

УДК 621.51.002

**В. М. Борисов, С. В. Борисов**

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПРЕССОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

*Ключевые слова:* Компрессорное производство, технологическая характеристика, качественная и количественная оценка.

*Дается общая технологическая характеристика компрессорного производства по состоянию на настоящее время. Приводится качественная и количественная оценка основных структурных элементов такой характеристики: структура материалов, характеристика станочного оборудования, структура трудоемкости, средняя длительность технологического цикла, степень оснащенности технологических процессов специальной оснасткой. Предлагаются некоторые технологические рекомендации по модернизации отрасли.*

*Keywords:* Compressor production, technological characteristic, qualitative and quantitative evaluation.

*Provides a general description of the compressor manufacturing technology as of now. Provides qualitative and quantitative assessment of the main structural elements of such characteristics: the structure of materials, the characteristics of machine tools, the structure of labor, the average duration of the technological cycle, the degree of process equipment of special equipment. Offers some recommendations for technological modernization.*

Передовая технология наряду с обеспечением высокого качества, производительности и малой себестоимости продукции должна обеспечивать экономии материальных, энергетических и трудовых ресурсов.

Модернизация компрессоростроительного производства заключается в настоящее время в составлении перспективного плана повышения технологического уровня это отрасли. Решение поставленной задачи невозможно без знания временного состояния этого уровня.

Проектируемые в настоящее время компрессорные и холодильные машины с высокими техническими и эксплуатационными характеристиками при их серийном производстве не смогут обеспечить предъявляемые к ним требования при недостаточном технологическом уровне завода [1-4].

На основе многолетнего опыта совместных работ кафедры машиноведения Казанского национального исследовательского технологического университета с Казанским, Пензенским и Краснодарским компрессорными заводами, СКБ-ТХМ (г. Москва), ВНИИКомпрессормаш (г. Сумы) представилась возможность дать общую технологическую характеристику отрасли в России по состоянию на настоящее время. Такая характеристика приводится по основным технологическим параметрам.

### Структура материалов

Чугун разных марок составляет 45,0-65,0 % общей массы всех материалов. Метод получения заготовок – литье. Припуски на последующую механическую обработку от 10 до 50 мм (в зависимости от вида литья). Коэффициент использования металла 0,8-0,85. Контроль качества отливок проводится в литейных цехах. Определение механических свойств выполняется по методу поплавочного контроля.

Углеродистая сталь разных марок составляет 32,0 - 50,0 % общей массы всех материалов. Метод получения заготовок – свободная ковка на молотах и прессах, для литейных сталей – литье, При-

пуски на последующую механическую обработку от 10 до 60 мм (в зависимости от метода получения заготовок). Коэффициент использования металла 0,45-0,55.

Легированная сталь разных марок до 2 % общей массы всех заготовок. Припуски на последующую механическую обработку до 50 мм. В кузнечных цехах производится контроль заготовок по размерам и химическому составу (спектральный анализ). Коэффициент использования металла 0,45-0,55.

Цветные металлы и их сплавы (медь, латунь, баббит, припой)

Прочие материалы (резина, паронит и т.д.) составляют 0,1- 0,2 % общей массы всех материалов.

### Применяемое оборудование

Механическая обработка деталей производится в основном на универсальном оборудовании. Применяются крупногабаритные токарные станки с высотой центров 150 -750 мм и расстоянием между центрами 750-10000 мм; револьверные станки для обработки пруткового материала диаметром до 85 мм; одно- и двухстоечные карусельные станки с диаметрами планшайб от 1200 и до 5000 мм соответственно; вертикально-сверлильные станки для обработки отверстий диаметром до 75 мм; радиально-сверлильные станки для обработки отверстий до 75мм; горизонтально расточные станки с диаметром расточного шпинделя до 200 мм.; продольно-фрезерные станки с рабочей поверхностью стола 1250×4250 мм; плоскошлифовальные станки с диаметром стола до 1000 мм; продольно-строгальные станки, обеспечивающие обработку деталей шириной до 2000 мм и длиной до 10000 мм. Характеристика универсального оборудования не всегда устраивает производство, поэтому прибегают к приспособлению отдельных станков для выполнения непредусмотренных их конструкцией функций, сохраняя в то же время возможность их нормального использования. Широкое внедрение получили и спе-

