ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

НАДЕЖНОСТЬ В ТЕХНИКЕ. МЕТОДЫ ВЫБОРА, РЕГУЛИРОВАНИЯ И КОНТРОЛЯ СРЕД ДЛЯ ГАЗОВОГО И ЖИДКОСТНОГО АЗОТИРОВАНИЯ

РД 50-186—80

Цена 10 коп.

Москва
ИЗДАТЕЛЬСТВО СТАНДАРТОВ
1980

gost.e-ecolog.ru

РАЗРАБОТАНЫ Министерством высшего и среднего специального образования СССР, Государственным комитетом СССР по стандартам

ИСПОЛНИТЕЛИ

Ю. М. Лахтин; В. Н. Гурашев (*руководители темы*); Я. Д. Коган; Г. В. Гладова; Т. К. Кантерина; В. А. Бородин; А. Н. Мальшаков

ВНЕСЕНЫ Министерством высшего и среднего специального образования СССР

УТВЕРЖДЕНЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 19 марта 1980 г. № 1226

УДК 621.793.6 : 001.4

РУКОВОДЯЩИЙ НОРМАТИВНЫЙ ДОКУМЕНТ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Надежность в технике. Методы выбора, регулирования и контроля сред для газового и жидкостного азотирования

РД 50-186—80

РДМУ
Введены впервые

Утверждены Постановлением Госстандарта от 19 марта 1980 г. № 1226, срок введения установлен с 1 июля 1981 г.

Настоящие методические указания предназначены для предприятий, производственных объединений и организаций, применяющих азотирование как метод поверхностного упрочнения изделий для повышения их надежности.

Методические указания устанавливают области применения газового и жидкостного азотирования, выбор насыщающих сред в зависимости от назначения упрочненных изделий, режимы азотирования, методы регулирования и контроля процессов азотирования.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Азотирование применяют с целью повышения поверхностной твердости, износостойкости, теплостойкости, усталостной прочности и коррозионной стойкости изделий машиностроения.

1.2. Процессы азотирования классифицируют в зависимости от температуры проведения процесса, способа нагрева и агрегатного состояния насыщающей среды. Классификация процессов азотирования представлена на чертеже.

Примечание. В настоящих методических указаниях рассмотрены вопросы низкотемпературного газового и жидкостного азотирования сталей.

1.3. Технологические возможности процесса азотирования позволяют создавать на металлах и сплавах поверхностные диффузионные слои, которые в сочетании с объемными свойствами материала придают изделиям комплекс механических и физико-химических свойств, определяющих их эксплуатационную надежность.

1.4. Выбор соответствующей марки стали, температурно-временного режима азотирования и состава насыщающей среды обес-

© Издательство стандартов, 1980

печивает создание механических и физико-химических свойств диффузионного слоя. Это достигается за счет образования в поверхностном слое изделия высокоазотистых нитридных или карбонитридных фаз и диффузионной зоны внутреннего азотирования.

1.4.1. Нитридная (карбонитридная) зона оптимального состава и строения поверхности изделий обеспечивает им высокую коррозионную стойкость, износо- и задиростойкость.

1.4.2. Диффузионный слой с развитой зоной внутреннего азотирования способствует повышению пределов прочности и выносливости изделий.

1.4.3. Оптимизацию структуры, строения, плотности и размеров нитридной (карбонитридной) зоны и зоны внутреннего азотирования для данного материала осуществляют регулированием активности насыщающих сред и применением оптимальных режимов химико-термической обработки.

1.5. Эффект азотирования в значительной мере зависит от правильного проведения подготовительных и заключительных операций*.

1.5.1. Для получения требуемого комплекса физико-механических свойств поверхностного слоя и сердцевины перед азотированием изделия подвергают термической обработке. Температуру отпуска после закалки назначают на 20—30 °С выше температуры азотирования.

Примечание. Для некоторых сталей существует возможность совмещения режима отпуска (старения) с процессом азотирования.

1.5.2. С целью предотвращения снижения толщины диффузионного слоя и получения «пятнистой» твердости перед азотированием производят специальную подготовку поверхности изделий.

1.5.2.1. Поверхность изделий перед азотированием обезжиривают для удаления следов масла, эмульсии и т. п. электролитическим методом или промывают в различных растворителях, например, МЛ-51, МЛ-52 (ТУ 84-228—71), КМ-1 (ТУ 38-10706—76).

1.5.2.2. Коррозионно-стойкие стали перед азотированием подвергают травлению в водных растворах кислот для удаления окисной пленки. Для депассивации высокохромистых сталей применяют четыреххлористый углерод или хлористый аммоний.

