

Режимы азотирования сталей различных марок

Сталь	Температура процесса в °С*	Степень диссоциации аммиака в %	Продолжительность в ч	Глубина слоя в мм	Получаемая поверхностная твердость HV10	Минимальная поверхностная твердость HV10 по ТУ	Наименование обрабатываемых деталей
38ХМЮА— 35ХЮА	510	20—40	35	0,30—0,35	1000—1150	950	Гильзы авиамоторов, дизелей и насосов, зубчатые колеса, коленчатые валы втулки, кулачки, фиксаторы, детали топливных насосов, шпиндели, пароводная арматура и другие детали
	510	20—40	55	0,55—0,50	1000—1150		
	540	30—50	35	0,45—0,55	950—1100		
	1-я ступень 510	20—40	12	—	—		
	2-я ступень 540	50—60	42	0,50—0,70	950—1000		
38ХВФЮА	510	20—40	35	0,30—0,35	850—950	750	
	510	20—40	55	0,50—0,55	850—950		
30Х2Н2ВФА 30Х2Н2ВА	500	15—30	35	0,25—0,30	650—750	600	
	500	15—30	55	0,45—0,50	650—750		
	510	20—40	55	0,50—0,55	600—700		
30Х3ВА	500	15—20	35	0,25—0,30	700—850	650	
	500	15—20	55	0,45—0,50	700—850		
	510	20—40	55	0,50—0,55	650—750		
2Н4ВА	500	15—30	35	0,25—0,30	650—750	600	
	500	15—30	55	0,45—0,50	650—750		
	510	20—40	55	0,50—0,55	600—700		
40ХНВА— 40ХНМА, 34ХН4М	500	15—30	35	0,25—0,30	550—650	500	
	500	15—30	50	0,45—0,50	550—650		
	510	20—40	55	0,50—0,55	500—600		

Сталь	Температура процесса в °С*	Степень диссоциации аммиака в %	Продолжительность в ч	Глубина слоя в мм	Получаемая поверхностная твердость HV10	Минимальная поверхностная твердость HV10 по ТУ	Наименование обрабатываемых деталей
20Х3МВФ	510	20—40	25	0,20—0,30	—	—	Паровые клапаны, втулки и другие детали турбин
5МН	1-я ступень 530	25—35	36	—	—	—	Плунжерные пары форсунок насосов
	2-я ступень 550	40—60	12	0,35—0,45	820—1000		
1Х13, 2Х13, 3Х13	510	20—40	55	0,15—0,25	950—1100	850	Различные детали, испытывающие эрозийный износ (лопатки направляющего аппарата), работающие на трение в коррозионной среде, детали турбин
	550	40—55	55	0,25—0,35	850—950		
	1-я ступень 530	—	20	—	—		
	2-я ступень 580	—	20	0,25—0,27	800—850		
15Х11МФ, 15Х12ВМФ	1-я ступень 530	35	10	—	—	HRA 82,5	Лопатки соплового аппарата, штоки, втулки, седла, клапаны и другие детали турбин
	2-я ступень 580	65	18	0,32—0,37	—		
4Х14Н14В2М	550	40—55	55	0,08—0,12	850—1000	750	Клапаны двигателей внутреннего сгорания сферы, валики
	570	45—60	55	0,10—0,15	800—950		
	640	45—65	55	0,12—0,18	700—800		

