

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БАЗОВЫХ ДЕТАЛЕЙ КООРДИНАТНЫХ-ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКОВ С ЧПУ

**Греков Э.Л., канд. техн. наук, доцент, Янушкин М.В.
Оренбургский государственный университет**

Станина любого станка — это главная базовая деталь, на которой расположены и закреплены практически все узлы и детали. Относительно станины передвигаются все подвижные механизмы и детали. От ее свойств будут зависеть точностные и вибрационные параметры станка.

В настоящей статье приведен сравнительный анализ как достоинств, так и недостатков различных материалов, используемых при изготовлении станин координатно-фрезерных станков с ЧПУ, применяемых для фрезерования мягких материалов, гравирования и лазерной резки. Такие станки часто используются индивидуальными предпринимателями, малыми фирмами, в образовательных учреждениях и т.д. Они характеризуются небольшой ценой и, как правило, низкой прочностью и жесткостью. При резке материалов, таких как черные и цветные металлы, жесткости станины, выполненной из легких алюминиевых балок не хватает. Это часто вызывает нагрев и поломку фрезы, а также значительное ухудшение свойств обрабатываемой поверхности.

К станинам должны предъявляться высокие требования к допустимым отклонениям размеров. К физико-химическим свойствам материала, из которого изготавливаются станины, также уделяют тщательное внимание.

Для обеспечения точности работы станка необходимо сохранение неизменности геометрических размеров основных узлов при любом режиме резания. А это возможно при выполнении следующих условий:

1) станина должна обладать достаточной жесткостью, чтобы ее деформация от усилий резания не выходила бы за пределы допуска на обработку изделия;

2) с материала станины необходимо снять внутренние напряжения, вызывающие изменение ее формы. Напряжения могут быть связаны с технологией ее изготовления и свойств используемых материалов;

3) станина должна эффективно демпфировать вибрации, так как в противном случае будут иметь место ухудшение чистоты поверхности изделия и уменьшением срока службы инструмента;

4) направляющие для движения основных частей станка должны обладать большой износостойкостью и малым люфтом.

Основными материалами базовых деталей, удовлетворяющими вышеуказанным условиям, являются чугун, низкоуглеродистая сталь и железобетон.

Чугун является наиболее распространенным материалом для изготовления оснований салазок, столов, корпусов задних бабок большинства металлорежущих станков. Чаще всего применяют чугун СЧ 15, который обладает хорошими литейными свойствами, мало коробится, но имеет

сравнительно низкие механические свойства. Один из недостатков чугунных станин в том, что их направляющие недолговечны, так как быстро изнашиваются, литая чугунная станина имеет довольно большой вес, что делает его малоприменимым для изготовления малых станков.



Рисунок 1 - Пример базовых деталей из чугуна

При повышенных требованиях к износостойкости направляющих, выполненных как одно целое с базовой деталью, а также при изготовлении прецизионных станков, применяют чугун СЧ 20. Чугуны марок СЧ 30 и СЧ применяют для изготовления блоков и плит многошпиндельных станков, станин токарных, револьверных станков, базовых деталей станков-автоматов и других интенсивно нагруженных станков. Следует помнить, что в литых чугунных изделиях образуются остаточные напряжения, которые могут привести к изменению геометрии базовых деталей, нарушению точности станка и его вибрационных свойств.

Углеродистую сталь применяют при изготовлении сварных базовых деталей простой формы, например, прямоугольной. Такие конструкции широко применяют при единичном характере производства, при изготовлении небольших станков. Используют, в основном, металлопрокат из листовой стали марок Ст.3 или Ст.4 сравнительнобольшой толщины 8...12 мм. Такие станины намного износоустойчивее чугуна, но, однако, имеют и свои недостатки - плохие виброгасящие и деформирующие свойства. Так же при сварке образуются остаточные напряжения, которые могут привести к нарушению работы станка. Для снятия этих напряжений применяются различные методы старения:

- естественное старение,

- тепловая обработка,
- метод термоударов,
- отжиг,
- вибрационное старение,
- статическая перегрузка и др.



Рисунок 2 - Пример станины из углеродистой стали



Рисунок 3 - Процесс изготовления станины из железобетона

При изготовлении станин широко используется такой материал, как бетон. Положительные свойства бетона состоят:

1) в хороших демпфирующих свойствах, что увеличивает динамическую жесткость станка. Направляющие и элементы крепления базовых деталей залиты в бетон. Усилия между компонентами перераспределяются непосредственно через бетон, что обеспечивает эффективное гашение вибраций;

2) в большей тепловой инерционности, что уменьшает колебания размеров станка от температуры.

Упругость бетона меньше чем у чугуна, что, однако, можно компенсировать большими размерами деталей. А так как плотность бетона значительно меньше чугуна, то и вес конструкции при этом останется в допустимых пределах.

Недостаток бетона в виде низкой влаго- и маслостойкости решают добавлением наполнителей в виде кварца (силикат), мраморной или гранитной крошки и связующего материала – эпоксидной, акриловой или метакриловой смолы с отвердителем. Обладая достоинствами бетонной станины, полимербетоны не боятся воздействия масла и влаги.

Наиболее оптимальным для станин станков небольшого размера является применение одного из разновидностей полимербетона - полимергранит.