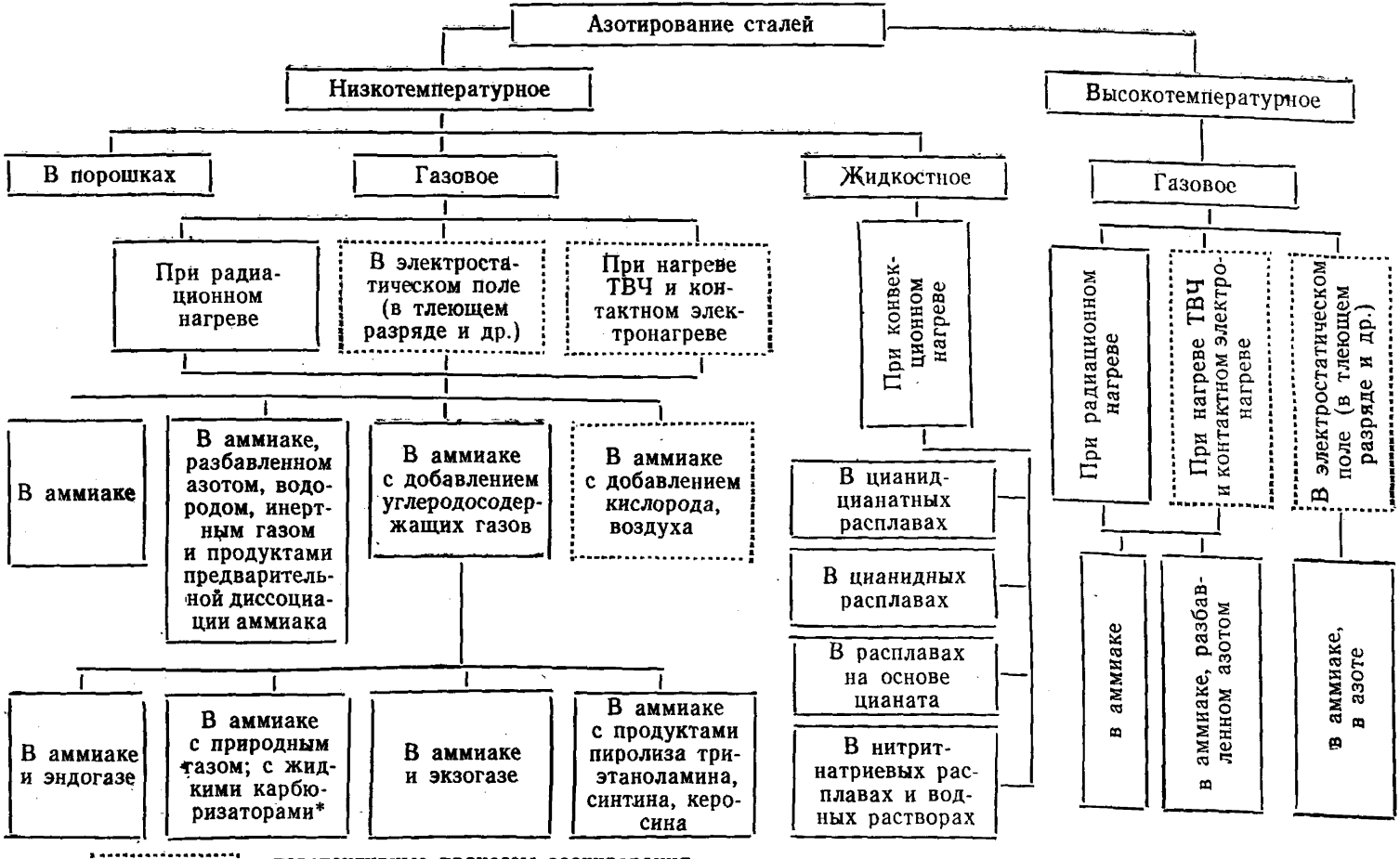
1.5.2.3. Для местной защиты поверхности изделий от азотирования применяют: защитные обмазки; гальваническое покрытие оловом; химическое или гальваническое никелирование (для коррозионно-стойких сталей); метод окисления (для аустенитных высокомарганцовистых, дисперсионно-упрочненных сталей).

1.5.3. Азотирование — завершающая операция технологического процесса, после которой может следовать шлифование или до-

---

* Методы оценки показателей качества азотированного слоя (см. Рекомендации «Упрочнение стальных изделий химико-термической обработкой. Поверхностное насыщение углеродом и азотом. Методы оценки показателей качества». М., Изд-во стандартов, 1976, 63 с.).

Классификация процессов азотирования



— перспективные процессы азотирования

* Процесс называется углеродоазотированием (РС 2256 СЭВ).

водка. При последующей механической обработке после азотирования возможно ухудшение качества изделий за счет частичного или неравномерного удаления поверхностных зон диффузионного слоя.

1.6. Процесс азотирования обеспечивает высокую точность изготовления изделий. После азотирования деформация изделий минимальна. Поэтому при выборе метода поверхностного упрочнения по критерию минимальной деформации предпочитают низкотемпературное азотирование другим методам химико-термической обработки.

2. СТАЛИ, ПОДВЕРГАЕМЫЕ АЗОТИРОВАНИЮ

2.1. Назначение изделия, условия эксплуатации, а также цель, с которой проводится процесс поверхностного упрочнения, определяют выбор конкретной азотируемой стали.

2.2. Процессу азотирования подвергают в принципе все стали, используемые в машиностроении.

Примечание. Не рекомендуется подвергать азотированию стали с высоким содержанием никеля (более 20%).

2.3. Выбранные стали должны обеспечивать работоспособность изделия в целом как поверхности, так и сердцевины. В первом случае это достигают оптимальными технологическими режимами азотирования, во втором — термической обработкой изделия перед азотированием.