Сталь	Температура процесса в °С*	Степень диссоциации аммиака в %	Продолжительность в ч	Глубина слоя в мм	Получаемая поверхностная твердость HV10	Минимальная поверхностная твердость HV10 по ТУ	Наименование обрабатываемых деталей
25X18H8B2	550 570	40—55 45—60	55 55	0,15—0,22 0,18—0,25	850—1000 800—900	800	Клапаны двигателей внутреннего сгорания, сферы, валики
4X14H2B2	550 570	40—55 45—60	55 55	0,18—0,25 0,20—0,30	900—1000 800—950	800	Различные детали, работающие при повышенных температурах в агрессивных средах
X12Ф	510 510	20—45 20—45	25 55	0,15—0,20 0,20—0,30	900—1000 900—1000	850	Матрицы и пуансоны для горячей штамповки, штампы, прессформы для литья под давлением пластмасс, каучука, стекла, валки для горячей прокатки шариков и другой инструмент
4X8B2 3X2B8	510	20—45	36	0,30—0,35	900—1000	850	
4XB2C, 7X3	560 560	20—45 20—45	55 55	0,45—0,55 0,45—0,55	700—750 675—750	600	
40X	500	35	48	0,50	≥ 450	≥ 450	Копиры сложного профиля, рейки, прессформы, зубчатые колеса

* Температура обычно поддерживается с точностью $\pm 10^\circ\text{C}$

	Промышленная инструкция		
	На азотирование стальных деталей	Время	
	Лист 1	Листов 7	

1. НАЗНАЧЕНИЕ

Настоящая инструкция является руководством при азотировании стальных деталей.

2. ПОДГОТОВКА

2.1 Детали на азотирование поступают предварительно термически обработанные, после чистовой механической обработки. Припуск на механическую обработку на упрочняемых поверхностях от 0,05 до 0,1 мм.

2.2 Перед загрузкой в печь детали тщательно осматреть визуально. Неазотированные детали необходимо обезжирить путем промывки в чистом бензине. Подготовка поверхности деталей под азотирование указывается в подетальной технологии.

Запрещается загружать детали, имеющие:

а/ повреждение на и фосфатированной и фосфатированной поверхности или следы олова на азотируемой поверхности;

б/ следы грубой обработки, ржавки, неснятые заусенцы, острые края, забоины;

в/ следы коррозии и масла на азотируемых поверхностях.

2.3 Перед началом процесса азотирования трубопроводы необходимо продувать сжатым воздухом для удаления влаги из системы. Для этого отсоединить манометр, диссоциометр и барбатор, и подать сухой воздух через клапан, отводящий газ из печи, а также слить воду из конденсационных баков.

Подпись и дата	
Время	
Имя и фамилия	
Подпись и дата	
Имя и фамилия	

2.4.4. Подготовленные к азотированию детали загрузить на приспособление, указанное в надетальной технологии. Загрузка производится таким образом, чтобы газ мог свободно снимать азотируемые поверхности. На азотирование вместе с деталями загружаются образцы, изготовленные из той же марки стали, что и детали. Разрешается одновременно загрузка деталей разных наименований, на одной марки стали, на одну и ту же глубину слоя. В отдельных случаях, при азотировании конструкционных сталей, допускается азотирование в одной садке деталей на разную глубину слоя. В этом случае процесс азотирования ведется по минимальному слою. После окончания технологической выдержки для деталей, азотируемых на малую глубину печь охлаждается до температуры 180° над потоком аммиака, после чего производится выгрузка этих деталей. Детали, азотируемые на большую глубину, осматриваются. Если азотируемая поверхность тонкая, окисленная ее необходимо обдуть песком. Луженные поверхности - предохранить от обдувки /по указанию технолога/.

3. ВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССА

3.1. Принасаждение с деталями загрузить в холодную печь, закрыть крышку, подать аммиак 50-100 мм маслянистого столба и проверить печь на герметичность. Утечка газа не допускается. Преддувка муфеля аммиаком производится до полного вытеснения воздуха. Процесс вытеснения воздуха контролируется диссацциметром. Полное завалнение диссацциметра водой свидетельствует о вытеснении воздуха из муфеля. Время преддувки 30-60 минут.

