

УДК620.186:669.

**О.С. Дробот, О.О. Нікітін, С.Я. Підгайчук, Н.М. Яворська, О.П. Бабак***Хмельницький національний університет***УДОСКОНАЛЕННЯ РЕЖИМІВ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ КОРПУСНИХ ДЕТАЛЕЙ  
ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ***Робота присвячена пошуку режимів термічної обробки деталей з середньо вуглецевих легованих сталей для формування підвищеної в'язкості та міцності.**Ключові слова: термічна обробка, структура, охолоджуюче середовище.***О.С. Дробот, А.А. Никитин, С.Я. Пидгайчук, Н.М. Яворская, О.П. Бабак**  
**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЕЖИМОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ КОРПУСНЫХ  
ДЕТАЛЕЙ ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ***Робота посвящена поиску режимов термической обработки деталей из среднеуглеродистых легированных сталей для получения повышенной вязкости и прочности.**Ключевые слова: термическая обработка, структура, охлаждающие среды.***О. Drobot, A. Nikitin, S. Pidgajchuk, N. Javorskaja, O. Babak**  
**IMPROVEMENT OF HEAT TREATMENT REGIMES FOR MILITARY EQUIPMENT CASE  
PARTS***The work is devoted to the search for heat treatment of parts from medium carbon alloyed steels to obtain a high viscosity and strength.**Key words: heat treatment, structure, cooling media.*

Активізація військових подій на Сході України змусили керівництво країни відновити роботу військово - промислового комплексу для налагодження ремонту та випуску вітчизняного озброєння. Проте нові виробництва, на жаль, не в достатній мірі оснащені сучасним обладнанням, матеріалами та технологіями для виготовлення якісної продукції, що відповідає нормативним вимогам. Тому питанням підвищення якості військової техніки шляхом покращення експлуатаційних властивостей корпусних деталей спеціального призначення за рахунок удосконалення режимів термічної обробки зараз приділяють значну увагу.

Предметом досліджень - є удосконалення режимів термічної обробки елементів зарядного (пускового) механізму, який має недостатній ресурс роботи.

Задача і мета досліджень: провести аналіз існуючої технології термічної обробки елементів пускового механізму вогнепальної зброї, розробити режими відпалу та гартування, які б забезпечили формування заданої структури з необхідними високими показниками міцності.



**Рис. 1. Фрагменти зруйнованих елементів зарядного (пускового) механізму гармати.**

Сталі для елементів вогнепальної зброї переважно легують хромом, нікелем, молібденом, ванадієм і піддають термічній обробці - гартуванню і високому відпуску.

В ході досліджень визначено хімічний склад зразків та виконано мікроструктурний аналіз. Надані зразки - зруйновані елементи гармати, мають хімічний склад, який відповідає марці сталі 35ХН2МФА.

Нами з'ясовано, що на виробництво заготовки та листовий прокат постачаються з важливими недоліками структури, які в значній мірі впливають на формування експлуатаційних властивостей готових виробів: це насамперед строкатість, яка є наслідком попередніх технологічних процесів (таких як прокатування, витягання, термічна обробка), а також знеуглецювання поверхневого шару різної товщини.

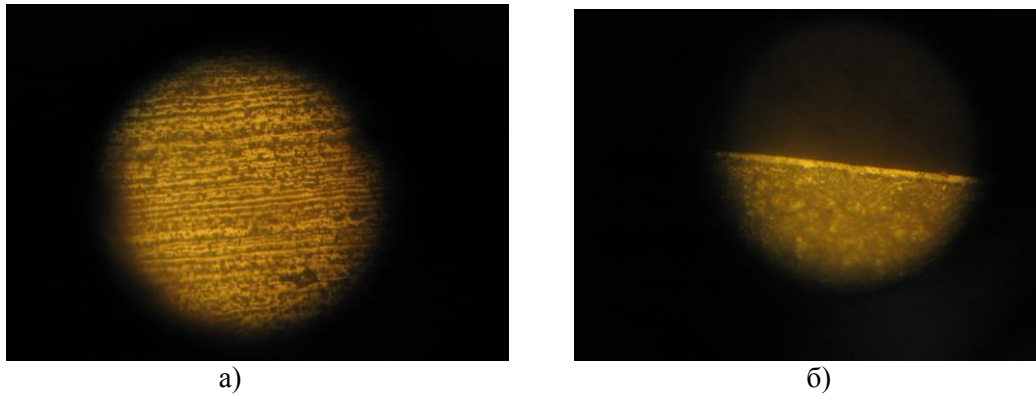


Рис.2. Структура сталі 30ХГСА в стані постачання (а), та поверхня з знеуглецьованим шаром (б)

Наявність цих дефектів не дає можливості одержати деталі з високими експлуатаційними властивостями.

