



РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **11 233** (13) **С1**  
(51) МПК (2006)  
С21D 1/56

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: а 20070625, 24.05.2007

(46) Дата публикации: 30.10.2008

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске:

SU 1781310 A1, 1992.  
SU 1357439 A1, 1987.  
SU 1296603 A1, 1987.  
SU 1801131 A3, 1993.  
RU 2176673 C2, 2001.  
EP 0605168 A1, 1994.  
US 3996076, 1976.

(71) Заявитель(и):

Учреждение образования "Белорусский  
государственный технологический  
университет",

Производственно-торговое частное унитарное  
предприятие "АКУТА-ИФ" (ВУ)

(72) Автор(ы):

Гарост Александр Иванович,  
Шишаков Евгений Павлович,  
Корнейчик Анатолий Константинович (ВУ)

(73) Патентообладатель(и):

Учреждение образования "Белорусский  
государственный технологический  
университет",  
Производственно-торговое частное унитарное  
предприятие "АКУТА-ИФ" (ВУ)

(54) Способ термической обработки изделий из черных металлов

(57) Реферат:

Способ термической обработки изделий из черных металлов, включающий нагрев до температуры аустенизации, выдержку и охлаждение в растворе высокомолекулярного соединения, отличающийся тем, что в качестве раствора высокомолекулярного соединения используют 0,3-3,0 %-ный водный раствор

нейтрализованного продукта щелочного гидролиза полиакрилонитрила, полученного гидролизом полиакрилонитрила 3-20 %-ным раствором едкого натра или калия при 90-120 °С в течение 4-16 ч до содержания карбоксилатных групп 50-95 % с последующей нейтрализацией до рН 6-10 минеральной или органической кислотой.

В У  
1 1 2 3 3  
С 1

В У  
1 1 2 3 3  
С 1



BELARUS PATENT OFFICE

(19) **BY** <sup>(11)</sup> **11 233** <sup>(13)</sup> **C1**

(51) Int. Cl. (2006)  
**C21D 1/56**

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **a 20070625**, **24.05.2007**

(46) Publication date: **30.10.2008**

(71) Applicant(s):  
**Uchrezhdenie obrazovaniya "Belorussky gosudarstvenny tekhnologicheskyy universitet"** ,  
**Proizvodstvenno-torgovoe chastnoe unitamoe predpriyatie "AKUTA-IF" (BY)**

(72) Inventor(s):  
**Garost Aleksandr Ivanovich** ,

**Shishakov Evgeny Pavlovich** ,  
**Korneichik Anatoly Konstantinovich (BY)**

(73) Proprietor(s):  
**Uchrezhdenie obrazovaniya "Belorussky gosudarstvenny tekhnologicheskyy universitet"** ,  
**Proizvodstvenno-torgovoe chastnoe unitamoe predpriyatie "AKUTA-IF" (BY)**

(54) **METHOD OF HEAT TREATMENT OF FERROUS PRODUCTS**

(57) Abstract:

The invention relates to heat treatment of ferrous products, particularly to a method of quenching by plunging into a high-molecular compound solution, when a high-molecular compound is a neutralized aqueous solution of the product

obtained from alkaline hydrolysis of polyakrylonitril, hydrolysis thereof being carried out in the solutions of sodium hydroxide or potassium hydroxide followed by neutralization with a mineral or organic acid.

BY  
11233  
C1

BY  
11233  
C1

## Описание изобретения

5

Изобретение относится к термической обработке деталей, а именно к способам закалки методом погружения, и может быть использовано в термических цехах машиностроительных заводов.

Известен способ закалки изделий [1], который включает операции нагрева и охлаждения изделия в масле под слоем углекислого газа, когда углекислый газ подают в ванну в виде гранул сухого льда.