№ подлин. Подпись и дата Взамени инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

3.5.2. После окончания предуми печь выключается, подача аммиака не прекращается. Аммиак подается в печь по специальным трубопроводам из баллона через осушители. В качестве осушителя аммиака применяется силикогеле, который необходимо периодически /два раза в месяц/ просушивать при температуре 150° /3 часа/. На линии отвода газа из печи установлены конденсационные бочки, которые служат для сбора воды, конденсирующейся из паров выходящего из печи газа; U-образный манометр, заполненный маслом для определения давления в печи; баробар для создания в печи избыточного давления и улавливания аммиака; диссоциометр для определения степени диссоциации аммиака;

3.5.3. В процессе азотирования во избежание повышения давления в муфеле периодически через 3-4 часа удаляется влага, конденсирующаяся в отходящем трубопроводе может вызвать нарушение нормального ведения процесса азотирования;

3.5.4. Температура процесса азотирования и отпуска указывается в подетальной технологии. Если температура печи по какой-либо причине снизится, подачу аммиака прекращать не следует; это время в цикле азотирования не учитывается.

3.5.5. После использования всего аммиака из баллона установку немедленно переключить на новый баллон, не допускается при этом перерыва в подаче аммиака / это следует предусмотреть при запуске печи/. В случае азотирования в смеси аммиака и азота разрешается поочередная смена баллонов;

3.5.6. Во время ведения процесса азотирования производится периодический контроль с занесением в журнал:

- а/ температуры процесса
- б/ степени диссоциации аммиака
- в/ давления на входе и выходе из печи;

Подпись и дата

г/в № дубл

Взамен инв №

Подпись и дата

Инв. № подлин.

Чтобы замерить степень диссоциации аммиака необходимо открыть 2-й ходовой кран диссоциометра и пропустить отходящий газ некоторое время через цилиндр / 1-2 мин. / Затем закрыть 2-й ходовой кран и соединить 3-й ходовой кран с водой и цилиндром диссоциометра. Часть диссоциометра, не занесенная водой, показывает степень диссоциации аммиака. Определение степени диссоциации аммиака производится через каждый час и должна быть 30-50% /согласно технологии/ в течение всего процесса азотирования. Малая степень диссоциации приводит к большому расходу аммиака и удлиняет процесс азотирования. При степени диссоциации аммиака выше 60% наблюдается снижение твердости азотированного слоя, а также удлиняется процесс азотирования. Если диссоциация аммиака мала, то подачу его следует уменьшить, если велика - увеличить, тогда уменьшить или увеличить давление газа по манометру. На печи собственного изготовления № 00182 степень диссоциации можно уменьшить, пропуская отходящий газ через обводную трубку. Если отвод газа из печи затруднен из-за наличия воды в трубопроводе, с чем, свидетельствует повышение степени диссоциации, этот трубопровод необходимо продуть сухим воздухом. Операцию продувки производить быстро во избежание окисления деталей.

3.7% Отпуск деталей /см.подетальные технологии/ производится без потока аммиака при положительном давлении. Для поддержания положительного давления подачу аммиака полностью не перекрывать, а оставить давление 10-15 мм водяного столба. Диссоциация аммиака при отпуске должна составлять $90 \pm 10\%$.

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взамен инв. №

Подпись и дата

Инв. № подлин.

По окончании отпуска печь отключить и при температуре 500° повысить давление азотана до 30-40 мм масляного столба.

3.8. После технологической выдержки детали охлаждаются при непрерывной подаче азотана до температуры 200° , затем выгружаются из муфеля и укладываются в специальный тару. Выгрузку деталей необходимо производить осторожно во избежание скалов и заботки. Не допускать, чтобы детали ни образцы оставались в муфеле на повторное азотирование. Допускается из печи ОКБ30/17 муфель с деталями вынуть при температуре $350-450^{\circ}$ и охлаждать на воздухе над потоком азотана до 200°C .

4. КОНТРОЛЬ.

