrieval databases of technological mandrels is presented on the basis of application of Boolean functions. The use of such databases for enterprises allows us to select the type of the required technological mandrel based on the synthesis of production parameters. Thus, the paper presents Boolean functions of a slotted mandrel with a liquid filler and a re-adjustable mandrels with polyurethane used in a turning operation. In conclusion, Boolean functions of the basic designs of technological mandrels, derived on the basis of a logical table, are presented.*

**Keywords:** technological mandrel, classification, control Boolean function, logic table, applicability.

Получено: 30.03.17