10 Данный способ закалки предусматривает использование в качестве охлаждающей среды минеральных масел. Такие охлаждающие среды приводят к вспыхиванию пламени, заполнению цеха дымом, копотью, масляными парами, продуктами окисления и термического разложения углеводородов. Процессы битумизации и окисления масла, протекающие при воздействии на него раскаленного металла, приводят к потере маслом охлаждающей способности, загрязнению ванны и образованию пригара на закаливаемых деталях. Очистка  
15 отработанных масляных ванн и утилизация масляных отходов приводит к загрязнению окружающей среды. Применение сухого льда для барботации масла углекислым газом не обеспечивает длительную идентичность эксплуатационных характеристик охлаждающей среды, отсутствуют методы контроля ее состояния, требуется постоянный ввод новых порций гранул твердой двуокиси углерода, не обеспечивается стабильность механических характеристик термически обработанных изделий. Применяемые для реализации способа материалы отличаются дороговизной, а также требуют специальных условий для хранения и подачи сухого льда на рабочее место.

Известны также синтетические закалочные среды, которые находят все большее применение в машиностроении при реализации конкретных способов термической обработки изделий.

25 Одним из наиболее известных является способ термической обработки длинномерных изделий [2], при котором в качестве закалочной среды используют водный раствор сополимера метакриловой кислоты с акрилонитрилом. В этом случае охлаждение начинают по истечении времени, не превышающего 3 с с конца нагрева, и ведут со скоростью 50-130 °С/с до температуры ниже температуры распада закалочной среды, которую в процессе постоянно охлаждают.

30 Известный способ не позволяет обеспечивать требуемые свойства и структуру металла из-за низкой термической стойкости и возможности распада закалочной среды. Для исключения указанного явления среда должна перемешиваться и охлаждаться с помощью теплообменника, а ее температура регулируется скоростью циркуляции раствора и охладителя. Это приводит к усложнению технологии и значительным энергетическим и материальным затратам.

35 Наиболее близким к заявляемому объекту по технической сущности и достигаемому результату является способ термической обработки заготовок из дозвектоидных легированных карбидообразующими элементами сталей [3], преимущественно крупных или в больших садках, при котором регулируемое охлаждение осуществляют в водном растворе полимера акрилатного типа с температурой 65-98 °С до температуры, находящейся в интервале между нижней границей выделения карбидной фазы и температурой начала  
40 смачивания полимером поверхности заготовок. Способ предусматривает проведение пластической деформации при температурах аустенизации стальных заготовок.

45 Однако использование в известном способе полиакрилонитрильного сополимера или полиакриламида приводит к тому, что охлаждение в таком высоковязком растворе проводят только до температур, не превышающих нижней границы выделения карбидной фазы, а дальнейшее охлаждение проводят на воздухе. Это значительно усложняет технологический режим термической обработки. При более низких температурах наблюдается смачивание полимером поверхности заготовок, налипание полимера на ее поверхность, что приводит к большому уносу полимера, нарушению стабильности охлаждающей среды и затрудняет получение чистой поверхности заготовки. Требуется последующая промывка деталей.

50 Задача изобретения - исключение эффекта смачивания полимером поверхности заготовок и явления налипания полимера на ее поверхность, создание режима интенсивного движения жидкости на поверхности охлаждаемой детали, обеспечивающего закалку на мартенсит или мартенсит и троостит, обеспечение низкой вязкости раствора, повышение термической стойкости и исключение возможности распада закалочной среды.

55 Для достижения технического результата в способе термической обработки изделий из черных металлов, включающем нагрев до температуры аустенизации, выдержку и охлаждение в растворе высокомолекулярного соединения, в качестве раствора высокомолекулярного соединения используют 0,3-3,0 %-ный водный раствор нейтрализованного продукта щелочного гидролиза полиакрилонитрила. В данном случае гидролиз полиакрилонитрила проводят в 3-20 % растворах едкого натра или калия при температуре 90-120 °С в течение 4-16 ч до содержания карбоксилатных групп 50-95 % с последующей нейтрализацией до pH 6-10 минеральной или органической кислотой.

