Открытое акционерное общество
Научно-исследовательский и конструкторский институт химического машиностроения
ОАО «НИИХИММАШ»

Копия верна:
Зам. Генерального директора
ОАО «НИИХИММАШ»
П.А. Харин

УТВЕРЖДАЮ
Зам. Генерального директора
ОАО «НИИХИММАШ», к. т. н.
П.А. Харин
«12» 10 2005 г.

СТО 00220256-001-2005

ГОРЯЧАЯ ШТАМПОВКА И ТЕРМООБРАБОТКА ЭЛЛИПТИЧЕСКИХ ДНИЩ СОСУДОВ И АППАРАТОВ

Зам. начальника отдела химического сопротивления материалов и металловедения, к.т.н. Т.Л. Харламова

Начальник отдела стандартизации и метрологии А.В. Смирнов

Начальник лаборатории металловедения и сварки, к.т.н. А.Л. Белинкий

Старший научный сотрудник М.А. Ястребова

Инженер Ю. А. Чумакова

ОАО «НИИХИММАШ»
2005

gost.e-ecolog.ru

ПРЕДИСЛОВИЕ

1. РАЗРАБОТАН ОТКРЫТЫМ АКЦИОНЕРНЫМ ОБЩЕСТВОМ «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И КОНСТРУКТОРСКИЙ ИНСТИТУТ ХИМИЧЕСКОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ» (ОАО «НИИХИММАШ»).

2. РАЗРАБОТАН ВПЕРВЫЕ.

3. ЭКСПЕРТИЗА ПРОВЕДЕНА В ТК260 «ОБОРУДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОЕ И НЕФТЕГАЗОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЕ» ПИСЬМО № 7064-34-8-212 от 03.10.2005 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ 1

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ 2

3 ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ 2

4 РЕЖИМЫ ГОРЯЧЕЙ ШТАМПОВКИ ДНИЩ ЭЛЛИПТИЧЕСКИХ 4

5 РЕЖИМЫ ТЕРМООБРАБОТКИ ДНИЩ ЭЛЛИПТИЧЕСКИХ 5

6 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПОТРЕБНОГО УСИЛИЯ ПРЕССА ДЛЯ ГОРЯЧЕЙ ШТАМПОВКИ ДНИЩ ЭЛЛИПТИЧЕСКИХ 13

7 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ 15

8 ПРАВИЛА ПРИЕМКИ И МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ 15

ПРИЛОЖЕНИЕ А (справочное)
Усилие пресса, потребное для горячей штамповки днищ эллиптических из стали марки Ст3 16

ПРИЛОЖЕНИЕ Б (справочное)
Усилие пресса, потребное для горячей штамповки днищ эллиптических из стали марки 08Х18Н10Т 19

Горячая штамповка и
термообработка эллиптических
днищ сосудов и аппаратов

СТО 00220256-001-2005

Дата введения:01.01.2006 г.

Настоящий стандарт устанавливает режимы горячей штамповки и термообработки днищ эллиптических из сталей и сплавов, применяемых в химическом машиностроении и других отраслях промышленности, и определяет усилия пресса, потребные для штамповки днищ.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящий стандарт распространяется на горячую штамповку и термообработку днищ эллиптических из сталей и сплавов марок:

- углеродистых: Ст3сп, Ст3пс, Ст3кп, Ст3Гпс, 20, 20ЮЧ, 16К, 18К, 20К, 22К;
- низколегированных хромомолибденовых, хромомолибденованадиевых, марганцовистых и марганцевокремнистых: 12ХМ, 15ХМ, 12МХ, 15Х5М,16ГС, 17ГС, 17Г1С, 09Г2С, 10Г2С1, 09Г2СЮЧ, 09Г2ФБ, 10Г2ФБ, 09Г2Б, 10Г2БТ, 14Г2АФ, 16Г2АФ, 10ХСНД, 15ХСНД, 15Г2СФ, 09ХГ2НАБЧ, 10Х2М, 10Х2М1ФБ, 16ГМЮЧ;

ОАО «НИИХИММАШ»
Зарегистрировано № 239 2005-10-12
Заместитель Генерального
директора, к. т. н.
П. А. Харин

Настоящий стандарт является собственностью ОАО «НИИХИММАШ» и не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без его разрешения

- аустенитных: 04Х18Н10, 08Х18Н10, 08Х18Н10Т, 08Х18Н12Б, 12Х18Н9Т, 12Х18Н10Т, 02Х18Н11, 03Х18Н11, 08Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т, 08Х17Н15М3Т, 03Х21Н21М4ГБ, 03Х19АГ3Н10, 03Х17Н14М3, 02Х8Н22С6, 015Х14Н19С6Б, 20Х23Н18;
- аустенито-ферритных: 08Х22Н6Т, 08Х18Г8Н2Т, 08Х21Н6М2Т, 15Х18Н12С4ТЮ;
- ферритных: 08Х13, 12Х13, 12Х17, 08Х17Т, 15Х25Т;
- на никелевой и железоникелевой основе: ХН65МВУ, ХН63МБ, Н65М-ВИ, 03ХН28МДТ, 06ХН28МДТ, ХН32Т; ХН78Т
- никеля: НП-2;
- титана и титановых сплавов: ВТ1-0, ВТ1-00, ОТ4-0;
- двухслойных сталей с основным слоем из сталей марок Ст3сп, сталь 20К, 09Г2С, 16ГС, 12ХМ с плакирующим слоем из коррозионностойких сталей 08Х13, 12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т, 10Х17Н13М3Т, 10Х17Н13М2Т, 08Х17Н15М3Т, 06ХН28МДТ, 03Х17Н14М3.

2. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

ГОСТ 6533-78 Днища эллиптические отбортованные стальные для сосудов, аппаратов и котлов. Основные размеры.

ГОСТ 6616-94 Преобразователи термоэлектрические. Общие технические условия.

ГОСТ 7164-78 Приборы автоматические следящего уравновешивания ГСП ОТУ.

ГОСТ 8335-96 Пирометры визуальные с исчезающей нитью.

ОСТ 26.291-94 Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия.

ТУ 26-37-80 Штамповки днищ эллиптических.

ПБ 03-584-03 Правила проектирования, изготовления и приемки сосудов и аппаратов стальных сварных.

СТП 26.260.484-2004 Термическая обработка коррозионностойких сталей и сплавов на железоникелевой основе в химическом машиностроении.

3. ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

3.1 Днища эллиптические должны изготовляться в соответствии с ГОСТ 6533 и ТУ 26-37-80.

3.2 Отклонения размеров и формы днищ эллиптических после горячей штамповки не должны превышать значений, указанных в ОСТ 26.291-94 и ПБ 03-584-03.

3.3 Термообработке в соответствии с ПБ 03-584-03 подлежат:

- горячештампованные днища, изготовленные из сварной заготовки из углеродистых сталей толщиной более 36 мм, низколегированных марганцовистых и марганцевокремнистых сталей марок 16ГС, 09Г2С, 17Г1С и др. толщиной более 30 мм;
- горячештампованные днища, предназначенные для эксплуатации в средах, вызывающих коррозионное растрескивание (жидкий аммиак, растворы едкого натрия, калия, аммония, кальция, моноэтаноламина, хлоридов, нитратов, карбонатов, серной кислоты и др.), или если об этом есть указание в проекте;
- горячештампованные днища из сталей марок 12МХ, 12ХМ, 15ХМ из сварных заготовок независимо от диаметра и толщины стенки;
- горячештампованные днища из заготовок углеродистых, низколегированных марганцовистых, марганцевокремнистых и хромомолибденовых сталей, выполненных электрошлаковой сваркой подлежат нормализации и высокому отпуску.

  При электрошлаковой сварке заготовок из сталей марок 16ГС, 09Г2С и 10Г2С1, предназначенных для работы при температуре не ниже минус 40 °С, нормализация может быть совмещена с нагревом под штамповку с окончанием штамповки при температуре не ниже 700 °С.
- горячештампованные днища, изготавливаемые из сталей марок 09Г2С и 10Г2С1, работающие при температуре от минус 41 °С до минус 70°С, подвергаются нормализации или закалке и высокому отпуску.

3.4 Допускается подвергать только отпуску горячештампованные днища из сталей марок 12ХМ, 15ХМ, 12МХ штампуемые с окончанием штамповки при температуре не ниже 800 °С.

3.5 Допускается не подвергать термической обработке горячештампованные днища из аустенитных сталей с отношением $D_В/S \geq 28$ (где $D_В$ – внутренний диаметр днища, S – толщина стенки), если они не предназначены для работы в средах, вызывающих коррозионное растрескивание.

3.6 Возможность совмещения нормализации с нагревом под горячую штамповку днищ, работающих при температуре от минус 41 °С до минус 70 °С определяется в обоснованных случаях по заключению специализированной организации.

3.7 Горячештампованные днища из сталей 12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т, 08Х18Н12Б и других аустенитных сталей, стабилизированных титаном или ниобием, предназначенные для работы в средах, вызывающих коррозионное растрескивание, а также при температурах выше 350 °С в средах, вызывающих межкристаллитную коррозию, подвергаются термической обработке по требованию, оговоренному в проекте.

3.8 Для днищ из углеродистых и низколегированных сталей, штампуемых с окончанием штамповки при температуре не ниже 700 °С, и для днищ

из аустенитных сталей с окончанием штамповки не ниже 850 °С термическая обработка не требуется.

3.9 Необходимость и вид термической обработки горячештампованных днищ из двухслойной стали определяется в соответствии с п. 3.3 по основному слою.

При определении толщины свариваемой заготовки принимается вся толщина двухслойной стали.

При наличии в проекте требования стойкости против межкристаллитной коррозии режим термообработки горячештампованных днищ из двухслойной стали должен обеспечивать стойкость сварных соединений коррозионного слоя к межкристаллитной коррозии.

3.10 Технология изготовления горячештампованных днищ должна обеспечивать необходимые механические свойства, указанные в стандартах или технических условиях на листовой прокат, а при наличии требований в проекте, и стойкости к межкристаллитной коррозии.