3. ВЫБОР НАСЫЩАЮЩИХ СРЕД ДЛЯ ГАЗОВОГО И ЖИДКОСТНОГО АЗОТИРОВАНИЯ

3.1. Идентичное строение и состав диффузионного слоя, а следовательно, и комплекс физико-механических свойств изделий получают как при газовом, так и при жидкостном азотировании.

3.2. Основными критериями выбора насыщающих сред азотирования являются:

химический состав стали;

назначение применяемого метода;

возможность управления технологическим процессом;

обеспечение непрерывности технологического процесса;

экономичность метода;

обеспечение безопасности обслуживающего персонала и охраны окружающей среды.

3.3. Состав насыщающей среды должен обеспечивать получение диффузионного слоя оптимального состава и строения, определяющего работоспособность изделий в требуемых условиях эксплуатации.

3.4. Регулирование технологического процесса обеспечивает стабильность его протекания, воспроизводимость и получение диффузионного слоя требуемого состава и строения.

4. ГАЗОВОЕ АЗОТИРОВАНИЕ

4.1. Газовое азотирование применяют для поверхностного упрочнения углеродистых и легированных конструкционных сталей и сплавов, нитраллоев для получения высокой поверхностной твердости, сохраняющейся при длительном нагреве. При газовом азотировании толщина диффузионного слоя достигает 0,5 мм.

4.2. Процесс газового азотирования позволяет осуществить регулирование процесса насыщения для получения диффузионного слоя оптимального состава и строения, непрерывность процесса азотирования изделий массового производства и обеспечение безопасности труда.

4.3. Газовое азотирование проводят в печах различной конструкции периодического и непрерывного действия — шахтных, камерных, толкательных и конвейерных. Основные типы печей приведены в справочном приложении.

4.4. Температуру азотирования выбирают в зависимости от химического состава азотируемой стали, требуемой твердости поверхности, конструктивной жесткости изделий и установленного допуска на величину деформации при азотировании. Чем выше температура азотирования, тем, при прочих равных условиях, больше толщина слоя, ниже твердость поверхности и больше деформация.

4.5. Для сокращения длительности азотирования используют двухступенчатый режим. В этом случае твердость поверхности несколько ниже, чем при азотировании с постоянной температурой, а деформация несколько больше.

4.6. В качестве насыщающей среды для газового азотирования используют:

аммиак;

аммиак, разбавленный азотом (водородом, инертным газом, продуктами диссоциации аммиака);

аммиак с добавлением углеродосодержащих газов (природный газ, эндогаз, экзогаз, продукты пиролиза триэтаноламина, синтина, керосина и др.);

аммиак с добавлением серосодержащих веществ.

4.7. Азотирование в аммиаке

4.7.1. Азотирование в аммиаке (ГОСТ 6221—75) применяют для упрочнения изделий из среднеуглеродистых сталей, работающих на износ в условиях знакопеременных нагрузок, а также для повышения стойкости режущего инструмента (сверл, метчиков, накатников и др.). Режимы азотирования наиболее распространенных сталей приведены в табл. 1—4.

4.7.2. При азотировании в аммиаке изделий из сталей различного назначения толщина диффузионного слоя и его свойства зависят от степени диссоциации аммиака и температурно-временных режимов азотирования.

4.7.3. Степень диссоциации аммиака (отношение объема продиссоциированного аммиака к общему объему газа, %) выбирают

Таблица 1

Режимы азотирования конструкционных сталей в среде аммиака

Марка стали	Температура азотирования, °С	Продолжительность выдержки, ч	Толщина слоя, мм	Твердость азотированной поверхности по Виккерсу, кгс/мм² (не менее)
20 45 20Х 40Х	520—570	1—6	0,15—0,30	400
38Х2МЮА	510±10	24	0,15—0,35	800
	510±10	48—60	0,50—0,60	900
	540±10	20	0,15—0,35	750
	540±10	40	0,30—0,50	850
	510±10 I ступень 550±10 II ступень	15 25	0,50—0,60	800
	520±10 I ступень 540±10 II ступень	25 40	0,60—0,75	850
30Х3ВА	525±10	30—50	0,30—0,55	700
20Х3МВФ	550±10	40—60	0,30—0,55	800
16Х3НВФМБ	550±10	30—40	0,50—0,70	850
40ХН2МА	520±10	50—60	0,50—0,60	500
40ХН2ВА	520±10	50—60	0,50—0,60	500
30Х2НВА	520±10	50—60	0,50—0,60	600
30Х2НВФА	520±10	50—60	0,50—0,60	600
30Х3ВА 20Х3МВФ 30Х2НВА 30Х2НВФА	510±10 I ступень 550±10 II ступень	25 35	0,50—0,70	700 850 700 700
40ХФА	510±10	18—24	0,10—0,60	610

Таблица 2

Режимы азотирования коррозионно-стойких жаропрочных сталей в среде аммиака

Марка стали	Температура азотирования, °С	Продолжительность азотирования, ч	Толщина слоя, мм	Твердость азотированной поверхности по Виккерсу, кгс/мм² (не менее)
12Х13	500±10	48	0,14—0,16	1000
	550±10	49	0,25—0,30	900
	600±10	48	0,35—0,40	800
20Х13	500±10	48	0,10—0,12	1000
	550±10	48	0,24—0,28	900
	600±10	48	0,33—0,38	750
13Х14Н3В2ФР	550±10	48	0,20—0,38	900
13Х11Н2В2МФ	600±10	8—16	0,11—0,22	850
15Х12Н2МВФАБ	600±10	24	0,26—0,30	750
45Х14Н14В2М	560±10	60	0,09—0,11	750
	600±10	30—40	0,09—0,11	700
15Х16Н2АМ	560±10	24—48	0,18—0,28	800
12Х18Н9 12Х18Н10Т	560±10	50—60	0,20—0,25	1000
1Х12ВНМФ	680±10	6—10	0,25—0,40	800
40Г14Н9Ф2 40Г14Н9Х3ЮФ2	750±10	15—25	0,20—0,30	700