Причини утворення строкатості закладені на стадії одержання сталі (наявності сильної первинної ліквациї). На формування цієї структури впливає також термічна обробка. Так, при проведенні відпалу повільне охолодження від температури аустенізації сприяє тому, що виділення доєвтектоїдного фериту орієнтуються по зонам ліквациї, які витягнуті в напрямку деформації.

Строкатість дуже сильно впливає на механічні властивості сталі, особливо на ударну в'язкість, яка є чутливою до гетерогенності структури.

Термічно оброблені згідно прийнятої на заводі технології деталі зберігають строкатість структури (рис. 3). Це свідчить про те, що усунути строкатість традиційним гартуванням та високим відпуском неможливо.

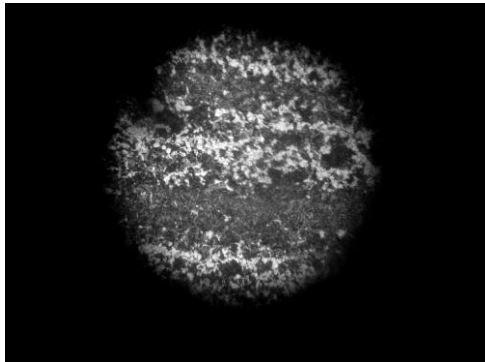


Рис.3. Строката структура сталі після гартування за традиційною технологією.

Тому у технологічний процес термічної обробки заданих деталей внесено операції дифузійного відпалу та нормалізації. Дифузійний відпал проведено за режимом:  $t$  нагрівання – 1100 °С, витримка 3 години, охолодження з піччю. Нормалізація - температура нагрівання 860 °С з метою не допустити значного росту зерна аустеніту та одержання після охолодження більш дрібнозернистої структури. Проведення вищеприписаної обробки (дифузійного відпалу та нормалізації) забезпечило усунення строкатості та подрібнення структури (рис. 4). Структура характеризується рівномірним розподілом структурних елементів.

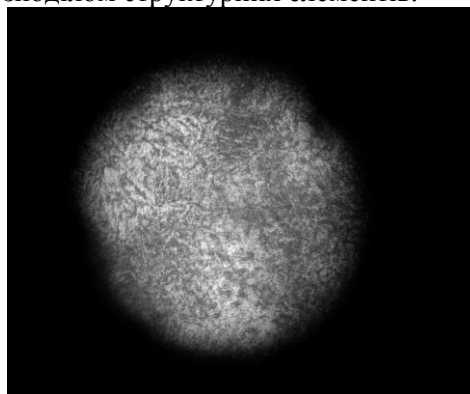


Рис. 4. Структура сталі 35ХН2МФА після термічної обробки за запропонованим режимом

В роботі значна увага приділена вивченню процесу охолодження при виконанні операції гартування. Завдяки використанню нових охолоджуючих середовищ на основі полімерної складової та використання швидкісної відео зйомки, вдалось скорегувати етап охолодження при виконанні операції гартування. Одержані після гартування структури мають більш дрібнозернисту структуру і вищі показники міцності.

Для гартування зразків використано водорозчинне полімерне охолоджуюче середовище ПК -2. Основою водополімерного середовища є полімер акрилової кислоти (ПАК). Вихідний полімер одержують у вигляді концентрованого водного розчину з водневим показником середовища рН 7-10. Робочий розчин розводять водою у співвідношенні 1:7

Таблиця 1.