60 При реализации предлагаемого способа термической обработки изделий из черных металлов благодаря применению в качестве охлаждающей среды нового продукта, являющегося водным раствором оптимальной концентрации нейтрализованного продукта щелочного гидролиза полиакрилонитрильного полимера, обеспечивается охлаждение в режиме интенсивного движения жидкости на поверхности охлаждаемых стальных деталей без выделения дыма, копоти, масляных паров, продуктов окисления и термического разложения углеводородов, при этом исключается явление вспыхивания пламени. Одновременно предложенные условия  
65 гидролиза полиакрилонитрильного полимера в растворах едкого натра или калия обеспечивают оптимизацию

5 содержания карбоксилатных групп, при этом щелочной гидролизат нейтрализуют минеральной или органической кислотой до pH 6-10, что способствует наиболее эффективному растворению высокополимерного соединения в воде с достижением оптимального значения pH и отсутствию расслоения полученного раствора при хранении.

10 Анализ известных способов термической обработки изделий из черных металлов показал, что признаки, отличающие заявляемое техническое решение от прототипа, представляют собой новую совокупность признаков, так как при анализе не выявлено вариантов использования в качестве охлаждающей среды при термической обработке изделий из черных металлов нейтрализованного водного раствора продукта щелочного гидролиза полиакрилонитрильного полимера с концентрацией 0,3-3,0 мас. %, когда гидролиз полиакрилонитрильного полимера проводят в 3-20 % растворах едкого натра или калия при температуре 90-120 °С в течение 4-16 ч до содержания карбоксилатных групп 50-95 % и в данном случае щелочной гидролизат

15 нейтрализуют минеральной или органической кислотой до pH 6-10. Таким образом, отсутствие в известных аналогах отличительных признаков заявляемого способа термической обработки изделий из черных металлов свидетельствует о его соответствии критерию "изобретательский уровень".

20 В результате обеспечения оптимальности технологии термической обработки изделий из черных металлов с использованием в качестве охлаждающей среды нейтрализованного продукта щелочного гидролиза полиакрилонитрильного полимера предложенного состава гарантируется достижение высокого качества изделий по структуре и механическим показателям, исключается эффект смачивания полимером поверхности заготовок и явление налипания полимера на ее поверхности, достигается режим интенсивного движения жидкости на поверхности охлаждаемых стальных деталей, обеспечивающий закалку на мартенсит или мартенсит и троостит, обеспечивается низкая вязкость и достаточная термическая стойкость раствора, что исключает возможность распада закалочной среды. Изобретение поясняется примерами.

#### Пример 1.

30 В реакционную колбу загружают 30 г измельченного полиакрилонитрильного полимера, заливают 500 г 3 % раствора едкого натра, нагревают до температуры 90 °С и выдерживают при данной температуре в течение 16 ч. С помощью мешалки полученный продукт перемешивают до полного растворения полимера и протекания процесса гидролиза. В результате содержание карбоксилатных групп в полученном продукте составляет 50 %.

После охлаждения щелочного гидролиза полиакрилонитрильного полимера проводят его нейтрализацию минеральной кислотой, в качестве которой используют концентрированную серную, в количестве 2 мл.

35 Готовят водный раствор продукта щелочного гидролиза полиакрилонитрильного полимера с концентрацией 0,3 мас. %, для чего в рабочую металлическую емкость заливают 9,5 л жесткой воды из трубопровода, в которую добавляют 532 г нейтрализованного продукта щелочного гидролиза полиакрилонитрильного полимера. Смесь периодически перемешивают примерно в течение 30 мин до получения однородного раствора. Полученный раствор и является охлаждающей средой, используемой при термической обработке изделий из черных металлов.

40 Закалке подвергаются следующие детали:

болт M24× 120 мм из стали 40X;

зубило диаметром 30 мм и длиной 400 мм из стали 60С2.

Нагрев проводился в электропечи сопротивления камерной SNOL 6,7/1300. Температура закалки болтов из стали 40X составляла 860 °С, зубил из стали 60С2 - 870 °С.

45 После охлаждения проводились металлографические исследования структуры термически обработанных деталей и проверялась их твердость. Результаты исследований приведены в таблице (пример 1).