Таблица 3

Режимы азотирования мартенситно-стареющих сталей в среде аммиака

Марка стали	Температура азотирования, °С	Продолжительность выдержки, ч	Толщина слоя, мм	Твердость азотированной поверхности по Виккерсу, кгс/мм² (не менее)
Н18К9М5Т	500±10	24	0,25	900
	450±10	48	0,25	900
03Х11Н10М2Т	550±10	36	до 0,30	800
03Х12Н9Д2ТМ	525±10	72	до 0,30	1000
	600±10	12		
10Х5Н2М 04Х3Н2 13Х5Т2МЛ 04Х5Н2МЮ	585±10	6—24	до 0,50	850

Таблица 4

Режимы азотирования инструментальных сталей в среде аммиака

Марка стали	Температура азотирования, °С	Продолжительность азотирования, ч	Толщина слоя, мм	Твердость азотированной поверхности по Виккерсу, кгс/мм² (не менее)
Р18 Р9 Р6М5 Р6М3	510±10	0,5—3	0,010—0,025	1340
Х12М Х12Ф1	510±10	8—12	0,08—0,12	1100
3Х2В8Ф 4Х5В2ФС	530±10 I ступень 550±10 II ступень	12—16	0,20—0,25	1100
3Х28Ф 4Х5В2ФС	520±10 570±10	12 10	0,20—0,25	780 900

в зависимости от состава азотируемой стали и температуры процесса. Рекомендуемые степени диссоциации аммиака для некоторых сталей приведены в табл. 5.

Таблица 5

Рекомендуемые степени диссоциации аммиака (газовое азотирование)

Конструкционные стали		Коррозионно-стойкие стали	
Температура азотирования, °С	Степень диссоциации аммиака, %	Температура азотирования, °С	Степень диссоциации аммиака, %
510±10	15—40	500±10	15—25
530±10	30—50	560±10	25—40
550±10	40—60	600±10	40—60
		650±10	50—95

4.7.4. Степень диссоциации аммиака при постоянной температуре регулируют изменением расхода аммиака (при увеличении расхода степень диссоциации уменьшается, при уменьшении — повышается). Увеличение степени диссоциации аммиака выше оптимальной ведет к снижению концентрации азота в слое, а иногда и к уменьшению толщины слоя. Так, увеличение степени диссоциации аммиака до 60 % для конструкционных сталей уменьшает хрупкость диффузионного слоя за счет меньшего развития нитридной фазы, не снижая твердости и толщины слоя. Степень диссоциации аммиака выше 60 % уменьшает твердость, толщину слоя и коррозионную стойкость аустенитных сталей.

4.8. Азотирование в аммиаке, разбавленном азотом (60—80 %)

4.8.1. Азотирование в аммиаке, разбавленном азотом (ГОСТ 9293—74), применяют для повышения поверхностной твердости, в ряде случаев предела выносливости изделий из конструкционных и инструментальных сталей (подшипники качения, штампы, сепараторы и др.) и для снижения хрупкости азотированного слоя высоколегированных сталей и нитраллоев. Применяют также для азотирования некоторых жаропрочных сталей, например, 10Х11Н23Т3МР. Режимы азотирования некоторых сталей приведены в табл. 6.

Таблица 6

Режимы азотирования сталей в смеси аммиака (20—40 %) и азота (80—60 %)

Марка стали	Температура азотирования, °С	Продолжительность азотирования, ч	Толщина слоя, мм	Твердость азотированной поверхности по Виккерсу, кгс/мм² (не менее)
45Х14Н14В2М	560±10	48	св. 0,10	700
38Х2МЮА	560±10	25 15	0,30—0,50 0,20—0,35	700
13Х11Н2В2МФ	560±10	48	0,25—0,40	700

4.8.2. Оптимальное соотношение компонентов насыщающей среды подавляет образование поверхностной нитридной зоны и ускоряет рост зоны внутреннего азотирования.

4.9. Азотирование в аммиаке, разбавленном продуктами его предварительной диссоциации

4.9.1. Азотированию в аммиаке, разбавленном продуктами его диссоциации, подвергают изделия, изготовленные из технического железа, конструкционных сталей, нитраллоев, а также инструментальных сталей. Влияние режимов азотирования инструментальных сталей на коэффициент их стойкости показано в табл. 7.