4.1. Глубина азотированного слоя может контролироваться, как в процессе азотирования путем взятия проб, так и после окончания процесса. При получении глубины азотированного слоя, ниже установленного по технологии, допускается до азотирования. При получении азотированного слоя пониженной твердости, но с запасом по глубине слоя, детали разрешается повторно азотировать. Продолжительность повторного азотирования выбирается с таким расчетом, чтобы полученная глубина слоя не превышала технологическую / по рекомендации технолога/.

4.2. Хрупкость азотированного слоя определяется по виду отпечатка алмазной пирамиды, полученной при измерении твердости на приборе Виккерса. Качественная оценка хрупкости производится по шкале ВИАМ ПН 1.2.052-78. В производство выпускаются детали 1-2-й группы хрупкости. При получении повышенной хрупкости допускается повторный отпуск деталей согласно технологии. Время выпарки 2 часа.

Подпись и дата

в № докум

Взамени и на №

Подпись и дата

Изм № подлин

при положительном давлении аммиака. Количество повторных отпусков не ограничивается.

4.3. Детали после азотирования должны иметь чистую поверхность матово-серого цвета. Наличие пятен ржавчины не является браковочным признаком.

4.4. Для осуществления контроля за процессом азотирования сменный мастер и исполнитель обязаны:

- а/ вести журнал процесса азотирования, где через каждый час записывать степень диссоциации аммиака, температуру процесса, давление газа на входе и выходе.
- б/ устранять неполадки при нарушении нормального хода процесса азотирования.

5. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ.

5.1. Электропечь, в которой производится азотирование, должна быть оборудована концевым выключателем, отключающим электропитание при подъеме крышки печи.

5.2. В ведении процесса азотирования допускаются лица, закрепленные за этой технологической операцией и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

5.3. Процесс азотирования осуществляется газом-аммиаком. Аммиачные баллоны должны быть снабжены стальными редукторами. Запрещается пользоваться баллонами с неисправными редукторами.

5.4. Крышка реторты печи должна закрываться герметически. Открывать и закрывать крышку реторты под давлением газа или воздуха категорически запрещается. Попадание воздуха в контейнер может вызвать взрыв.

Примечание: Разрешение на одновременную загрузку деталей разных наименований и их количества в каждом конкретном случае принимается технологом цеха и мастером с записью в журнале азотирования.

6. Проверка печей азотирования на герметичность.

- 6.1. Загрузить детали в холодную печь, закрыть крышку и подать аммиак давлением 50-100 мм масляного столба.
- 6.2. Проверить печь на герметичность по торцу диаметра соприкосновения крышки и уплотнительной резины; в месте уплотнения вала вентилятора; в местах присоединения шлангов к баллонам, газопроводу и к печи, а также на соединениях труб.
- 6.3 Герметичность проверить:
 - а) ватным тампоном, смоченным в 35-40% растворе соляной кислоты; сильное дымление в контролируемых местах указывает на недостаточную герметичность.
 - б) или обмыливанием (нанесением кистью мыльного раствора), „вспучивание“ мыльной пены недопустимо.
- 6.4 При обнаружении негерметичности исполнитель обязан устранить течи газа и только после этого начать процесс азотирования.

1. Подготовка

1.1. Детали обдуть на гидropескоструйном ап-
 парате отработанным песком при давлении
 2-3 атм, промыть в воде и просушить сжатым
 воздухом. Не пассивировать!

На внутренней поверхности деталей не допуска-
 ются блестящие необдутые участки.

Разрыв между гидropескоструйной обработкой
 и азотированием должен быть не более 8 часов.

1.2. Обдутые детали смонтировать на прово-
 локу, завесить на приспособление в вертикаль-
 ном положении ниже входного отверстия сме-
 си азота и аммиака. Приспособление вставить
 в муфел и герметично закрыть крышкой с
 помощью асбестовой прокладки (из листового
 асбеста или асбестового полотна) и болтов.
 Места соединения крышки с муфелем протма-
 зать раствором глины на жидком стекле.
 Герметичность муфеля проверяется ватным
 тампоном, смоченным в 35-38% растворе со-
 ляной кислоты. Сильное дымление на стыке
 крышки с муфелем и под гайками болтов ука-
 зывает на негерметичность.
 Небольшое дымление на отдельных участках
 допускаются.