4. РЕЖИМЫ ГОРЯЧЕЙ ШТАМПОВКИ ДНИЩ ЭЛЛИПТИЧЕСКИХ

4.1 Режимы штамповки днищ эллиптических из различных марок сталей и сплавов принимать по таблице 1 и по инструкции изготовителя по нагреву заготовок под штамповку с учетом конкретных производственных условий.

4.2 Загрузку заготовок в термическую печь производить по достижении температуры печи, указанной для температуры начала штамповки в таблице 1 для конкретной марки стали или сплава. После падения температуры печи во время загрузки заготовок, снова довести температуру печи до температуры начала штамповки, дать выдержку, указанную в таблице 1 при этой температуре, и начать штамповку. Скорость нагрева не регламентируется и определяется мощностью нагревательной печи.

4.3 Режим штамповки двухслойной стали принимать по основному слою.

4.4 Необходимость применения в штампах прижимных колец определяется отношением диаметра заготовки днища к её толщине $(\frac{D_{заг}}{S})$:

- при отношении $\frac{D_{заг}}{S} \leq 60$ для коррозионностойких сталей и отношении $\frac{D_{заг}}{S} \leq 80$ для углеродистых сталей штамповку в горячем состоянии проводить на прессах простого действия в штампах без прижима заготовки;

- при отношении $\frac{D_{заг}}{S} \leq 60$ для двухслойных сталей штамповку в горячем состоянии проводить на прессах простого действия в штампе с прижимом заготовки;
- при отношении $60 < \frac{D_{заг}}{S} \leq 160$ для коррозионностойких и двухслойных сталей и отношении $80 < \frac{D_{заг}}{S} \leq 200$ для углеродистых и низколегированных сталей штамповку днищ в горячем состоянии проводить на прессах простого действия в штампах с прижимом заготовки или прессах двойного действия;
- при отношении $160 < \frac{D_{заг}}{S} \leq 300$ для коррозионностойких сталей штамповку днищ в горячем состоянии проводить на прессах двойного действия.

4.5 Усилия прижима заготовок в процессе штамповки днищ рекомендуется принимать примерно 30 % от усилий пресса, потребных для штамповки днищ (приложения А и Б).

4.6 С целью обеспечения прочности штампуемых днищ необходимо периодически осуществлять проверку пирометрического и прессового оборудования, а также следить за состоянием штамповой оснастки.

5. РЕЖИМЫ ТЕРМООБРАБОТКИ ДНИЩ ЭЛЛИПТИЧЕСКИХ.

5.1 Режимы термообработки днищ эллиптических, отштампованных в горячем состоянии, принимать по таблице 2 (в случае требований, оговоренных в настоящем СТО или в проекте на изделие).

5.2 Термическую обработку днищ из двухслойных сталей проводить по режимам термообработки на основной металл.

5.3 При проведении закалки в воде соблюдать следующие требования:

- температура воды в закалочном баке должна быть не более 40 °С;
- время от выдачи днища из печи до погружения его в воду – не более 2 мин.;
- время охлаждения в воде – не менее 30 мин.;
- с целью предотвращения образования паровой рубашки охлаждение производить путем непрерывного опускания и подъема днища в баке, не вынимая его из воды, до его полного остывания.

Таблица 1 – Режимы горячей штамповки днищ эллиптических

Марка стали или сплава	Режим штамповки		
	Температура, °С		Время выдержки заготовки при температуре начала штамповки, мин. на 1 мм толщины заготовки
	Начало	Окончание (не ниже)	
Ст3сп, Ст3пс, Ст3кп, Ст3Гпс, 20, 20ЮЧ, 16К, 18К, 20К, 22К	950-1050	700	1,5-2,0 (для толщины ≤ 80 мм) 2,0-2,5 (для толщины ≥ 80 мм)
12ХМ, 15ХМ, 12МХ, 15Х5М	1000-1050	800	
16ГС, 17ГС, 17Г1С, 09Г2С, 10Г2С1, 09Г2СЮЧ, 09Г2ФБ, 10Г2ФБ, 09Г2Б, 10Г2БТ, 14Г2АФ, 16Г2АФ, 10ХСНД, 15ХСНД, 15Г2СФ, 09ХГ2НАБЧ, 10Х2М, 10Х2М1ФБ, 16ГМЮЧ,	1050-1150	700	
08Х18Н10Т, 12Х18Н10Т, 10Х17Н13М3Т, 10Х17Н13М2Т	1050-1100	850	1,0
04Х18Н10, 08Х18Н10, 08Х18Н12Б, 12Х18Н9Т, 02Х18Н11, 03Х18Н11, 08Х17Н13М2Т, 08Х17Н15М3Т, 03Х21Н21М4ГБ, 03Х19АГ3Н10, 03Х17Н14М3, 02Х8Н22С6, 015Х14Н19С6, 20Х23Н18	1100	850	1,0-1,5
08Х22Н6Т, 08Х21Н6М2Т, 15Х18Н12С4ТЮ, 08Х18Г8Н2Т	1050-1080	850	2,0, но не менее 15 мин.
08Х13, 12Х13, 12Х17	1100-1150	900	1,0-1,5
08Х17Т	1000	750	1,5-2,0
15Х25Т	900	700	
ХН65МВУ *), Н65М-ВИ *), ХН63МБ *)	1150-1180	950	2,0-2,5