#### Пример 2.

50 В реакционную колбу загружают 30 г измельченного полиакрилонитрильного полимера, заливают 500 г 3 % раствора едкого калия, нагревают до температуры 90 °С и выдерживают при данной температуре в течение 16 ч. С помощью мешалки полученный продукт перемешивают до полного растворения полимера и протекания процесса гидролиза. В результате содержание карбоксилатных групп в полученном продукте составляет 50 %.

После охлаждения щелочного гидролиза полиакрилонитрильного полимера проводят его нейтрализацию минеральной кислотой, в качестве которой используют концентрированную фосфорную, в количестве 4 мл.

55 Готовят водный раствор продукта щелочного гидролиза полиакрилонитрильного полимера с концентрацией 0,3 мас. %, для чего в рабочую металлическую емкость заливают 9,5 л жесткой воды из трубопровода, в которую добавляют 536 г нейтрализованного продукта щелочного гидролиза полиакрилонитрильного полимера. Смесь периодически перемешивают примерно в течение 30 мин до получения однородного раствора. Полученный раствор и является охлаждающей средой, используемой при термической обработке изделий из черных металлов.

60 Результаты исследований приведены в таблице (пример 2).

#### Пример 3.

65 В реакционную колбу загружают 300 г измельченного полиакрилонитрильного полимера, заливают 1000 г 20 % раствора едкого натрия, нагревают до температуры 120 °С и выдерживают при данной температуре в течение 4 ч. С помощью мешалки полученный продукт перемешивают до полного растворения полимера и протекания процесса гидролиза. В результате содержание карбоксилатных групп в полученном продукте составляет 95 %.

После охлаждения щелочного гидролиза полиакрилонитрильного полимера проводят его нейтрализацию минеральной кислотой, в качестве которой используют концентрированную серную, в количестве 7 мл.

Готовят водный раствор продукта щелочного гидролиза полиакрилонитрильного полимера с концентрацией 3,0 мас. %, для чего в рабочую металлическую емкость заливают 8,7 л жесткой воды из трубопровода, в которую добавляют 1315 г нейтрализованного продукта щелочного гидролиза полиакрилонитрильного полимера. Смесь периодически перемешивают примерно в течение 30 мин до получения однородного раствора. Полученный раствор и является охлаждающей средой, используемой при термической обработке изделий из черных металлов.

Результаты исследований приведены в таблице (пример 3).

**Пример 4.**

В реакционную колбу загружают 300 г измельченного полиакрилонитрильного полимера, заливают 1000 г 20 % раствора едкого калия, нагревают до температуры 120 °С и выдерживают при данной температуре в течение 4 ч. С помощью мешалки полученный продукт перемешивают до полного растворения полимера и протекания процесса гидролиза. В результате содержание карбоксилатных групп в полученном продукте составляет 95 %.

Пример	Концентрация полиакрилонитрильного полимера, мас. %	Условия гидролиза				Условия нейтрализации		Марка стали	Температура закалки, °С
		Среда и ее концентрация	Температура, °С	Продолжительность гидролиза, час	Содержание карбоксилатных групп, %	Среда	pH		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0,3	3 % раствор NaOH	90	16	50	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	10	40X 60C2	860 870
2	0,3	3 % раствор KOH	90	16	50	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	10	40X 60C2	860 870
3	3,0	20 % раствор NaOH	120	4	95	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	10	40X 60C2	860 870
4	3,0	20 % раствор KOH	120	4	95	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	10	40X 60C2	860 870
5	0,3	3 % раствор NaOH	90	16	50	CH <sub>3</sub> COOH	7	40X 60C2	860 870
6	0,3	3 % раствор KOH	90	16	50	CH <sub>3</sub> COOH	10	40X 60C2	860 870

Интенсивность движения охлаждающей среды	Структура в закаленном состоянии	Твердость в закаленном состоянии, HRC
11	12	13
энергичное движение	мартенсит мартенсит	50 57
энергичное движение	мартенсит мартенсит	50 57
движение средней интенсивности	мартенсит-троостит мартенсит-троостит	45 51
движение средней интенсивности	мартенсит-троостит мартенсит-троостит	44 51
энергичное движение	мартенсит-троостит мартенсит-троостит	46 52
энергичное движение	мартенсит мартенсит	51 57