Таблица 7

Влияние режимов азотирования инструментальных сталей на коэффициент их стойкости

Обрабатываемый материал	Режущий инструмент							
	Материал	Режим азотирования			Толщина слоя, мкм	Твердость HV	Коэффициент стойкости
		Температура, °С	Соотношение состава насыщающей среды аммиак: аммиак диссоциированный	Время, мин			
14Х17Н2	Р18	520	аммиак	70	60	1350	2,5
Техническое железо	Р9	520	20:80	20	25	1100	2,2
ВТ-5	Р6М5	520	20:80	30	30	1150	1,5
35ХГСЛ	Р6М5	520	30:70	40	30	1200	3,5

Продолжение табл. 7

Обрабатываемый материал	Режущий инструмент							
	Материал	Режим азотирования			Толщина слоя, мкм	Твердость НУ	Коэффициент стойкости
		Температура, °С	Соотношение состава насыщающей среды аммиак: аммиак диссоциированный	Время, мин			
Техническое железо	Р6М5	520	20:80	40	32	1210	10,0
Техническое железо	Р6М5	520	30:70	40	30	1180	2,5
Э10Ш	Р9К5	520	30:70	60	32	1200	1,5
Техническое железо	Р9К5	520	30:70	40	28	1170	2,0
30ХГСА	Р12	520	20:80	40	25	1180	4,5
ВНЛ-1	Р9	520	20:80	40	26	1200	3,0
Сталь 10	Р0К5	520	30:70	30	26	1170	6,0
40Х13	Р18	520	80:20	60	40	1280	2,0
Д16	Р9К5	520	20:80	60	32	1210	2,0
15Л	Р6М5	520	20:80	60	32	1200	2,2
14Х17Н2	Р18	520	80:20	60	42	1310	1,8
50ХФА	Р6М5К5	520	30:70	60	32	1180	2,0
Э21	Р9	520	20:80	60	28	1200	2,2
14Х17Н2	Р18	520	20:80	60	30	1300	1,6

4.9.2. Варьирование состава среды в широких пределах позволяет изменять строение и толщину диффузионного слоя, его физико-механические свойства. При оптимальных режимах нитридная зона на поверхности отсутствует, а диффузионный слой состоит из азотистого α-твердого раствора.

4.10. Азотирование в аммиаке с добавками углеродосодержащих газов

4.10.1. Азотирование в аммиаке с добавками углеродосодержащих газов применяют для повышения пластичности поверхностной зоны за счет предотвращения перенасыщения ее азотом и устранения хрупкости нитридной зоны для повышения стойкости инструмента из быстрорежущей стали, пресс-форм литья под давлением и поверхностного упрочнения изделий машиностроения. Режимы азотирования некоторых сталей представлены в табл. 8.

Таблица 8

Режимы азотирования некоторых сталей в смеси аммиака с добавками углеродосодержащих газов

Марка стали	Температура азотирования, °С	Продолжительность азотирования, ч	Состав газа, %		Толщина карбонитридного слоя, мкм	Общая толщина слоя, мм
			аммиак	метан		
45	570±10	5	50	50	25	до 0,5
20Х	570±10	5	50	50	27	до 0,5
45Х	570±10	5	50	50	25	до 0,5
15ХМ	570±10	5	50	50	15	до 0,4

Продолжение табл. 8

Марка стали	Температура азотирования, °С	Продолжительность азотирования, ч	Состав газа, %		Толщина карбонитридного слоя, мкм	Общая толщина слоя, мм
			аммиак	метан		
38ХМЮА	570±10	5	50	50	11	до 0,5
18ХН2М	570±10	5	50	50	8	до 0,4
45Х	570±10	10	70	30	22	до 0,3
15ХМ	570±10	8	70	30	27	до 0,4
45Х	570±10	6	70	30	27	до 0,4
15ХМ	570±10	6	70	30	22	до 0,4
У8	570±10	6	70	30	15	до 0,3
15ХМ	570±10	2	50	50	22	до 0,4
25ХГ	590±10	5	50	50	15	до 0,3

4.10.2. Для получения слоя оптимального строения и состава применяют следующие газовые смеси в зависимости от науглероживающего газа:

30—40 % аммиака и 70—60 % пиролизного или природного газа;

15—25 % аммиака и 85—75 % генераторного или светильного газа.

5. КОНТРОЛЬ И РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ГАЗОВОГО АЗОТИРОВАНИЯ

5.1. Основными контролируемыми и регулируемыми параметрами газового азотирования являются:

температура;

продолжительность;

давление;

степень диссоциации аммиака;

состав насыщающей среды.

5.2. Методы контроля и регулирования процессов азотирования делят на прямые и косвенные.

5.2.1. Косвенным методом определяют степень диссоциации аммиака в отходящих из печи газах, с использованием ручного или автоматического диссоциометра, а также по количеству проходящего через печь газа по ротаметру.

5.2.2. Прямым методом контроля атмосферы определяют степень диссоциации непосредственно в рабочей зоне печи.

5.3. Применяют два метода прямого контроля для регулирования процесса азотирования:

метод определения азотного потенциала насыщающей способности среды по ионному составу атмосферы в муфеле печи (ионные диссоциометры*);

* Авт. свид. № 538057.

метод прямого анализа толщины и фазового состава диффузионного слоя в процессе химико-термической обработки (токовихревые анализаторы*).

5.3.1. В основу ионных диссоциометров положена зависимость электрофизических параметров газа в электрическом поле малой напряженности от температуры и состава насыщающей атмосферы, что позволяет измерять степень диссоциации аммиака непосредственно в рабочей зоне печи.