Окончание таблицы 1

Марка стали или сплава	Режим штамповки		
	Температура, °С		Время выдержки заготовки при температуре начала штамповки, мин. на 1 мм толщины заготовки
	Начало	Окончание (не ниже)	
03ХН28МДТ, 06ХН28МДТ, ХН32Т	1050-1080	850	1,0
ХН78Т	1100	900	2,0
НП-2	1100	850	2,0-2,5
ВТ1-0, ВТ1-00	600	550	5 - для толщины 2 мм 6 - для толщины 3 мм 8 - для толщины 5 мм 10 - для толщины 7 мм 10-15 - для толщины более 7 мм
ОТ4-0	700	550	

*) – Для предотвращения образования трещин штамповку проводить за 2-3 прохода при одной и той же выдержке при температуре начала штамповки, что и за 1-ый проход.

Примечание: 1. Охлаждение днищ после штамповки производить на воздухе.
2. При штамповке сплавов ХН65МВУ, Н65М-ВИ, ХН63МБ, ВТ1-0, ВТ1-00, ОТ4-0 рекомендуется предварительный прогрев штампа.
3. Для углеродистых и низколегированных сталей (Ст3, 16ГС, 20К, 09Г2С) допускается понижение верхнего предела температур нагрева под штамповку, если конец деформации металла будет укладываться в температурный интервал не ниже 700 °С при отсутствии дефектов.
4. Для коррозионностойких сталей время нахождения в печи последней заготовки из партии для толщины менее 10 мм не более 30 мин, для толщины более 10 мм – 20 мин плюс 1 мин на 1 мм толщины заготовки

Таблица 2 – Режимы термообработки горячештампованных днищ эллиптических (в случае требований, оговоренных настоящим СТО или в проекте на изделие)

Марка стали или сплава	Режим термообработки	Назначение термообработки
Ст3сп, Ст3пс Ст3кп, Ст3Гпс 20 20ЮЧ 16К 18К 20К 22К	Нормализация: 910-980 °С, выдержка 1,5 мин на 1 мм толщины стенки, охлаждение на воздухе	Обеспечение механических и технологических свойств основного металла и металла шва
	Высокий отпуск: 600-630 °С, выдержка 2,5 мин. на 1 мм толщины стенки, но не менее 1 часа при толщине до 25 мм. Охлаждение на воздухе или с печью до 350 °С, далее на воздухе	Снятие остаточных напряжений
12ХМ 15ХМ 12МХ	Нормализация: 910-980 °С, выдержка 1,5 мин на 1 мм толщины стенки, охлаждение на воздухе плюс отпуск: 670-710 °С, выдержка 2,5 мин. на 1 мм толщины стенки, но не менее 1 ч при толщине до 25 мм, охлаждение на воздухе	Обеспечение механических и технологических свойств основного металла и металла шва.
	Высокий отпуск: 670-710 °С, выдержка 2,5 мин. на 1 мм толщины стенки (до 50 мм), но не менее 1 ч при толщине до 25 мм, охлаждение на воздухе, 2 часа плюс 15 мин на каждые дополнительные 25 мм (свыше 50 мм).	Снятие остаточных напряжений
15Х5М	Отжиг нормализационный или закалка: 940-980 °С, выдержка 1,5 мин на 1 мм толщины стенки, охлаждение на воздухе или в воде плюс отпуск: 710-760 °С, выдержка 2,5 мин. на 1 мм толщины стенки (до 50 мм), но не менее 1 ч при толщине до 25 мм, охлаждение на воздухе, 2 часа плюс 15 мин на каждые дополнительные 25 мм (свыше 50 мм), охлаждение на воздухе.	Обеспечение механических и технологических свойств основного металла и металла сварных швов.

Продолжение таблицы 2

Марка стали или сплава	Режим термообработки	Назначение термообработки
09Г2С 10Г2С1	Нормализация: 920-950 °С, выдержка 1,5 мин на 1 мм толщины стенки, охлаждение на воздухе	Обеспечение требуемой ударной вязкости при температуре ниже минус 41 °С
	Закалка: 900-950 °С, выдержка 1,5 мин на 1 мм толщины стенки, охлаждение в воде плюс отпуск: 620 - 650 °С, выдержка 1,5-2,0 мин. на 1 мм толщины стенки, охлаждение на воздухе	
16ГС, 17ГС, 17Г1С, 09Г2СЮЧ, 09Г2ФБ, 10Г2ФБ, 09Г2Б, 10Г2БТ, 14Г2АФ, 16Г2АФ, 10ХСНД, 15ХСНД, 15Г2СФ, 09ХГ2НАБЧ, 10Х2М, 10Х2М1ФБ, 16ГМЮЧ	Высокий отпуск: 620-650 °С, выдержка 2,5 мин. на 1 мм толщины стенки, но не менее 1 ч при толщине до 25 мм, охлаждение на воздухе	Снятие остаточных напряжений, обеспечение стойкости к коррозионному растрескиванию
08Х17Н13М2Т 10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т 08Х17Н15М3Т	Закалка: 1050-1100 °С, выдержка 2 мин на 1 мм толщины стенки, охлаждение на воздухе или в воде	Восстановление коррозионной стойкости
02Х8Н22С6 015Х14Н19С6 15Х18Н12С4ТЮ	Закалка: 1050-1070 °С, выдержка 1,5-2 мин на 1 мм толщины стенки, охлаждение в воде	Обеспечение механических и технологических свойств сварных соединений за счет растворения вторичных силицидов и карбидов
02Х18Н11 03Х18Н11 03Х19АГ3Н10	Закалка: 1050-1100 °С, выдержка для толщины стенки до 10 мм – 30 мин, свыше 10 мм – 20 мин плюс 1 мин на 1 мм максимальной толщины стенки, охлаждение в воде.	Предотвращение склонности к коррозионному растрескиванию

