

Винахід належить до металургії, а саме - остаточної термічної обробки кованих труб з жароміцної низьколегованої феритно-перлітної низьковуглецевої сталі з підвищеними вимогами за рівнем ударної в'язкості з гострим надрізом (KCV).

З рівня техніки відомі способи виготовлення та термічної обробки труб [UA №№ 98088, 118966, 98214], проте ці технічні рішення призначені для гарячекатаних труб, де основні властивості формуються на стадії виготовлення листового прокату та в процесі виробництва самої труби.

Також відомий спосіб термічної обробки труб з товщиною стінки 3-60 мм (міліметрів) і діаметром 60-460 мм з низьковуглецевих жароміцних сталей (12X1МФ, 15X1М1Ф), що полягає у виконанні нормалізації з температур 980-1000 °С з подальшим відпусканням при температурі 730-760 °С [Технология термической и комбинированной обработки металлопродукции / Большаков В.И.; Долженков И.Е.; Долженков В.И. Днепропетровск: Gaudeamus, 2002, стр. 304].

Цей спосіб термообробки характеризується наявністю наступних ознак:

- нагрівання та витримка при температурі аустенітизації 980-1000 °С;
- охолодження заготовок на спокійному повітрі;
- нагрівання та витримка за температури відпускання 730-760 °С.

Даний спосіб забезпечує отримання необхідного розміру дійсного зерна, який, у свою чергу, робить значний вплив на повзучість і тривалу міцність. Проте при цьому недостатня швидкість охолодження після нормалізації не дозволяє отримати зерно такої дисперсності, щоб забезпечити високі вимоги до рівня ударної в'язкості з гострим надрізом (KCV), понижений рівень якої негативно позначається на експлуатаційних чинниках, а саме - зменшує опір матеріалу крихкому руйнуванню, завдяки чому термін служби деталі (виробу) різко зменшується.

Відомий спосіб термообробки труб з низьковуглецевих жароміцних сталей найбільш близький за технічною суттю до заявленого винаходу та прийнятий як найближчий аналог (прототип).

Задача, на вирішення якої спрямовано винахід, полягає у створенні способу термообробки труб з жароміцної низьколегованої феритно-перлітної низьковуглецевої сталі (наприклад, сталі 15X1М1Ф з товщиною стінки 32-36 мм і діаметром 750-850 мм), що забезпечує отримання необхідного рівня механічних властивостей, у тому числі, ударної в'язкості з гострим надрізом. Ця задача вирішується за рахунок технічного результату, що полягає в отриманні рівня ударної в'язкості з гострим надрізом понад 30 Дж/см², і дрібного зерна в мікроструктурі матеріалу.

Для досягнення вказаного технічного результату при термічній обробці труб необхідне послідовне виконання наступних технологічних операцій:

- попереднє підігрівання при температурах 640-660 °С;
- нагрівання та витримка за температури аустенітизації 970-975 °С;
- охолодження на спресній установці водо-повітряною сумішшю до температури металу 200-250 °С;
- нагрівання та витримка за температури відпускання 730-760 °С з подальшим охолодженням на повітрі до температури повітря (у цеху).

Відомий та заявлений способи термообробки мають наступні подібні ознаки: після нагрівання труб на температуру аустенітизації та подальшого охолодження здійснюють їх нагрівання і витримку при температурі відпускання 730-760 °С з подальшим охолодженням на повітрі.

Заявлений спосіб термообробки труб має наступні відмітні ознаки: перед нагріванням труб на температуру аустенітизації реалізують їхнє попереднє підігрівання при температурі 640-660 °С, при цьому подальше нагрівання на температуру аустенітизації здійснюється до температур 970-975 °С з подальшим охолодженням на спресній установці.

Крім того, охолодження труб із товщиною стінки 32-36 мм здійснюється на спреєрній установці водо-повітряною сумішшю.

Також охолодження кованих труб діаметром 750-850 мм здійснюється на спреєрній установці до температури металу 200-250 °С.

Між відмітними ознаками винаходу та технічним результатом, що досягається, є причинно-наслідковий зв'язок:

- за рахунок виконання попереднього підігрівання перед нагрівом на температуру аустенізації ($t=640-660$ °С) забезпечується більш рівномірне прогрівання металу труб;

- за рахунок нагрівання до нижчих температур на етапі аустенізації не відбувається подальший ріст зерна;

- за рахунок застосування прискореного охолодження труб після аустенізації, відбувається інтенсивніше охолодження заготовок і, як наслідок, утворення більш дисперсної мікроструктури металу, яка являє собою бейніт, що забезпечує максимально можливі значення в'язкості та, як наслідок, позитивно впливає на термін експлуатації деталей.

Як результат, досягається отримання необхідної дисперсної мікроструктури металу, а також необхідного рівня механічних властивостей, особливо ударної в'язкості з гострим надрізом.

Заявлений винахід пройшов промислову апробацію, технологічний процес термообробки впроваджений при виготовленні труб із товщиною стінки 32-36 мм і діаметром 750-850 мм із жароміцної низьколегованої феритно-перлітної низьковуглецевої сталі на Новокраматорському машинобудівному заводі (НКМЗ). Так за цією технологією була піддана термообробці заготовка "Труба" з жароміцної низьколегованої феритно-перлітної низьковуглецевої сталі 15X1M1Ф з товщиною стінки 36 мм і діаметром 750 мм. Отриманий рівень властивостей наведено в таблиці.

Таблиця

Рівень отриманих механічних властивостей на трубі зі сталі 15X1M1Ф

	σ_T , Н/мм ²	σ_B , Н/мм ²	δ , %	KCV (+20 °С), Дж/см ²
Властивості згідно з вимогами технічної документації	≥ 345	539-686	$\geq 16,0$	≥ 30
Властивості, отримані за прототипом в умовах НКМЗ	462	616	22,8	28
Властивості, отримані за заявленим способом	492	642	27,0	228

Як впливає з приведених в таблиці даних, рівень механічних властивостей, отриманий за заявленим способом, перевищує результати, отримані за прототипом (зокрема, за рівнем ударної в'язкості з гострим надрізом - у 8 разів), що гарантує отримання оптимальної дисперсної мікроструктури металу у вигляді бейніту та необхідного розміру зерна. При отриманні такого високого рівня механічних властивостей (особливо ударної в'язкості) значно зростає строк експлуатації виробів.

Таким чином, спосіб термообробки труб з жароміцної низьколегованої феритно-перлітної низьковуглецевої сталі дозволяє забезпечити необхідну мікроструктуру металу з необхідними механічними властивостями виробів, термооброблених за заявленою технологією.