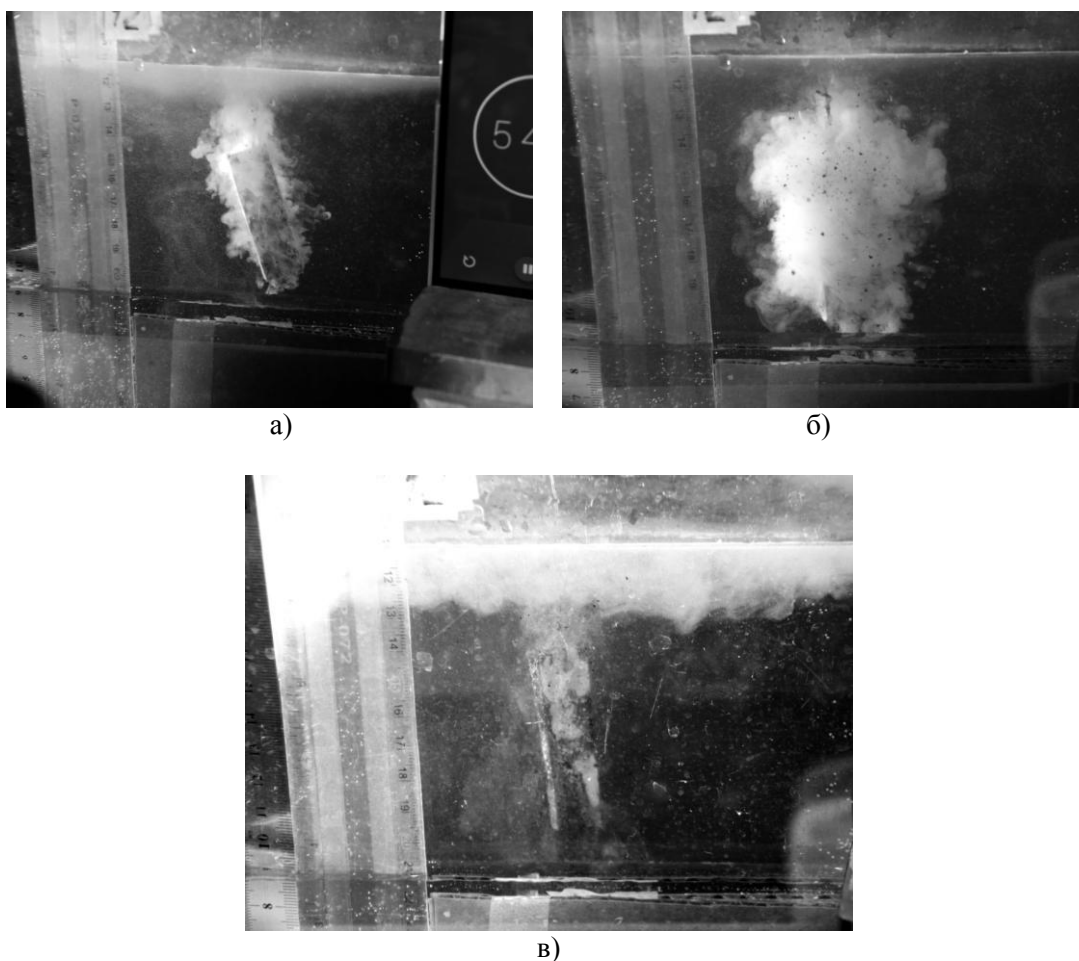
**Твердість сталей після гартування в різних середовищах.**

Марка сталі	Твердість HRC			
	Охолоджуюче середовище ПК -2.			
	Масло		Водополімерна суміш ПК -2	
	На поверхні	В серцевині	На поверхні	В серцевині
35ХН2МФА	52, 54, 52	40, 42, 44	54, 56, 56	42, 44, 46

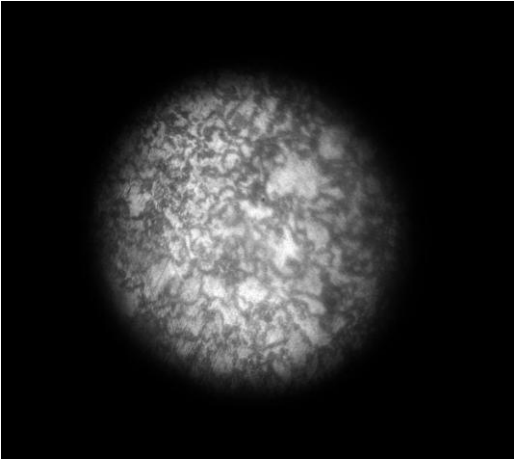
Ударна в'язкість: після охолодження в маслі -112 Дж/см<sup>2</sup> та в полімері - 118 Дж/см<sup>2</sup>.

