

ВЛИЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО УПРОЧНЕНИЯ НА УСТАЛОСТНУЮ ПРОЧНОСТЬ СТАЛИ 18Х2Н4ВА С ПРОДОЛЬНОМ И ПОПЕРЕЧНЫМ РАСПОЛОЖЕНИЕМ ВОЛОКОН

В настоящее время большое внимание уделяется вопросам механизации труда в области лесной промышленности. Все больше новых механизмов и машин поступает в распоряжение работников этой отрасли. Многие ответственные детали механизмов и машин лесной промышленности имеют сложную форму, и напряженные элементы ее могут иметь как продольное, так и поперечное расположение волокон относительно направления главных напряжений σ . В связи с этим особую важность приобретает характеристика циклической прочности материала в поперечном направлении.

С целью выявления влияния эффективности поверхностного упрочнения на усталостную прочность образцов с продольным и поперечным расположением волокон были проведены испытания упрочненных и неупрочненных круглых образцов при изгибе с вращением.

В качестве материала для исследования была выбрана сталь марки 18Х2Н4ВА как одна из высокопрочных сталей, наиболее широко используемая для изготовления высоконагруженных деталей. Испытания проводились при изгибе с вращением на образцах круглого сечения $\varnothing 9$ мм с различным расположением волокон.

Образцы с продольным расположением волокон изготавливались из прутков $\varnothing 30 \times 650$ мм, образцы с поперечным расположением волокон вырезались из пластин $35 \times 155 \times 300$, откованных из круга $\varnothing 100$ мм. Использовалась только средняя часть пластин.

Прутки и поковки подвергались нормализации с температуры $950 \pm 10^\circ\text{C}$, выдержке 3,5 ч и высокому отпуску при температуре $640 \pm 10^\circ\text{C}$, выдержке 6 ч, охлаждению на воздухе. Дальнейшая термическая обработка проводилась по двум режимам:

I режим: закалка с температуры $870 \pm 30^\circ\text{C}$, выдержка 3 ч, охлаждение на воздухе и отпуск с температуры $170 \pm 10^\circ\text{C}$, выдержка 3 ч, охлаждение на воздухе. Твердость образцов по Бринеллю после такой термической обработки была равной НВ341 ÷ 388.

II режим: закалка с температуры $870 \pm 30^\circ\text{C}$, выдержка 3,5 ч, охлаждение на воздухе и отпуск при температуре $560 \pm 20^\circ\text{C}$, выдержка 2 ч, охлаждение в воде. Твердость образцов по Бринеллю после высокого отпуска — НВ 302 ÷ 321.

Для уменьшения влияния шероховатости поверхности на результаты испытания после соответствующей термической обработки рабочее сечение шлифовали, а затем полировали в продольном направлении до $\nabla 8$ чистоты, после этого образцы подвергались различным видам поверхностного упрочнения.

Азотированию подвергали окончательно изготовленные образцы после закалки высокого отпуска по следующим режимам: температура азотирования $490 \pm 5^\circ\text{C}$, выдержка 40 ч, степень диссоциации аммиака

составляет $15 \div 35\%$, глубина азотирования $0,3 \div 0,4$ мм, твердость поверхности $HV = 690 \div 730$.

Дробеструйный наклеп проводился дробью $\varnothing 0,8 \div 1,0$ мм при вращении образцов, время наклепа 10 мин.

Т а б л. 1. Результаты испытаний на усталость при изгибе с вращением

Поверхностное упрочнение	Продольные образцы		Поперечные образцы		σ_{-1} , попер.
	σ_{-1} , кг/мм ²	% повышения относительно полированных	σ_{-1} , кг/мм ²	% повышения относительно полированных	
Низкий отпуск, полированные	54,0	100	41	100	0,76
Низкий отпуск, полированные, наклеп дробью	55,8	103,5	44	107,5	0,79
Азотированные на глубину $0,3 \pm 0,4$ мм	58	107,5	56	136	0,96

Испытанию были подвергнуты образцы с продольным и поперечным расположением волокон после закалки и низкого отпуска, после закалки и низкого отпуска с последующей обработкой дробью и азотированные образцы.