5.3.2. Токовихревые анализаторы позволяют оценивать толщину и фазовый состав диффузионного слоя непосредственно в период насыщения.

5.4. По способу образования атмосферы применяют устройства с дискретным и непрерывным способами регулирования.

5.4.1. В устройствах с непрерывным способом регулирования соотношение компонентов атмосферы печи задают изменением проходного сечения регулирующих дросселей при постоянном перепаде давления или изменением перепада давления на постоянных дросселях.

5.4.2. Для регулирования процесса азотирования применяют устройства, в которых необходимый состав атмосферы поддерживается с помощью калиброванных протарированных дроссельных шайб (редукторов).

5.4.3. В устройствах с дискретным способом регулирования каждый газовый компонент поступает отдельными порциями, причем соотношение газов в атмосфере задается или обычным способом — давлением, или по определенному закону управления с дискретной подачей.

5.5. При автоматизированной системе управления процессом азотирования используют установки с программным управлением технологического цикла.

5.5.1. Процесс азотирования с программным управлением реализован в автоматической системе управления процессами (АСУТП), которая позволяет:

регистрировать и обрабатывать информацию о кинетике роста диффузионного слоя непосредственно в процессе насыщения;

контролировать азотный потенциал с помощью ионизационного датчика;

вести процесс по заранее заложенной программе.

5.5.2. Использование автоматических систем управления позволяет снизить трудоемкость процесса, сократить время технологического цикла и повысить качество поверхностного слоя обрабатываемых изделий.

6. АЗОТИРОВАНИЕ В ЖИДКИХ СРЕДАХ

6.1. Применение азотирования в жидких средах эффективно для повышения усталостной прочности, износостойкости, задиро-

* Авт. свид. № 494441.

стойкости деталей из углеродистых и легированных сталей, работающих при невысоких удельных давлениях и температурах.

6.2. Азотирование в жидких средах позволяет:

сократить продолжительность процесса насыщения;

обеспечить высокую скорость нагрева;

уменьшить термические напряжения;

осуществлять регулирование скорости охлаждения после химико-термической обработки;

получать на поверхности пластичную карбонитридную зону.

6.3. Недостатки азотирования в жидких средах следующие:

токсичность ванн;

трудность осуществления непрерывного управления (регулирования) технологическим процессом;

дорогостоящая защита поверхности изделий от азотирования;

ограниченная возможность автоматизации процесса и применения в поточных линиях крупносерийного производства.

6.4. Оборудование для жидкостного азотирования состоит из комплекта ванн для предварительного подогрева (при необходимости), азотирования, охлаждения и промывки изделий. Применяют печи-ванны шахтного типа с вмонтированным титановым тиглем или тиглем из коррозионно-стойкой стали.

6.5. В качестве рабочей среды (расплава) для жидкостного азотирования используют:

цианатные ванны;

цианид-цианатные ванны;

цианидные ванны;

ванны на основе цианата;

нитрит-нитратные ванны и водные растворы.

Примечание. Режимы азотирования наиболее технологичных процессов в цианид-цианатных ваннах и ваннах на основе цианата представлены в табл. 9.

Таблица 9

Режимы азотирования в жидких средах

Состав ванны в момент загрузки, % (по массе)	Рабочий состав ванны, % (по массе)	Состав регенерирующей смеси (освежение ванны), % (по массе)	Температура устойчивой работы, °С
85 соли NSI (40 KCNO+ +60 NaCN)+15 Na_2CO_3	42—48 KCNO+ +50 KCN+ +ост. Na_2CO_3	Соль NS2 (75 NaCN и 25 KCN)	570±10
40 $(NH_2)_2CO$ 48 Na_2CO_3 12 NaCl	—	4 % $(NH_2)_2CO$ или 3% NaCNO (через каждые 2 ч работы)	—

Продолжение табл. 9

Состав ванны в момент загрузки, % (по массе)	Рабочий состав ванны, % (по массе)	Состав регенерирующей смеси (освежение ванны), % (по массе)	Температура устойчивой работы, °С
32 NaCNO 38 KCl 30 Na_2CO_3	25—35 NaCNO 25—35 Na_2CO_3 28—40 KCl	NaCNO KCl Na_2CO_3 (по мере необходимости)	560±20
55 $(NH_2)_2CO$ 45 K_2CO_3	60—75 KCNO 25—40 K_2CO_3 до 1 KCN	$(NH_2)_2CO$ K_2CO_3 (по мере необходимости)	560±20

Примечание: NaCl — ГОСТ 4233—77; KCl — ГОСТ 4234—77; NaCN — ГОСТ 8464—69; KCN — ГОСТ 8465—69; NaCNO — ТУ 6-09-840—74; KCNO — ТУ 6-09-1109—76; Na_2CO_3 — ГОСТ 5100—73; K_2CO_3 — ГОСТ 10690—73; $(NH_2)_2CO$ — ГОСТ 2081—75.

6.6. Диффузионный слой при жидкостном азотировании состоит из 2-х зон: поверхностной карбонитридной зоны (в виде белой нетравящейся полосы) и внутренней — диффузионной.

6.6.1. Работоспособность карбонитридной зоны, определяющей износостойкость, задиростойкость, коррозионную стойкость и прирабатываемость трущихся поверхностей зависит от ее пластичности и пористости.