Продолжение таблицы 2

Марка стали или сплава	Режим термообработки	Назначение термообработки
03Х21Н21М4ГБ	Закалка: 1060-1120 °С, выдержка для толщины стенки до 15 мм – 30 мин, свыше 15 мм – 30 мин плюс 1 мин на 1 мм максимальной толщины стенки, охлаждение в воде.	Снятие остаточных напряжений
04Х18Н10 08Х18Н10	Закалка (аустенизация): 1050-1100 °С, выдержка 2 мин на 1 мм толщины стенки, охлаждение на воздухе или в воде	Предотвращение склонности к МКК (при рабочей температуре до 350 °С). Устранение выявленной склонности к МКК. Снятие остаточных напряжений
08Х18Н10Т 08Х18Н12Б 12Х18Н9Т 12Х18Н10Т	Стабилизирующий отжиг: 870-900 °С, выдержка 2-3 ч, охлаждение на воздухе	Предотвращение склонности к МКК (при работе изделия выше 350 °С). Снятие остаточных напряжений. Устранение выявленной склонности к МКК, если закалка технологически невозможна
	Отжиг: 870-900 °С, выдержка 2-3 ч, охлаждение с печью до 300 °С, далее на воздухе	Для более полного снятия остаточных напряжений
	Ступенчатая термообработка: 1050-1100 °С, выдержка 2 мин на 1 мм толщины стенки, охлаждение до 870-900°С с максимальной скоростью, выдержка 2-3 ч, охлаждение с печью до 300 °С, далее на воздухе.	Снятие остаточных напряжений. Предотвращение склонности к МКК. Устранение выявленной склонности к МКК, если закалка технологически невозможна
03Х17Н14М3	Закалка: 1060-1100 °С, выдержка 2 мин на 1 мм толщины стенки, охлаждение в воде.	Обеспечение коррозионной стойкости в производстве карбамида и капролактама

Продолжение таблицы 2

Марка стали или сплава	Режим термообработки	Назначение термообработки
20Х23Н18	Закалка: 1050-1150 °С, выдержка 30 мин для толщины стенки до 10 мм, свыше 10 мм – 20 мин плюс 1 мин на 1 мм толщины стенки, охлаждение в воде или на воздухе	Повышение жаропрочности и жаростойкости
08Х22Н6Т 08Х21Н6М2Т	Закалка с 1050±25 °С, выдержка с толщиной стенки до 10 мм – 30 мин плюс 1 мин на 1 мм толщины стенки, свыше 10 мм - 20 мин плюс 1 мин на 1 мм толщины стенки, охлаждение в воде или на воздухе	Устранение склонности к МКК
08Х13	Закалка: 980-1000 °С, выдержка 5 мин плюс 1 мин на 1 мм толщины стенки, охлаждение в воде плюс отпуск: 680 - 720 °С, выдержка 30 мин. плюс 1 мин на 1 мм толщины стенки, охлаждение на воздухе	Устранение склонности к МКК, достижение максимальной пластичности
12Х13	Закалка: 980-1020 °С, выдержка 5 мин плюс 1 мин на 1 мм толщины стенки, охлаждение: масло или воздух, плюс отпуск 250-400 °, выдержка не менее 1 часа, охлаждение на воздухе Закалка: 920-950 °С, выдержка 5 мин плюс 1 мин на 1 мм толщины стенки, охлаждение: масло или воздух плюс отпуск 540-700 °, выдержка не менее 1 часа, охлаждение на воздухе	Обеспечение сочетания коррозионной стойкости с различным уровнем прочности
12Х17	Отжиг или отпуск: 760-780 °С, выдержка 30 мин. плюс 1 мин на 1 мм толщины стенки, охлаждение в воде или на воздухе	Устранение склонности к МКК, достижение максимальной пластичности
08Х17Т	Отжиг: 760-780 °С, выдержка 30 мин плюс 1 мин на 1 мм толщины стенки, охлаждение в воде. Для сварных соединений отжиг: 720-780°С, выдержка 1-2 часа, охлаждение на воздухе	Для устранения склонности к МКК