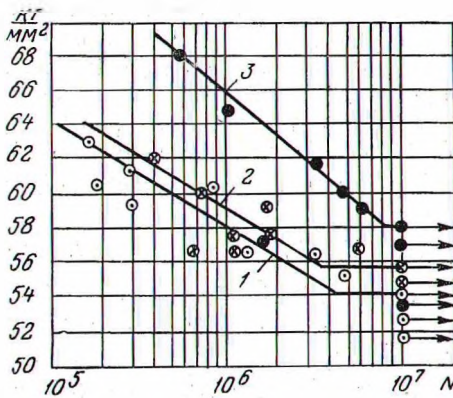


Рис. 1. Кривые усталости круглых образцов из стали 18Х2Н4ВА с продольным расположением волокон (изгиб с вращением):

1 — закалка, низкий отпуск без упрочнения (полированные); 2 — наклеп дробью $d = 0,8 \pm 1,0$ мм, время наклепа $\tau = 10$ мин при вращении; 3 — азотированные на глубину 0,3 мм.

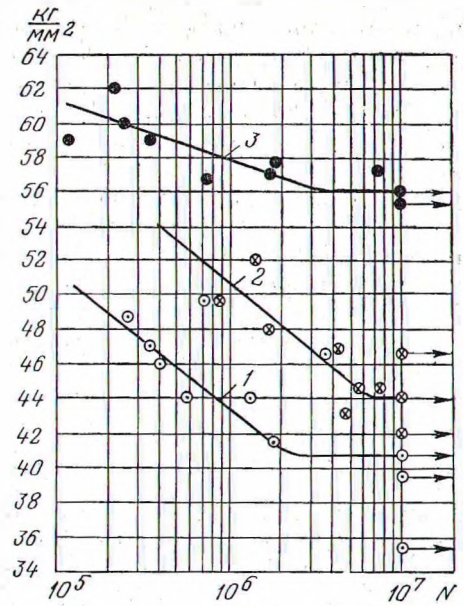


Рис. 2. Кривые усталости круглых образцов из стали 18Х2Н4ВА с поперечным расположением волокон (изгиб с вращением):

1 — закалка, низкий отпуск без упрочнения (полированные); 2 — наклеп дробью $d = 0,8 \pm 1,0$ мм. Время наклепа $\tau = 10$ мин при вращении; 3 — азотированные на глубину 0,3 мм.

Результаты представлены в табл. 1 и на рис. 1, 2.

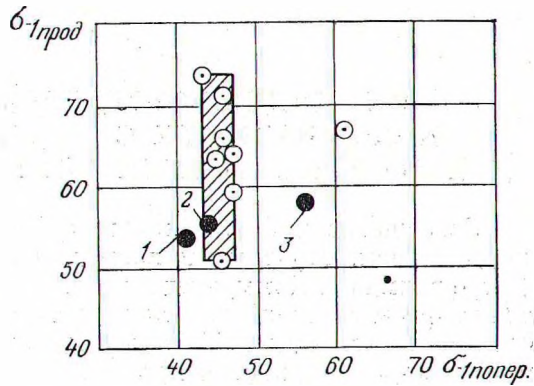
Данные испытаний показывают, что эффективность поверхностного упрочнения выше у образцов с поперечным расположением волокон. Дробеструйный наклеп продольных образцов повысил предел усталости

на 3,5%, а поперечных — на 7,5%. Азотирование поверхности дало повышение усталостной прочности для продольных образцов на 7,5%, для поперечных — на 36%.

На рис. 3 представлены соотношения между пределами выносливости при изгибе с вращением образцов с продольным и поперечным расположением волокон из высокопрочных сталей.

Рис. 3. Соотношение между пределами выносливости при изгибе с вращением образцов с продольным и поперечным расположением волокон из высокопрочных сталей:
1, 2, 3 — сталь 18Х2Н4ВА:

1 — низкий отпуск, полирование; 2 — низкий отпуск, дробеструйный наклеп; 3 — высокий отпуск, азотирование. --- по литературным данным.



Таким образом, полученные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что поверхностное упрочнение азотированием и дробеструйным наклепом уменьшает анизотропию усталостной прочности, обусловленную направлением волокон и наличием неметаллических включений.