

Студенты группы 10405517 Мышкевич П.С., Чернявская Е.С.
 Научный руководитель – Астрейко Л.А.
 Белорусский Национальный Технический Университет
 г. Минск

Пружинная сталь – это низколегированный сплав. Обычно это среднеуглеродистые или высокоуглеродистые стали. Благодаря своей эластичности и гибкости пружинные материалы являются наиболее популярными при изготовлении пружинящих деталей необходимой формы. При получении пружинной проволоки или ленты зачастую также пользуются таким способом упрочнения как улучшение, включающее в себя закалку на пересыщенный твердый раствор и пластическую деформацию с последующим отпуском [1].

В настоящее время наиболее распространенными марками рессорно-пружинных сталей являются следующие: 65Г, 60Г, 50ХГ, 70Г2, 60С2.

Марганцевая сталь 65Г (таблица 1), по сравнению с другими сталями обладает некоторыми особенностями. Например, это получение менее шероховатой поверхности при горячей обработке, меньшая склонность к обезуглероживанию. Она соответствует требованиям к технологическим и механическим свойствам материалов для изготовления пружинных изделий. Отличается сталь 65Г тем, что имеет повышенную прочность, вязкость, сопротивляемость к изнашиванию, стойкость, а также высокое сопротивление небольшим пластическим деформациям, обладает высокой прокаливаемостью.

Таблица 1– Химический состав стали 65Г

C, %	Mn, %	Si, %	P, %	S, %	Cu, %
0,62-0,7	≤0,9-1,2	0,17-0,37	≤0,035	≤0,035	≤0,2

Качество и экономичность в настоящее время является одним из активно развивающихся направлений. Микролегирование – один из современных способов снижения материалоемкости изделия при сохранении или улучшении свойств. Бор – один из активно применяемых элементов. Он положительно влияет на прокаливаемость и закаливаемость конструкционных сталей, измельчает структуру при ускоренном охлаждении, что происходит за счёт влияния микродобавок бора (0,0008-0,0050%) на структуру в твердом состоянии. Микродобавки бора способствуют экономить такие дефицитные легирующие элементы как хром и молибден, не понижая качество стали. Направление активно развивается в области металлургии [4].

Например, сталь 30MnB5 (таблице 2) активно используют в сельскохозяйственном машиностроении для замены таких сталей как 38ХС, 45ХН, 50Г, 50ХГА, 65Г и др. Из нее производят лопасти, гусеничные цепи, износостойкие накладки, плуги и многое другое [2].

Таблица 2– Химический состав стали 30MnB5

C, %	Mn, %	Si, %	P, %	S, %	Cu, %	B, %
0,27-0,33	1,15-1,45	≤0,40	≤0,025	≤0,035	≤0,40	0,0008-0,0050

Преимущества сталей, микролегированных бором:

- высокая прочность в закаленном состоянии;

- формуемость – простота изготовления сложных конструкций и деталей в горячекатаном состоянии;
- пластичность и хорошая обрабатываемость резанием в горячекатаном состоянии;
- износостойкость – закаленная деталь прослужит дольше;
- вязкость и устойчивость к трещинам;
- хорошее сопротивление механическим нагрузкам.

Анализ химического состава стали, при условии определенной обработки, позволил установить возможность повышения её механических характеристик, что хорошо для конечного изделия. После закалки и отпуска сталь улучшает такие характеристики как ударная вязкость и твёрдость [3]. Такая термическая обработка повышает в несколько раз износостойкость выполненным из неё деталей, как показано в таблице 3.

Таблица 3 – Механические свойства стали 65Г и 30MnB5, при различных видах термической обработки

Вид термической обработки	Материал	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа
Отжиг	65Г	468	769
	30MnB5	620	815
Нормализация	65Г	614	830
	30MnB5	827	1150
ТЦО*, три цикла	65Г	620	871
	30MnB5	1197	1695
ТЦО*, шесть циклов	65Г	622	872
	30MnB5	1200	1700
*ТЦО - многократное повторение нагрева и охлаждения при термической обработке.			

Таким образом, определена эффективность использования процесса микролегирования при производстве пружинных сталей. Это позволит увеличить ресурс работы деталей при оптимальной цене материала в несколько раз. Установлено, что сталь 30MnB5 обладает большей пластичностью и лучше подвергается резке и холодному формоизменению по сравнению со сталью 65Г.

Список использованных источников

1. Улучшение механических свойств пружин стали 65Г изотермической закалкой. / Салыньских В. М., Щербакова Е.Е., Арефьева Л.П. – «Донской государственный технический университет», Ростов-на-Дону, 2018 г. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/uluchshenie-mehhanicheskikh-svoystv-pruzhin-iz-stali-65g-izotermicheskoy-zakalkoy/viewer>

2. О повышении эффективности и качества термической обработки стали 30MnB5 при индукционном нагреве. / М.Е. Микитюк, А.В. Ишков, В.В. Иванайский и др. – Алтайский государственный аграрный университет, г. Барнаул, 2018 г. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41259298>

3. Выбор материала и метода повышения износостойкости элементов строительных машин. / А.П. Щербаков – ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-

строительный университет», г. Санкт-Петербург, 2020 г. URL: <https://vestnik.sibadi.org/jour/article/view/1117/657>

4. Исследование процессов микролегирования стали бором с целью совершенствования технологии производства борсодержащей стали. / Потапов А.И., г. Москва, 2013 г. URL: <https://lim.bntu.by/jour/article/viewFile/1459/1455>