Шорсткість - Ra 1,6 мкм.

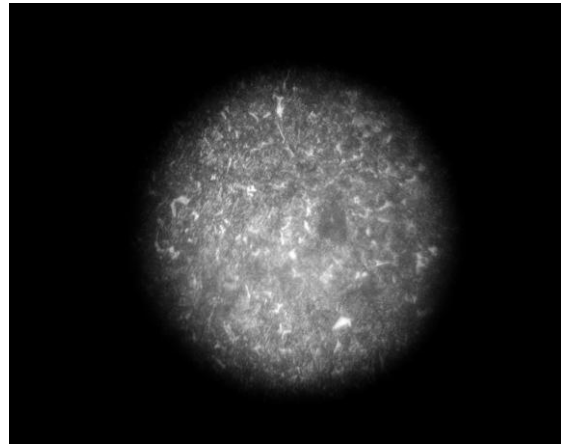
Представлені результати (табл.1) та розшифровки відео (рис. 5) процесу охолодження при гартуванні, знятого з допомогою швидкісної відеозйомки дозволили зробити висновки, що використання в якості охолоджуючого середовища водополімерного розчину сприяє покращенню прогартуваності сталі та збільшенню твердості.



**Рис. 5. Поведінка охолоджуючого водополімерного ПК -2 середовища при охолодженні в ньому зразків сталі: а) момент плівкового кипіння; б) момент бульбашкового кипіння; в) момент конвективного теплообміну**



*Рис.6. Структура сталі 35XN2MFA після охолодження в маслі*



*Рис.7. Структура сталі 35XN2MFA після охолодження в полімері*

Одержані після гартування структури мають більш однорідну структуру з дрібними структурними складовими та вищі показники міцності (рис. 6, 7). При охолодженні у водополімерному розчині покращується загартуваність та прогартуваність сталі. Отже, водополімерні суміші є кращими охолоджуючими середовищами, ніж вода та масло, так як скорочується етап плівкового кипіння, а етап бульбашкового кипіння відбувається за активною дією полімера, який зриває парову сорочку з поверхні деталі, пришвидшуючи її охолодження.

Проведені експерименти дозволили внести корективи в технологічні процеси виконання термічної обробки елементів вогнепальної зброї з метою підвищення її експлуатаційних властивостей.

#### **Література.**

1. Єжов В.М. Водорастворимая полимерная закалочная среда ВПЗ - 1 / Энергомашиностроение. 1986, №3. С.43 -45.
2. Дяченко С.С. Спадковість і її роль при термічній обробці. / Металознавство та обробка металів. (МОМ) № 2, 2004. - с. 3-13.
3. Люты В. Закалочные среды: Справ.изд. под ред.Масленкова С.Б. /Пер. с польск. Челябинск: Металлургия, Челябинское отделение. 1990. - 192 с.
4. Спосіб безконтактного вимірювання параметрів вібрацій та визначення форми коливань об'єктів. Деклараційний патент на винахід. Бюл. № 8 від 15.08 2002 (Ройзман В.П., Чоловський Р.Г., Нікітін О.О.)
5. Теория термической обработки металлов: учебник для вузов. 4 -е изд. , перераб. и доп. : Новиков И.И.: Металлургия. 1986. 480 с.

#### **Рецензенти:**

**Рачок Роман Васильович** – начальник кафедри загальнонаукових та інженерних дисциплін Національної академії Державної прикордонної служби України ім. Б.Хмельницького, доктор технічних наук, доцент.

**Сорокати́й Руслан Володимирович** - завідувач кафедрою комп'ютерних наук та інформаційних технологій, доктор технічних наук, професор.

Стаття надійшла до редакції 18.04.2019