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----

В У 1 1 2 3 3 С 1

В У 1 1 2 3 3 С 1

5

10

15

7	3,0	20 % раствор NaOH	120	4	95	HOOC(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> COOH	8	40X 60C2	860 870	движение средней интенсивности	мартенсит-троостит мартенсит-троостит	45 52
8	3,0	20 % раствор KOH	120	4	95	CH <sub>3</sub> COOH	7	40X 60C2	860 870	движение средней интенсивности	мартенсит-троостит мартенсит-троостит	44 51
9	2,0	12 % раствор NaOH	105	8	72	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	8	40X 60C2	860 870	движение средней интенсивности	мартенсит мартенсит	49 56
10	4	2 % раствор KOH	130	20	40	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	12	40X 60C2	860 870	слабое движение	троостит троостит	40 42
11 (по прототипу)	6 % раствор полиакриламида	-	-	-	-	-	12	40X 60C2	860 870	неустойчивое движение, срывы паровой рубашки	сорбит сорбит	28 30

После охлаждения щелочного гидролиза полиакрилонитрильного полимера проводят его нейтрализацию минеральной кислотой, в качестве которой используют концентрированную азотную, в количестве 16 мл.

Готовят водный раствор продукта щелочного гидролиза полиакрилонитрильного полимера с концентрацией 3,0 мас. %, для чего в рабочую металлическую емкость заливают 8,7 л жесткой воды из трубопровода, в которую добавляют 1320 г нейтрализованного продукта щелочного гидролиза полиакрилонитрильного полимера. Смесь периодически перемешивают примерно в течение 30 мин до получения однородного раствора. Полученный раствор и является охлаждающей средой, используемой при термической обработке изделий из черных металлов.

Результаты исследований приведены в таблице (пример 4).

#### Пример 5.

В реакционную колбу загружают 30 г измельченного полиакрилонитрильного полимера, заливают 500 г 3 % раствора едкого натра, нагревают до температуры 90 °С и выдерживают при данной температуре в течение 16 ч. С помощью мешалки полученный продукт перемешивают до полного растворения полимера и протекания процесса гидролиза. В результате содержание карбоксилатных групп в полученном продукте составляет 50 %.

После охлаждения щелочного гидролиза полиакрилонитрильного полимера проводят его нейтрализацию органической кислотой, в качестве которой используют уксусную, в количестве 6 мл.

Готовят водный раствор продукта щелочного гидролиза полиакрилонитрильного полимера с концентрацией 0,3 мас. %, для чего в рабочую металлическую емкость заливают 9,5 л жесткой воды из трубопровода, в которую добавляют 536 г нейтрализованного продукта щелочного гидролиза полиакрилонитрильного полимера. Смесь периодически перемешивают примерно в течение 30 мин до получения однородного раствора. Полученный раствор и является охлаждающей средой, используемой при термической обработке изделий из черных металлов.

Результаты исследований приведены в таблице (пример 5).

#### Пример 6.

В реакционную колбу загружают 30 г измельченного полиакрилонитрильного полимера, заливают 500 г 3 % раствора едкого калия, нагревают до температуры 90 °С и выдерживают при данной температуре в течение 16 ч. С помощью мешалки полученный продукт перемешивают до полного растворения полимера и протекания процесса гидролиза. В результате содержание карбоксилатных групп в полученном продукте составляет 50 %.

После охлаждения щелочного гидролиза полиакрилонитрильного полимера проводят его нейтрализацию органической кислотой, в качестве которой используют уксусную, в количестве 3 мл.

Готовят водный раствор продукта щелочного гидролиза полиакрилонитрильного полимера с концентрацией 0,3 мас. %, для чего в рабочую металлическую емкость заливают 9,5 л жесткой воды из трубопровода, в которую добавляют 533 г нейтрализованного продукта щелочного гидролиза полиакрилонитрильного полимера. Смесь периодически перемешивают примерно в течение 30 мин до получения однородного раствора. Полученный раствор и является охлаждающей средой, используемой при термической обработке изделий из черных металлов.