Разработ.	Щебукова И.И.	Срок введения					
Согласов.	Титов В.И.						
Гл. метал.							
И контр.							
Гл. инж.							

2. Азотирование

2.1. Герметично закрытый муфель прожугать аммиаком 30-40 мин.

2.2. После продувки муфель загрузить в камерную электропечь при температуре $560 \pm 5^\circ\text{C}$ и вести азотирование в смеси азота и аммиака (азота 10-15 едн., смеси азота и аммиака 35-55 едн. по ротаметрам РС-3).

2.3. Температура контролируется термопарой, вставленной непосредственно в муфель. При достижении в муфеле температуры 480° пропустить CCl_4 (четырёххлористый углерод) в течение 3-х минут.

В момент, когда ССВЧ не пропускается в туннель зажимы 7 перекрыты, газ проходит через шланг "а". Для подключения в схему колбы с ССВЧ зажимы 7 открыть, газ будет поступать в туннель по шлангу "а" и "б".

ССсч - легко испаряющаяся жидкость.

Пары ССл_4 с рабочим газом поступают в муфель по шлангу „б“ (см. схему).

После 2-х часово́й выдержки при 560° повторно пропустить ССВЧ 4 минуты.

2.4. Время азотирования при $560 \pm 5^\circ\text{C}$ 50-60 мин. После окончания процесса азотирования ведется охлаждение деталей с печью до температуры 350°C , далее муфель охлаждается на воздухе под потоком аммиака до 150°C .

Имя № подлинника	Подпись и дата	Возраст инв. №	Имя № дубл.	Подпись и дата

Разрб.	<i>Шевченко Виталий</i>									
Согласовал	<i>Тимофеев</i>									
И центр.	изм	Кол.	№ докум	подпись	Дата	изм.	Кол.	№ докум	подпись	Дата

6. Обдубка

6.1. Детали с царапинами побежалости подвергаются гидропескоструйной очистке по одной штуке отработанным песком при давлении ~2 ат. После обдубки детали промыть в воде и просушить сжатым воздухом. Светлые детали (без царапин побежалости) обдубке не подвергаются.

6.2. На всех операциях с деталями обращаться осторожно во избежание получения забоин и сколов.

7. Зачистка.

7.1. 10% деталей от партии зачистить по торцу ф 43 на полировальном круге с помощью пасты "ГОУ" на глубину 0,02-0,03 мм для контроля твердости.

8. Контроль твердости внешнего вида.

8.1. Контроль твердости на 10% деталей от партии по прибору Викерса $HV \geq 715$. Хрупкость азотированного слоя I-II группы по инструкции ВУЛМ 883-70.

