

ла заданной величины. Это показывает, что возмущения нагрузки были устранены.

В результате исследования были сделаны следующие выводы: применение метода скользящего управления повышает эффективность синхронного электродвигателя с постоянными магнитами и значительно снижает количество возмущений в его работе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лю Цзинкунь. Управление изменяемой структурой в режиме скольжения MATLAB Simulation. – Пекин, 2012. – 129 с.
2. Тан Юньцю. Электротехника. – Пекин: Машиностроительная пресса, 2014. – 299 с.
3. Ши Сяоцзюань, Ян Цзянь. Адаптивное управление переключением нечеткого скользящего режима сервосистемы СДПМ // Микро Мотор. – 2016. – №12. – С. 58–62
4. Лю Цзинкунь, Сунь Фучунь. Исследование и разработка теории и алгоритма управления переменной структурой скользящего режима // Теория управления и приложения. – 2016. – Т.24., № 3. – С. 407–418.
5. Ван Чэньюань, Ся Цзякуань, Сунь Ибяо. Современная технология управления двигателем. – Пекин: Машиностроительная пресса, 2010. – 56 с.

Тай Хуэймин (Китай)

Томский политехнический университет, Г. Томск

Научный руководитель: Алфёрова Екатерина Александровна, к.ф.-м.н., доцент

ВЛИЯНИЕ ТЕРМООБРАБОТКИ НА СВОЙСТВА РЕССОРНО-ПРУЖИННЫХ СТАЛЕЙ

Введение

Настоящая работа является частью магистерской диссертации в области машиностроения. Она посвящена рассмотрению вопроса выбора материала из предлагаемых на чертеже детали материалов-заменителей.

Актуальность работы обусловлена тем, что выбор материала детали оказывает влияние на эксплуатационные характеристики детали.

Работа ведется с деталью «Пружина», которая работает в условиях стационарных нагрузок (сжатие) и служит для выбора зазоров.

Данная деталь (пружина сжатия) имеет сложную форму. По условиям работы она должна обладать высокой усталостной прочностью, пределом упругости и пределом текучести. Вместе с тем, она должна иметь необходимый запас пластичности, стойкость к релаксации напряжений и сопротивляться хрупкому разрушению. Она должна обеспечить достаточную упругую деформацию, чтобы выдерживать большие нагрузки и поглощать энергию удара. Её твёрдость должна достигать 35–42 HRC.

В связи с чем, рессорно-пружинные сталей, подвергают закалке с последующим среднетемпературным отпуском для получения в структуре троостита. Троостит представляет собой смесь феррита и цемента, обычно образуется при температуре 550-600°C путем изотермического превращения аустенита, и имеет высокую твердость. Для сталей, используемых для пружин, необходимо обеспечить сквозную прокаливаемость, чтобы получить структуру троостита по всему сечению.

Целью работы является выбор наиболее рационального материала для изготовления детали «Пружина» с учетом условий работы и предъявляемым на чертеже требованиям.

Основная часть

По условиям чертежа детали для изготовления детали могут быть использованы следующие стали: 55С2А, 50ХГ, 60С2А, 40Х и 30ХГТА, их составы указаны в таблице 1 [1-2].

Наиболее важными требованиями к рессорно-пружинным сталям являются высокий предел текучести, что обеспечивает высокие упругие свойства, а также высокий предел выносливости и прочности. Пластичность должна быть пониженной (5–10 % по относительному удлинению и 20–35 % по относительному сужению). Этого можно добиться закалкой с последующим средним отпуском.

Таблица 1

Химический состав сталей

| Марка стали | Массовая доля элементов, % | | | |
|-------------|----------------------------|-----------|-----------|---------------|
| | Углерод | Кремний | Марганец | Хром |
| 55С2А | 0,53-0,58 | 1,5-2,0 | 0,60-0,90 | Не более 0,30 |
| 60С2А | 0,58-0,63 | 1,6-2,0 | 0,60-0,90 | Не более 0,30 |
| 55ХГ | 0,46-0,54 | 0,17-0,37 | 0,70-1,00 | 0,90-1,20 |
| 40Х | 0,36-0,44 | 0,17-0,37 | 0,50-0,80 | 0,80-1,10 |
| 30ХГТА | 0,28-0,34 | 0,9-1,2 | 0,80-1,10 | 0,80-1,10 |

Для достижения этих целей в процессе обработки детали применяется закалка и отпуск средней температуры, чтобы деталь могла удовлетворить технические требования на чертежах. Естественно, что полученный результат зависит от марки стали и условий термообработки. Механические свойства данных сталей после термообработки указаны в таблице 2 [1-2].

Таблица 2

Механические свойства сталей после термообработки

| Марка стали | Механические свойства, не менее | | | | |
|-------------|--------------------------------------|---|---------------------------|-------------------------|--------------|
| | Предел текучести и н/мм ² | Временное сопротивление н/мм ² | Относительное удлинение % | Относительное сужение % | Твёрдость НВ |
| 55С2А | 1175 | 1270 | 6 | 30 | 241 |
| 50ХГ | 1175 | 1270 | 7 | 35 | 269 |
| 60С2А | 1375 | 1570 | 6 | 20 | 269 |
| 40Х | 785 | 980 | 10 | 45 | - |
| 30ХГСА | 835 | 1080 | 10 | 45 | - |

При сравнении механических свойств сталей после термообработки было установлено, что сталь 60С2А обладает высоким пределом текучести, высоким временном сопротивлением и высокой твердостью, ещё соответствует требованию данной детали. Таким образом, для изготовления детали, в рамках рассматриваемой магистерской диссертации, целесообразно выбрать сталь 60С2А.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 14959-79 Прокат из рессорно-пружинной углеродистой и легированной стали. Технические условия. [Электронный ресурс]. - Дата введения 1981-01-01 - Режим доступа: <https://internet-law.ru/gosts/gost/3921/> (дата обращения: 17.03.2020).
2. ГОСТ 4543-71 Прокат из легированной конструкционной стали. Технические условия. [Электронный ресурс]. - Дата введения 1973-01-01 - Режим доступа: <https://www.lador.ru/gost/gost-4543-71.pdf> (дата обращения: 17.03.2020).