Результаты исследований приведены в таблице (пример 6).

#### Пример 7.

В реакционную колбу загружают 300 г измельченного полиакрилонитрильного полимера, заливают 1000 г 20 % раствора едкого натрия, нагревают до температуры 120 °С и выдерживают при данной температуре в течение 4 ч. С помощью мешалки полученный продукт перемешивают до полного растворения полимера и протекания процесса гидролиза. В результате содержание карбоксилатных групп в полученном продукте составляет 95 %.

После охлаждения щелочного гидролиза полиакрилонитрильного полимера проводят его нейтрализацию органической кислотой, в качестве которой используют адипиновую, в количестве 70 мл.

Готовят водный раствор продукта щелочного гидролиза полиакрилонитрильного полимера с концентрацией 3,0 мас. %, для чего в рабочую металлическую емкость заливают 8,6 л жесткой воды из трубопровода, в которую добавляют 1370 г нейтрализованного продукта щелочного гидролиза полиакрилонитрильного полимера. Смесь периодически перемешивают примерно в течение 30 мин до получения однородного



раствора. Полученный раствор и является охлаждающей средой, используемой при термической обработке изделий из черных металлов.

Результаты исследований приведены в таблице (пример 7).

**Пример 8.**

В реакционную колбу загружают 300 г измельченного полиакрилонитрильного полимера, заливают 1000 г 20 % раствора едкого калия, нагревают до температуры 120 °С и выдерживают при данной температуре в течение 4 ч. С помощью мешалки полученный продукт перемешивают до полного растворения полимера и протекания процесса гидролиза. В результате содержание карбоксилатных групп в полученном продукте составляет 95 %.

После охлаждения щелочного гидролиза полиакрилонитрильного полимера проводят его нейтрализацию органической кислотой, в качестве которой используют уксусную, в количестве 60 мл.

Готовят водный раствор продукта щелочного гидролиза полиакрилонитрильного полимера с концентрацией 3,0 мас. %, для чего в рабочую металлическую емкость заливают 8,6 л жесткой воды из трубопровода, в которую добавляют 1360 г нейтрализованного продукта щелочного гидролиза полиакрилонитрильного полимера. Смесь периодически перемешивают примерно в течение 30 мин до получения однородного раствора. Полученный раствор и является охлаждающей средой, используемой при термической обработке изделий из черных металлов.

Результаты исследований приведены в таблице (пример 8).

**Пример 9.**

В реакционную колбу загружают 200 г измельченного полиакрилонитрильного полимера, заливают 1200 г 12 % раствора едкого натрия, нагревают до температуры 105 °С и выдерживают при данной температуре в течение 10 ч. С помощью мешалки полученный продукт перемешивают до полного растворения полимера и протекания процесса гидролиза. В результате содержание карбоксилатных групп в полученном продукте составляет 72 %.

После охлаждения щелочного гидролиза полиакрилонитрильного полимера проводят его нейтрализацию минеральной кислотой, в качестве которой используют серную, в количестве 60 мл.

Готовят водный раствор продукта щелочного гидролиза полиакрилонитрильного полимера с концентрацией 6 мас. %, для чего в рабочую металлическую емкость заливают 8,5 л жесткой воды из трубопровода, в которую добавляют 1508 г нейтрализованного продукта щелочного гидролиза полиакрилонитрильного полимера. Смесь периодически перемешивают примерно в течение 30 мин до получения однородного раствора. Полученный раствор и является охлаждающей средой, используемой при термической обработке изделий из черных металлов.

Результаты исследований приведены в таблице (пример 9).

**Пример 10.**

В реакционную колбу загружают 400 г измельченного полиакрилонитрильного полимера, заливают 2000 г 2 % раствора едкого калия, нагревают до температуры 130 °С и выдерживают при данной температуре в течение 20 ч. С помощью мешалки полученный продукт перемешивают до полного растворения полимера и протекания процесса гидролиза. В результате содержание карбоксилатных групп в полученном продукте составляет 40 %.