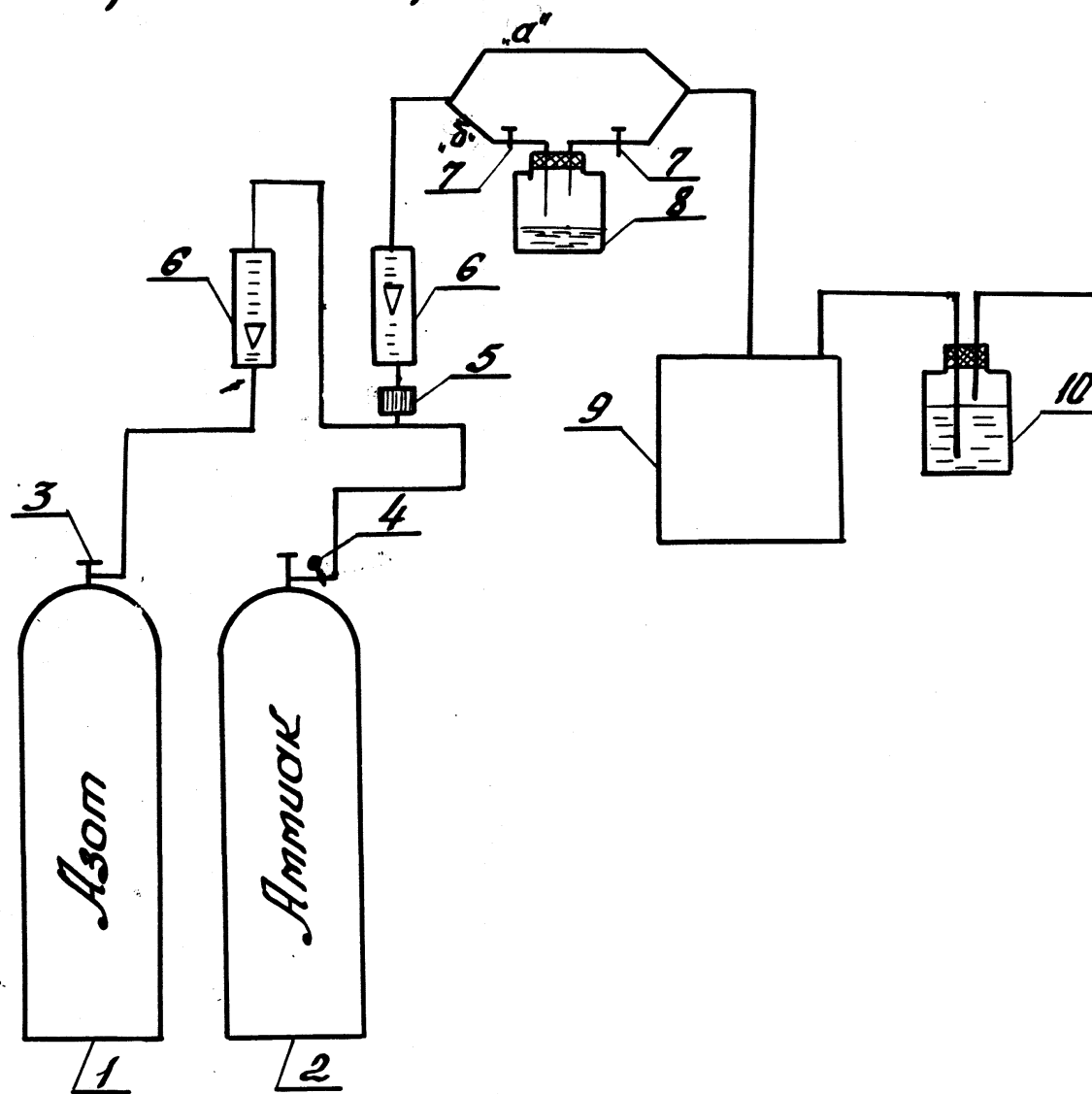
8.2. Контроль качества обдубки шлиц на наличие сколов. Сколы не допускаются.

Имя, № подразделения	Подпись и дата
Имя № дубл.	Подпись и дата
Взвешивание	Подпись и дата
Ведение и дата	Подпись и дата
Имя, № подразделения	Подпись и дата

Разработ.	Шевченко																		
Согласовал	Питов																		
И контр																			
Изм	Кол.	№ докум	подпись	Дата	Изм.	Кол.	№ докум	подпись	Дата	Изм.	Кол.	№ докум	подпись	Дата	Изм.	Кол.	№ докум	подпись	Дата

Т-73

Схема
 подачи рабочего газа в муфель
 при ведении процесса азотирования.



1. Баллон с азотом
2. Баллон с аммиаком
3. Регулирующий кран
4. Газовый редуктор
5. Смеситель газа
6. Ротаметр
7. Зажим
8. Колба с
9. Муфель
10. Барботаж