

## Список цитируемых источников

1. Хмыль, А. А. Гальванические покрытия в изделиях электроники / А. А. Хмыль, В. Л. Ланин, В. А. Емельянов. — Минск : Интегралполиграф, 2017. — 480 с.
2. Медведев, А. А. Бессвинцовые технологии монтажной пайки. Что нас ожидает? / А. А. Медведев // Электрон. компоненты. — 2004. — № 11. — С. 29—34.
3. Емельянов, В. А. Оценка паяемости гальванических покрытий токопроводящих элементов электронной аппаратуры / В. А. Емельянов, Л. К. Кушнер, А. А. Хмыль // Электронная техника. Сер. 7: Технология и организация производства. — Минск : ЦНИИ «Электроника», 1990. Вып. 3. — С. 74—79.

УДК 621.91.04

Н. Н. Попок, доктор технических наук, профессор, А. В. Сидикевич, Е. В. Бритик  
Учреждение образования «Полотский государственный университет», Новополоцк

## СТЕПЕНЬ СЛОЖНОСТИ СТАНКОВ ШЛИФОВАЛЬНОЙ ГРУППЫ

**Введение.** В настоящее время актуальна задача по переходу предприятий машиностроения на освоение новой продукции. При этом планируемая номенклатура к выпуску изделий часто не совпадает с продукцией основного производства. Возникает необходимость в экспертной оценке технических возможностей предприятия и экономических затрат на производство новой продукции. Здесь имеет место определение базисного потенциала предприятия, эффективности внедрения новых технологий и оборудования и в конечном итоге возможности выпуска новых изделий.

**Основная часть.** Анализ номенклатуры выпускаемых изделий на предприятиях позволил выделить три различных сценария перехода предприятия к освоению выпуска нового изделия.

1. Предприятие выпускает базовое изделие, близкое по номенклатуре новому.
2. Предприятие не выпускает изделие, близкое по номенклатуре новому.
3. Предприятие планирует выпускать новое изделие с созданием соответствующего технологического базиса.

Признаками, которые могли бы охарактеризовать изделие при определении затрат на его производство, были приняты конструктивные (К), технологические (Т) и функциональные (Ф). Оценивать значимость этих признаков изделия предложено по критерию степени сложности [1] (рисунок 1). Конструктивная сложность изделия определяется конструкцией, технологическая — изготовлением, функциональная — назначением.

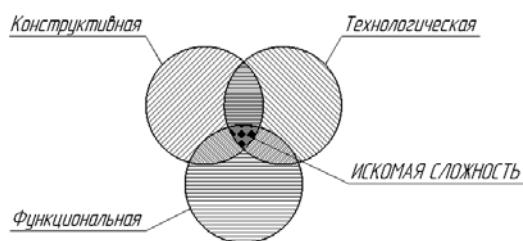


Рисунок 1 — Взаимосвязь признаков изделия по критерию степени сложности, характеризующих изделие

Моделирование первой ситуации оценки возможностей выпуска нового изделия, например станка, потребовала определения условной детали, по которой производитель мог бы рассчитать трудоемкость изготовления нового станка. В станке в качестве условной детали может быть принята такая деталь, как шпиндель [2]. Для примера на рисунке 2 приведен эскиз шпинделя полуавтомата круглошлифовального с ЧПУ.

Шпиндель металлорежущего станка — одна из наиболее ответственных деталей. Качество изготавливаемых на станке деталей в значительной степени зависит от качества шпинделя и его опорных шеек, жесткости шпинделя и стабильности его положения в опорах. Основное функциональное назначение шпинделя шлифовального станка —

передать от привода обрабатываемой заготовке вращательное движение с определенными угловой скоростью и крутящим моментом. В качестве опор шпинделей станков применяют подшипники качения и подшипники скольжения. Шпиндель, несущий на себе режущий инструмент, рядом своих размеров непосредственно участвует в размерных цепях системы «станок—приспособление—инструмент—заготовка», непосредственно влияя на точность изготавливаемой детали. Прежде всего это относится к опорным шейкам, выполняющим роль основных баз, размеры которых вследствие вращения шпинделя включаются в размерную цепь и непосредственно влияют на точность изготавливаемой детали. Поэтому для обеспечения стабильности положения оси вращения шпинделя необходимо в первую очередь обеспечить равенство радиусов в каждом из сечений его опорных шеек, правильность геометрической формы шеек, требуемое отклонение их относительного положения, соосность и требуемый параметр шероховатости поверхности. Для сохранения неизменности положения шпинделя в осевом направлении во время работы станка следует обеспечить с определенным допуском перпендикулярность основных опорных базирующих поверхностей по отношению к оси вращения шпинделя и соосность с резьбой установочных прижимных гаек.