После охлаждения щелочного гидролиза полиакрилонитрильного полимера проводят его нейтрализацию минеральной кислотой, в качестве которой используют серную, в количестве 40 мл.

Готовят водный раствор продукта щелочного гидролиза полиакрилонитрильного полимера с концентрацией 4,0 мас. %, для чего в рабочую металлическую емкость заливают 7,5 л жесткой воды из трубопровода, в которую добавляют 2470 г нейтрализованного продукта щелочного гидролиза полиакрилонитрильного полимера. Смесь периодически перемешивают примерно в течение 30 мин до получения однородного раствора. Полученный раствор и является охлаждающей средой, используемой при термической обработке изделий из черных металлов.

Результаты исследований приведены в таблице (пример 10).

**Пример 11** (по прототипу).

Готовят высоковязкий водный раствор полиакриламида с концентрацией 6 % (вязкость  $\nu_{60} = 30$  сСт) объемом 10 л.

В данном растворе подвергались закалке, как и в предыдущих примерах, следующие детали:

болт М24×120 мм из стали 40Х;

зубило диаметром 30 мм и длиной 400 мм из стали 60С2.

Нагрев деталей проводился в электропечи сопротивления камерной SNOL 6,7/1300. Температура закалки болтов из стали 40Х составляла 860 °С, зубил из стали 60С2 - 870 °С.

При охлаждении изделий наблюдаются неустойчивое движение охлаждающей жидкости, эффект смачивания полимером поверхности заготовок и явление налипания полимера на деталь.

После охлаждения проводились металлографические исследования структуры термически обработанных деталей и проверялась их твердость.

Результаты исследований приведены в таблице (пример 11).

Приведенные в примерах 1-9 (таблице) исследования показывают, что разработанный способ термической обработки изделий позволяет обеспечить эффективное охлаждение при термической обработке изделий без образования трещин, исключаящее налипания полимера на поверхности деталей и распад закалочной среды. Обеспечивается получение мартенситной или троостито-мартенситной структуры при охлаждении в растворах предлагаемого состава, при этом твердость термически обработанных изделий составляет 44-49 HRC для

стали 40X и 51-57 HRC для стали 60С2. Известный способ термической обработки заготовок [3] не позволяет получить нужную структуру и характеристики изделий (пример 11).

Если в предлагаемом способе термической обработки изделий состав нейтрализованного водного раствора продукта щелочного гидролиза полиакрилонитрильного полимера, используемого в качестве охлаждающей среды, выходит за рамки заявляемого, то не обеспечивается получение оптимальной структуры и механических характеристик изделий (пример 10).

Разработанный способ термической обработки планируется использовать на машиностроительных предприятиях при термической обработке изделий из сталей и чугунов.

Источники информации:

1. А.с. СССР 1150276, МПК С 21В 1/56, 1985.
2. Патент РФ 2044067, МПК С 21D 1/56, 1995.
3. А.с. СССР 1781310, МПК С 21D 1/56, 1992 (прототип).

### Формула изобретения

Способ термической обработки изделий из черных металлов, включающий нагрев до температуры аустенизации, выдержку и охлаждение в растворе высокомолекулярного соединения, **отличающийся** тем, что в качестве раствора высокомолекулярного соединения используют 0,3-3,0 %-ный водный раствор нейтрализованного продукта щелочного гидролиза полиакрилонитрила, полученного гидролизом полиакрилонитрила 3-20 %-ным раствором едкого натра или калия при 90-120 °С в течение 4-16 ч до содержания карбоксилатных групп 50-95 % с последующей нейтрализацией до рН 6-10 минеральной или органической кислотой.

Национальный центр интеллектуальной собственности.  
220034, г. Минск, ул. Козлова, 20.

В  
У  
1  
1  
2  
3  
3  
С  
1

В  
У  
1  
1  
2  
3  
3  
С  
1