специальные станки (для обработки шатунных шеек и внутренних шеек коленчатых валов, для фрезерования лопаток в цельнофрезерованных дисках центробежных компрессоров, для фрезерования зубьев винтовых роторов).

Трудоемкость механической обработки деталей составляет от 50 до 60 %, слесарно-сборочных работ 40-50 % от всей трудоемкости изготовления компрессора.

Технологический цикл производства малых компрессоров составляет 30-40 дней, средних и крупных 60-80 дней.

Степень оснащенности технологических процессов специальной оснасткой оценивается следующими коэффициентами:

коэффициент оснащения специальными приспособлениями

$$K_n = \Pi / D_o ; \quad (1)$$

коэффициент оснащения специальным режущим инструментом

$$K_p = P / D_o ; \quad (2)$$

коэффициент оснащения специальным измерительным инструментом

$$K_i = I / D_o . \quad (3)$$

где  $\Pi$  – количество наименований специальных приспособлений;  $P$  – количество наименований специального режущего инструмента;  $I$  – количество наименований специального измерительного инструмента;  $D_o$  – количество оригинальных деталей – деталей ранее не изготавливающихся заводом.

Средние для отрасли значения коэффициентов оснащенности приведены в таблице

**Таблица 1 – средние коэффициенты оснащенности**

| Коэффициент оснащенности | Программа выпуска в год, шт. |         |          |
|--------------------------|------------------------------|---------|----------|
|                          | 25-50                        | 125-250 | 500-1000 |
| $K_n$                    | 0,2                          | 0,6     | 1,4      |
| $K_p$                    | 0,05                         | 0,15    | 0,4      |
| $K_i$                    | 0,2                          | 0,6     | 1,4      |

Анализ вышеизложенной оценки современ-

ного технологического уровня компрессорного производства дает возможность предложить некоторые рекомендации по его совершенствованию:

- разработать и внедрить процесс получения заготовок методом выдавливания на гидравлическом прессе;
- применять для получения заготовок деталей компрессоров метод порошковой металлургии;
- расширить область применения станков с ЧПУ;
- применять антифрикционные углеродные материалы, пластмассы;
- шире применять метод электрохимической размерной обработки деталей;
- применять в качестве покрытий плазменное напыление, лазерную наплавку;
- шире применять метод вакуумной пайки для рабочих колес центробежных компрессоров.

С точки зрения научных задач технологии компрессоростроения представляет значительный интерес исследование технологического наследования свойств исходной заготовки готовой деталью и определения закономерностей технологического наследования для управления им при построении технологических процессов.

Актуальной является задача разработки быстрых и эффективных методов производственной оценки качества поверхности детали по всем основным показателям.

## Литература

1. Максимов, В.А. Компрессорное и холодильное машиностроение на современном этапе /В.А.Максимов, А.А. Мифтахов, И.Г. Хисамеев //Вестник КГТУ, Казань. – 1998, – №1. – С. 104-113.
2. Ястрибова, Н.А. Технология компрессоростроения: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Холодильные и компрессорные машины и установки» /Н.А. Ястрибова, А.И.Кондаков, Б.Д.Лубенец, А.Н.Виноградов. – М.: Машиностроение, 1987. – 336 с.
3. Сегаль, А.В. Технология производства центробежных и винтовых компрессоров и холодильных машин. – Казань: Изд-во «Фэн», 2004, – 212 с.
4. Борисов, В.М. Технология компрессорного и холодильного машиностроения: Учебное пособие /В.М.Борисов. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2012. – 140 с.