Окончание таблицы 2

Марка стали или сплава	Режим термообработки	Назначение термообработки
15Х25Т	Отжиг: 730-770 °С, выдержка 30 мин плюс 1 мин на 1 мм толщины стенки, охлаждение в воде или на воздухе. Для сварных соединений отжиг: 720-780 °С, выдержка 1-2 часа, охлаждение на воздухе	Для устранения склонности к МКК
ХН65МВУ Н65М-ВИ	Закалка: 1070±20 °С, выдержка 3-4 мин на 1 мм толщины стенки, охлаждение в воде.	Обеспечение стойкости к МКК
ХН63МБ	Закалка: 1100±20 °С, выдержка 3-4 мин на 1 мм толщины стенки, охлаждение в воде.	
03ХН28МДТ 06ХН28МДТ	Закалка: 1050-1080°С, выдержка при толщине стенки до 15 мм – 30 мин, свыше 15 мм – 30 мин плюс 1 мин на 1 мм толщины стенки, охлаждение в воде или на воздухе	
ХН32Т	Закалка: 1100-1150°С, выдержка при толщине стенки до 15 мм – 30 мин, свыше 15 мм – 30 мин плюс 1 мин на 1 мм толщины стенки, охлаждение в воде или на воздухе	
ХН78Т	Закалка: 980-1020 °С, выдержка 2,5-3,0 мин на 1 мм толщины стенки, охлаждение на воздухе или в воде.	
НП-2	Отжиг: 620-700 °С, выдержка 3 мин на 1 мм толщины стенки, но не менее 30 мин, охлаждение на воздухе	
ВТ1-0 ВТ1-00	Полный отжиг: 650-670 °С, выдержка при толщине стенки до 6 мм – 15-25 мин с момента прогрева, свыше 6 мм – не более 60 мин.	Снятие остаточных напряжений
ОТ4-0	Полный отжиг: 660-680 °С, выдержка при толщине стенки до 6 мм – 15-25 мин с момента прогрева, свыше 6 мм – не более 60 мин.	

5.4 Термообработку днищ из титановых сплавов, никеля, сплавов на основе никеля производить в электрических печах. Допускается производить термообработку в газовых печах, если есть возможность обеспечить нейтральную или слабоокислительную атмосферу и экранировать нагреваемые днища от прямого воздействия пламени.

5.5 Стабилизирующий отжиг допустим для сталей 08Х18Н10Т, 08Х18Н12Б, 12Х18Н9Т, 12Х18Н10Т с соотношением в химсоставе титана к углероду более 5, ниобия к углероду более 8.

5.6 Стабилизирующему отжигу для предотвращения склонности к межкристаллитной коррозии днищ, работающих при температуре более 350 °С, можно подвергать стали 12Х18Н9Т, 12Х18Н10Т, содержащие в химсоставе не более 0,08 % углерода.

6. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПОТРЕБНОГО УСИЛИЯ ПРЕССА ДЛЯ ГОРЯЧЕЙ ШТАМПОВКИ ДНИЩ ЭЛЛИПТИЧЕСКИХ.

6.1 Значения потребных усилий пресса для штамповки днищ с высотой эллиптической части равной $h_В = 0{,}25D_В$ по ГОСТ 6533 из стали Ст3 (Приложение А) даны для условий окончания штамповки при температуре 700 °С, из стали 08Х18Н10Т (Приложение Б) даны для условий окончания штамповки при температуре 850 °С.

Приведенные значения усилий пресса необходимо корректировать с учетом фактических температур окончания штамповки и специфических условий производства.

6.2 Усилия пресса, потребные для штамповки днищ эллиптических в горячем состоянии определялись по формуле:

$$P = \pi \cdot D_{ДН} \cdot S \cdot \sigma_В \cdot n \qquad (1)$$

где : P – усилие пресса, потребное для штамповки днищ в горячем состоянии, кгс;

$D_{ДН}$ - средний диаметр днища, мм;

S - толщина заготовки, мм;

$\sigma_В$ - временное сопротивление разрыву материала заготовки при температуре штамповки, кгс/мм^2;

n - поправочный коэффициент, который зависит от коэффициента вытяжки $m = \frac{D_{ДН}}{D_{ЗАГ}}$, где $D_{ДН}$ – средний диаметр днища, мм

$D_{ЗАГ}$ – диаметр плоской заготовки, мм

Значения коэффициента "n" в зависимости от коэффициента вытяжки "m" представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Значения коэффициента "n" в зависимости от коэффициента вытяжки "m"

m	0,55	0,57	0,60	0,62	0,65	0,67	0,70	0,72	0,75	0,77	0,80
n	1,00	0,93	0,86	0,79	0,72	0,66	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40

При расчете усилий, потребных для штамповки днищ эллиптических в горячем состоянии, были приняты значения временного сопротивления разрыву: для стали Ст3 – 10 кгс/мм^2, для стали 08Х18Н10Т – 12 кгс/мм^2.

При расчете усилий, потребных для штамповки днищ в горячем состоянии из ряда других марок сталей и сплавов, следует указанное в приложении А или приложении Б значение умножить на коэффициент, приведенный в таблице 4.