6.6.2. Оптимизацию структуры, плотности и толщины карбонитридной зоны осуществляют регулированием активности насыщающих сред и применением оптимальных режимов химико-термической обработки (в табл. 10 приведены толщины слоев и значения твердости некоторых сталей).

Таблица 10

Изменение толщины азотированного слоя сталей различного химического состава в зависимости от продолжительности процесса азотирования

Марки стали	Твердость азотированной поверхности по Виккерсу, кгс/мм² (не менее)	Толщина азотированного слоя, мм при продолжительности азотирования, ч				
		1	2	3	4	5
38Х2МЮА	800	0,08	0,10	0,15	0,20	0,20
30Х3ВА	700	0,08	0,10	0,15	0,20	0,25
30Х3МА	700	0,08	0,10	0,15	0,20	0,25
30Х2НВА	700	0,08	0,10	0,15	0,20	0,25
40ХН2МА	500	0,08	0,10	0,15	0,20	0,25

Продолжение табл. 10

Марки стали	Твердость азотированной поверхности по Виккерсу, кгс/мм² (не менее)	Толщина азотированного слоя, мм при продолжительности азотирования, ч				
		1	2	3	4	5
40ХН2ВА	500	0,08	0,10	0,15	0,20	0,25
13Х11Н2В2МФ	800	0,03	0,05	0,15	0,08	0,10
15Х12Н2МВФАБ	800	0,03	0,05	0,15	0,08	0,10
10Х11Н23Т3МР	700	0,01	0,02	0,03	0,08	0,08
03Х11Н10М2Т	750	0,03	0,06	0,07	0,08	0,08
03Х12Н10МТ	750	0,03	0,06	0,07	0,08	0,08
15Х16Н2АМ	800	0,03	0,05	0,07	0,08	0,08
45Х14Н14В2М	800	0,03	0,05	0,07	0,08	0,06

Примечания:

1. Измерение твердости проводить на предварительно защищенной поверхности; зачистку проводить до полного удаления черного цвета и появления металлического блеска.
2. Твердость азотированной поверхности измеряют по Виккерсу с нагрузкой 5 кгс при глубине слоя не более 0,1 мм.

6.7. Контроль и регулирование процесса азотирования в цианид-цианатных ваннах осуществляют путем химического анализа состава ванны и контроля температуры, продолжительности процесса и регенерацией солей 60 % NaCN, 40 % KCN (NS2); 70 % NaCN, 25 % KCN, 5 % KCNO (NS1); ReG1.

6.8. Насыщающую способность ванн оценивают по контрольным образцам измерением твердости, толщины слоя и пористости.

7. БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА

7.1. При проведении процесса азотирования предусматривают меры по защите работающих от возможных действий опасных и вредных производственных факторов в соответствии с ГОСТ 12.0.003—75. Уровни физически опасных и вредных производственных факторов не должны превышать значений, установленных санитарными нормами.

7.2. Производственное оборудование участка азотирования должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.003—74 и ГОСТ 12.3.004—75.

7.3. При разработке технологического процесса азотирования учитывают требования ГОСТ 12.3.002—75 и ГОСТ 12.3.004—75.

7.4. Работающие на участке азотирования должны использовать средства индивидуальной защиты, предусмотренные санитарными нормами и соответствующие требованиям ГОСТ 12.4.011—75.

7.5. При работе с технологическими материалами, а также при хранении и транспортировании их и отходов производства должны соблюдаться требования ГОСТ 12.3.004—75.

7.6. На рабочих участках азотирования должны быть разработаны рабочие инструкции по безопасности труда, учитывающие индивидуальные особенности производства и вышеперечисленные документы.

ПРИЛОЖЕНИЕ
Справочное

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ГАЗОВОГО АЗОТИРОВАНИЯ

Печи для азотирования

Тип печи	Установленная мощность нагревателей, кВт	Число зон	Напряжение, В		Максимальная рабочая температура, °С	Масса садки, кг	Характер обрабатываемых изделий	Размеры рабочего пространства, мм		Число муфелей	Конструктивные особенности печи	
			в сети	на печи				диаметр	глубина		ускоренное охлаждение	вертикальная подвеска изделий
Шахтные муфельные печи												
США-3,2.4,8/6-Л1 ТУ 16-531.387—76	17	1	380	53,0	600	150	Мелкие	320	480	2	Нет	Нет
США-5.7,5/6-Л1 ТУ 16-531.387—76	47	2	380	74	600	400	»	500	750	2	То же	»
США-5.7,5/6-Л2 ТУ 16-531.387—76	47	2	380	74	600	400	»	500	750	2	»	»
США-8.12/6-Л1 ТУ 16-531.387—76	95	2	380	380	600	1200	Средние	800	1200	2	»	Есть
США-8.12/6-Л2 ТУ 16-531.387—76	95	2	380	380	600	1200	»	800	1200	1	»	»
США-6.6/7-Л1 НРО 599.099.Т.У.	52	2	380	6,5—55,5	700	560	Мелкие	600	600	2	»	»
СШ-6.6/7-Л2 НРО 599.099.Т.У.	52	2	380	65,0—57	700	560	»	600	600	1	»	»
США-6.12/7-Л1 НРО 599.099.Т.У.	76	2	380	65,0—57	700	860	Средние	600	1200	2	»	»
США-6.12/7-Л2 НРО 599.099.Т.У.	76	2	380	65,0—57	700	860	»	600	1200	1	»	»