Т а б л и ц а 2 — Трудоемкость изготовления  $T_{шт}$  шпинделя с учетом класса точности станка, наличия системы ЧПУ, массы заготовки, массы заготовки, профиля заготовки и нормы расхода материала

Деталь	Станок	Трудоемкость изготовления $T_{шт}$ , мин	Масса детали $M_{дет}$ , кг	Масса заготовки $M_{заг}$ , кг	Профиль заготовки	Норма расхода материала $N_{расх}$ , кг
Шпиндель 1	Полуавтомат круглошлифовальный с ЧПУ	3 604,2	133	211,74	Круг $\varnothing 180 \times 1060$	239,709
Шпиндель 2	Универсальный круглошлифовальный полуавтомат с ЧПУ	3 444,72	54,46	86,41	Круг $\varnothing 135 \times 769$	96,312
Шпиндель 3	Плоскошлифовальный станок, класс точности В	1 256,64	46,2	72,96	Круг $\varnothing 110 \times 978$	74,6
Шпиндель 4	Плоскошлифовальный станок с ЧПУ, класс точности В	1 151,28	26	57,97	Круг $\varnothing 110 \times 777$	59,68
Шпиндель 5	Станок плоскошлифовальный с круглым поворотным наклоняемым столом и горизонтальным шпинделем с цифровой индикацией, класс точности П	962,58	8,23	19,87	Круг $\varnothing 75 \times 573$	20,808
Шпиндель 6	Плоскошлифовальный станок, класс точности В	956,508	29	57,97	Круг $\varnothing 110 \times 777$	59,68
Шпиндель 7	Станок плоскошлифовальный с крестовым столом, горизонтальным шпинделем и командоконтроллером, класс точности В	531,15	8,23	19,87	Круг $\varnothing 75 \times 573$	20,808

**Заключение.** Анализ данных таблиц 1 и 2 показывает, что наиболее применяемыми операциями при изготовлении шпинделей (конструктивная и технологическая сложности), являются шлифовальные и токарные с соответствующим технологическим оснащением, причем примерно в равных пропорциональных соотношениях (49 и 44 % соответственно); трудоемкость изготовления (технологическая сложность) шпинделей круглошлифовальных станков с ЧПУ (шпиндели 1 и 2, см. таблицу 2) в 3 раза выше, чем плоскошлифовальных (шпиндель 4, см. таблицу 2) и в 4—7 раз выше, чем плоскошлифовальных станков без ЧПУ (шпиндели 3, 5, 6, 7, см. таблицу 2) из-за их различной функциональной сложности. Поэтому предприятию, ранее выпускавшему плоскошлифовальные станки без ЧПУ, необходимо существенно изменить технологический базис производства с соответствующими капитальными вложениями.

#### Список цитируемых источников

1. Попок, Н. Н. Обеспечение мобильности машиностроительного производства на основе технологических модулей / Н. Н. Попок // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. В : Промышленность. Прикладные науки. — 2009. — № 8. — С. 123—129.
2. Попок, Н. Н. Технологическая степень сложности [Электронный ресурс] / Н. Н. Попок, А. В. Сидикевич, Е. В. Бритик // Инновационные технологии в машиностроении : электрон. сб. материалов Междунар. науч.-техн. конф., Новополоцк, 19—20 апр. 2018 г. / Полоц. гос. ун-т ; под. ред. В. К. Шелега, Н. Н. Попок. — Новополоцк, 2018. — С. 109.

УДК 621.926

**В. А. Потапов<sup>1</sup>, Л. А. Сиваченко<sup>2</sup>** доктор технических наук, профессор

<sup>1</sup>Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

<sup>2</sup>Государственное учреждение высшего профессионального образования «Белорусско-Российский университет», Могилев

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ ЦЕПНЫХ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕЙ

**Введение.** Проблемы переработки влажных сырьевых материалов имеют важное народно-хозяйственное значение, что обусловлено их огромными объемами, высокой стоимостью и сложностью применяемого оборудования, большими эксплуатационными издержками.

**Основная часть.** Применяемое в настоящее время оборудование в должной степени не решает переработки влажных сырьевых материалов, что в первую очередь связано с отсутствием научно аргументированных разработок в области проектирования технологических агрегатов для этих целей. Одним из направлений повы-