Таблица 4 – Таблица коэффициентов для подсчета усилия пресса для горячей штамповки днищ для отдельных марок сталей и сплавов

Марка стали или сплава	Коэффициент, k
09Г2С	1,1
16ГС	
03Х18Н11	0,9
08Х22Н6Т	1,0
08Х21Н6М2Т	
10Х17Н13М2Т	1,1
10Х17Н13М3Т	
06ХН28МДТ	1,2
ХН65МВУ *)	1,8
Н65М-ВИ *)	
ХН63МБ *)	
титан ВТ1-0	0,6
никель НП-2	1,0
*) – для условий окончания штамповки при температуре 950 °С	

Более точно потребные усилия могут быть подсчитаны по формуле:

$$P = a \cdot \pi \cdot D_{ДН} \cdot S \cdot \sigma_B \cdot b \qquad (2)$$

где : a – коэффициент, зависящий от способа вытяжки (a=0,4 при вытяжке с прижимом, a=0,2 при вытяжке без прижима);

b – коэффициент, учитывающий влияние радиуса закругления входной кромки матрицы. Значения коэффициента "b" представлены в таблице 5.

Таблица 5 - Значения коэффициента “b” в зависимости от радиуса закругления входной кромки матрицы

радиус закругления	2S	3S	5S	7S	10S
b	1,6	1,4	1,0	0,85	0,75

После определения усилия пресса, потребного для штамповки днища заданного размера, а также размера плоской заготовки с припуском на подрезку и размеров штампа в закрытом и открытом состоянии выбирается размер пресса.

7. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

7.1 Требования безопасности при штамповке днищ эллиптических в горячем состоянии и проведении их термообработки должны соответствовать стандартам и нормам по технике безопасности и промышленной санитарии, а также инструкциям предприятия.

7.2 Охрана окружающей среды обеспечивается путем соблюдения технических требований, установленных ОСТ 26.291-94, ПБ 03-584-03 и ТУ 26-37-80.

8. ПРАВИЛА ПРИЕМКИ И МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ.

8.1 Правила приемки и методы контроля днищ эллиптических должны соответствовать ТУ 26-37-80, ОСТ 26.291-94, ПБ 03-584-03.

8.2 Контроль за термической обработкой днищ проводить в соответствии с СТП 26.260.484-2004.

8.3 Контроль температуры нагрева производить с помощью печных термопар типа ТХА (0 – 1300 °С; 0 – 1100 °С) ГОСТ 6616 и приборов типа КСП – 3 (0 - 1300 °С) и КСП - 4 (0 - 1100 °С) ГОСТ 7164.

8.4 Контроль температуры окончания штамповки производить с помощью пирометров типа “Проминь – М1” ГОСТ 8335 или пирометрами других типов, обеспечивающих контроль температуры окончания штамповки с необходимой точностью.

8.5 В случае образования на поверхности днищ из титана газонасыщенного слоя темно-синего цвета, он подлежит удалению. Цвета побежалости соломенного, темно-желтого, зеленого и голубого цветов с поверхности днищ допускается не удалять, если температура единовременного нагрева не превышала 680 °С.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(справочное)

Таблица А1 – Усилия пресса, потребные для горячей штамповки днищ эллиптических из стали марки Ст3

Диаметр днищ, D_B, мм	Усилие пресса, Р, кгс							
	Толщина заготовки, мм							
	4	6	8	10	12	14	16	18
400	25	36	50	63	75	92	103	—
450	28	41	58	72	88	102	116	131
500	31	47	63	78	93	109	124	146
550	35	51	68	88	106	122	140	158
600	41	56	75	93	113	130	150	170
650	42	61	81	103	124	146	166	187
700	43	66	88	110	131	154	175	197
800	50	75	99	124	149	176	200	226
900	57	85	112	141	169	197	226	254
1000	63	95	125	156	187	220	250	282
1100	—	103	138	173	208	244	275	314
1200	—	113	150	188	226	262	300	338
1300	—	121	163	202	246	286	330	370
1400	—	131	174	220	262	308	350	394
1500	—	141	188	234	284	330	380	425
1600	—	152	200	250	300	350	400	450
1700	—	160	212	266	320	375	430	485
1800	—	170	226	282	340	394	450	505
1900	—	179	238	296	358	415	475	540
2000	—	187	250	314	376	440	500	565
2200	—	—	272	346	415	482	550	620
2400	—	—	302	376	450	525	600	675
2600	—	—	324	410	485	570	650	735
2800	—	—	350	440	525	615	700	785
3000	—	—	370	470	565	655	750	845
3200	—	—	—	—	600	700	800	910
3400	—	—	—	—	640	750	845	955
3600	—	—	—	—	675	790	900	1020
3800	—	—	—	—	—	830	955	1070
4000	—	—	—	—	—	870	995	1130