Рисунок 4 - Пример станины из полимергранита

Этот материал состоит из полимерного связующего на основе эпоксидных смол и высокопрочного минерального наполнителя (гранитной крошки). Соответственно полимергранит обладает всеми достоинствами бетонной станины, но не боится воздействия масла и влаги. По основным механическим и эксплуатационным свойствам этот материал схож с природным гранитом. Но полимергранит обрабатывается значительно легче и является более долговечным. Он намного легче, чем изделия из натуральных

камней. По сравнению с вышеперечисленными материалами, полимергранит имеет лучшее соотношение цены и качества при изготовлении станин.

Свойства полимергранита значительно зависят от соотношения его частей. На рисунке 5 представлена зависимость механических свойств от содержания " δ " полимерных связующих. На рисунке представлены $\sigma_{сж}$ – прочность при сжатии; σ_p – прочность при растяжении; E – динамический модуль упругости; λ – декремент затухания колебаний.

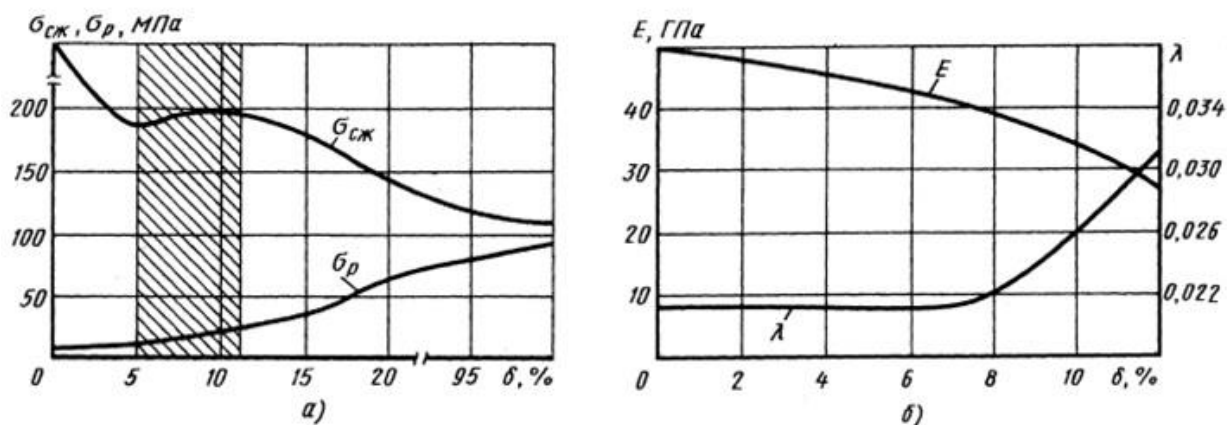


Рисунок 5 - Зависимость свойств синтегранита от содержания δ полимерного связующего

Заштрихованная зона соответствует рекомендуемому для полимергранита содержанию связующего. Таким образом, при изготовлении основной массы машиностроительных деталей, рекомендуется использовать полимергранит, содержащий до 11 % связующего.

Сравнение свойств демпфирования вибраций станков из полимергранита и чугуна на частотах, соответствующих процессу резания на малых частотах вращения шпинделя, показало, что станина из полимергранита не имела преимуществ перед чугунной, поскольку динамическая податливость зависит главным образом от используемых инструментов и оснасток, а они, как правило, одинаковы для обоих вариантов станины. Однако по степени влияния, оказываемого на амплитуду колебаний заготовки возмущениями на головке, которые передаются через станину, изготовленная из полимергранита станина, показала лучшие на 25-50% результаты, чем чугунная.

Исследования вынужденных колебаний в зоне подшипников расточных головок и на заготовках при различных частотах вращения шпинделей выявили то, что станина из полимергранита имеет преимущества по гашению вибраций с ростом скорости вращения шпинделя. Усредненные значения виброскорости оказываются на 15-27% меньше при частоте 3000 об/мин.

Высокочастотные составляющие вибраций при станине из полимергранита значительно ниже, чем при станине из чугуна. В особенности это относится к спектру вибраций заготовок, до которых возмущения, обусловленные вращением шпинделей, доходят через станину. Установлено,

что функции влияния имеют низкочастотный спектр и полностью затухают при частоте свыше 150 Гц при обоих вариантах станины. Колебания в вертикальной плоскости возбуждаются на частоте 30 Гц, в горизонтальной - на частотах 30 и 80 Гц при чугунной станине и 20 и 60 Гц - при полимергранитной. Низкочастотные колебания приводят к колебаниям станка как единого целого и не вызывают относительных смещений инструмента и заготовки.

Подводя итог, можно сделать следующий вывод, что применение полимергранита при изготовлении базовых деталей небольших металлорежущих станков можно считать достаточно перспективным.

Список литературы

- 1. Барт В.Е., Санина Г.С., Шевчук С.А. Применение синтегран в станкостроении // Станки и инструмент. - 1993. -№ 1. -С. 15-17.*
- 2. Аврамова Т.М., Бушуев В.В., Гиловой Л.Я. и др.; под ред. Бушуева В.В. Металлорежущие станки: учебник. - М.: Машиностроение - 2011. 608 с.*
- 3. Полимербетоны / В.В. Патуроев ; НИИ бетона и железобетона Госстроя СССР. - Москва : Стройиздат, 1987. - 286 с.*