Продолжение

Тип печи	Установленная мощность нагревателей, кВт	Число зон	Напряжение, В		Максимальная рабочая температура, °С	Масса садки, кг	Характер обрабатываемых изделий	Размеры рабочего пространства, мм		Число муфелей	Конструктивные особенности печи	
			в сети	на печи				диаметр	глубина		ускоренное охлаждение	вертикальная подвеска изделий
США-6.20/7-Л1 НРО 599.099.Т.У.	98,2	3	380	65,0—55,5	700	1120	Средние	600	2000	2	Нет	Есть
США-6.20/7-Л2 НРО 599.099.Т.У.	98,2	3	380	65—55	700	1200	Крупные	600	2000	1	»	»
Печи со стационарными муфелями												
США-8.24/6-Л1 ТУ 16-531.387—76	120	2	380	380	650	2000	Валы, штанги	800	2400	1	Есть	»
США-8.24/6-Л2 ТУ 16-531.387—76	120	2	400	380	650	2000	То же	800	2400	1	Нет	»
США-8.24/6-Л3 ТУ 16-531.387—76	120	2	380	380	650	2400	»	800	2400	1	Есть	»
США-8.56/6-Л1 ТУ0НН-538.009-78	330	4	380	380	650	4000	Штоки, плунжеры	800	5600	1	»	»
ОКБ-3174А НРЗ.101.047 ТУ	200	3	380	380	650	4000	Крупные шестерни	1600	3000	1	»	»
Безмуфельные печи												
США-20.22.4/6-Л1 ЗНР 101.077.ТУ	144	2	380	380	650	2500	Крупные детали, коленчатые валы	2000	2240	Нет	Нет	Есть
США-20.22,4/6-Л2 ЗНР 101.077.ТУ	180	2	380	380	650	2500	Крупные детали, коленчатые валы	2000	2240	»	»	»

Продолжение

Тип печи	Установленная мощность нагревателей, кВт	Число зон	Напряжение, В		Максимальная рабочая температура, °С	Масса садки, кг	Характер обрабатываемых изделий	Размеры рабочего пространства, мм		Число муфелей	Конструктивные особенности печи	
			в сети	на печи				диаметр	глубина		ускоренное охлаждение	вертикальная подвеска изделий
США-20.30/6-Л1 ТУ ОНН-531.842—72	260	2	525	525	650	15000	Протяжки, коленчатые валы, крупные шестерни	2000	3000	Нет	Нет	Есть
США-20.30/6-Л2 ТУ ОНН-531.842—72	230	2	380	380	650	15000		2000	3000	"	"	"
ОКБ-3210 НР.101.046 ТУ	165	2	380	380	560	1600	То же	2500	1800	"	"	"

Продолжение

Тип печи	Установленная мощность нагревателей, кВт	Число зон	Напряжение, В		Максимальная рабочая температура, °С	Масса, садки, кг	Обрабатываемые изделия	Размеры рабочего пространства, мм			Число муфелей на одном стенде	Наличие механизма вращения валов	Укладка деталей
			в сети	на печи				длина	высота	ширина			
Печи для азотирования с передвижной камерой													
СНА-6,5.22.10/6М ТУ 16.531.127.77	100	2	380	380	650	1250	Гильзы, коленчатые валы и др.	650	2240	1000	1	Нет	На поду
СНА-13.45.16/6М ЗНР 100.034 ТУ	400	2	380	380	650	4000		1300	4500	1600	1	Есть	Стойки с подшипниками
СНА-13.67.16/6М ЗНР 100.036 ТУ	540	2	380	380	650	4000	Коленчатые валы	1300	3250	1600	2	"	То же

Примечание. Расшифровка обозначения печей: первая цифра—диаметр рабочего пространства $Дx100$ (мм); вторая цифра — высота $Нx100$ (мм); третья цифра — максимальная рабочая температура $Тx100$ (°С).
Например, США-5.7,5/6 : $Д=500$ мм, $Н=750$ мм, $Т_{макс}=600$°С).

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения 1
2. Стали, подвергаемые азотированию 4
3. Выбор насыщающих сред для газового и жидкостного азотирования 4
4. Газовое азотирование 5
5. Контроль и регулирование процессов газового азотирования . 11
6. Азотирование в жидких средах 12
7. Безопасность труда 15
Приложение. Справочное. Оборудование для газового азотирования 17

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Надежность в технике. Методы выбора, регулирования и контроля сред для газового и жидкостного азотирования

РД 50-186—80

Редактор *Т. А. Киселева*
Технический редактор *А. Г. Каширин*
Корректор *Г. М. Фролова*

Сдано в наб. 11.09.80 Подп. к печ. 11.11.80 Т—18552 Формат 60×90¹/₁₆
Бумага типографская № 2 Гарнитура литературная Печать высокая
1,25 п. л. 1,48 уч.-изд. л. Тир. 10000 Зак. 1332 Цена 10 коп. Изд. № 6581/4

Почета» Издательство стандартов, 123557, Москва, Новопресненский пер., 3.
Тип. «Московский печатник». Москва, Лялин пер., 6.

gost.e-ecolog.ru