Продолжение таблицы А1

Диаметр днищ, D_B, мм	Усилие пресса, Р, кгс							
	Толщина заготовки, мм							
	20	22	24	26	28	30	32	34
400	—	—	—	—	—	—	—	—
450	—	—	—	—	—	—	—	—
500	164	—	—	—	—	—	—	—
550	178	—	—	—	—	—	—	—
600	188	214	234	—	—	—	—	—
650	210	232	252	270	—	—	—	—
700	220	240	262	288	308	346	358	—
800	250	276	300	325	352	382	410	435
900	282	310	340	365	394	430	450	490
1000	315	344	375	405	440	470	505	545
1100	350	385	420	450	485	520	560	595
1200	376	415	450	490	525	565	600	635
1300	415	455	495	530	575	615	660	700
1400	440	480	525	570	615	655	700	740
1500	475	525	575	615	655	715	760	810
1600	500	555	600	650	700	750	800	850
1700	540	590	645	700	745	805	860	915
1800	565	620	675	735	790	850	900	955
1900	600	660	720	775	840	895	955	1020
2000	625	685	750	810	875	935	1000	1050
2200	690	755	825	900	960	1030	1100	1160
2400	755	825	900	975	1050	1120	1200	1270
2600	815	900	980	1060	1140	1220	1300	1400
2800	870	960	1040	1130	1220	1300	1410	1490
3000	940	1030	1120	1230	1310	1400	1520	1600
3200	1000	1100	1200	1300	1400	1510	1610	1700
3400	1060	1170	1270	1380	1480	1600	1710	1800
3600	1130	1240	1350	1470	1575	1690	1810	1920
3800	1190	1320	1440	1560	1670	1800	1910	2020
4000	1250	1400	1520	1650	1740	1860	2000	2120

Окончание таблицы А1

Диаметр днищ, D_B, мм	Усилие пресса, Р, кгс							
	Толщина заготовки, мм							
	36	38	40	42	46	50	54	60
400	—	—	—	—	—	—	—	—
450	—	—	—	—	—	—	—	—
500	—	—	—	—	—	—	—	—
550	—	—	—	—	—	—	—	—
600	—	—	—	—	—	—	—	—
650	—	—	—	—	—	—	—	—
700	—	—	—	—	—	—	—	—
800	460	490	510	—	—	—	—	—
900	515	545	575	—	—	—	—	—
1000	570	610	635	—	—	—	—	—
1100	630	665	695	—	—	—	—	—
1200	690	725	765	805	880	955	1030	1150
1300	745	785	825	870	950	1040	1130	1240
1400	790	830	890	930	1030	1110	1200	1340
1500	855	910	950	1000	1100	1190	1290	1430
1600	900	950	1000	1050	1160	1270	1380	1520
1700	970	1020	1070	1130	1230	1350	1450	1610
1800	1020	1070	1120	1190	1290	1400	1520	1680
1900	1080	1150	1190	1260	1380	1520	1630	1810
2000	1120	1190	1250	1320	1440	1560	1690	1880
2200	1230	1310	1380	1450	1580	1730	1860	2030
2400	1350	1420	1500	1570	1730	1880	2100	2250
2600	1460	1560	1640	1710	1870	2060	2220	2480
2800	1570	1680	1760	1860	2020	2220	2400	2640
3000	1700	1800	1910	—	—	—	—	—
3200	1800	1920	2000	—	—	—	—	—
3400	1910	2020	2130	—	—	—	—	—
3600	2040	2160	2250	—	—	—	—	—
3800	2140	2250	2400	—	—	—	—	—
4000	2260	2380	2500	—	—	—	—	—

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(справочное)

Таблица Б1 – Усилия пресса, потребные для горячей штамповки днищ эллиптических из стали марки 08Х18Н10Т

Диаметр днищ, $D_в$, мм	Усилие пресса, Р, кгс							
	Толщина заготовки, мм							
	4	6	8	10	12	14	16	18
400	30	45	60	75	90	110	134	—
450	34	51	70	86	106	122	140	158
500	38	56	76	94	113	132	150	176
550	42	62	82	106	128	148	170	190
600	46	68	90	113	136	158	180	204
650	49	74	98	124	150	176	200	226
700	52	79	106	132	158	184	211	238
800	60	90	121	151	181	211	241	271
900	68	102	136	170	204	238	271	305
1000	76	113	151	188	226	264	302	339
1100	—	124	166	207	250	294	322	378
1200	—	136	181	226	271	316	362	407
1300	—	147	196	245	296	346	396	446
1400	—	158	211	264	316	369	422	475
1500	—	170	226	283	342	398	456	514
1600	—	182	241	302	362	422	482	542
1700	—	192	256	320	384	452	516	582
1800	—	204	272	339	407	475	543	610
1900	—	216	286	358	430	504	576	650
2000	—	226	300	377	452	528	603	678
2200	—	—	330	416	497	580	663	746
2400	—	—	364	454	543	633	723	814
2600	—	—	392	490	588	688	786	884
2800	—	—	420	528	632	740	840	946
3000	—	—	448	568	680	790	900	1016
3200	—	—	—	600	724	842	964	1090
3400	—	—	—	—	772	900	1020	1150
3600	—	—	—	—	812	950	1084	1220
3800	—	—	—	—	—	1000	1150	1290
4000	—	—	—	—	—	1050	1200	1360

Продолжение таблицы Б1

Диаметр днищ, D_B, мм	Усилие пресса, Р, кгс							
	Толщина заготовки, мм							
	20	22	24	26	28	30	32	34
400	—	—	—	—	—	—	—	—
450	—	—	—	—	—	—	—	—
500	196	—	—	—	—	—	—	—
550	214	—	—	—	—	—	—	—
600	226	258	282	—	—	—	—	—
650	252	278	304	324	—	—	—	—
700	264	290	316	346	370	404	432	—
800	302	332	362	392	424	460	492	524
900	339	373	407	441	475	516	544	592
1000	377	414	452	490	528	565	606	656
1100	422	464	508	544	584	628	672	716
1200	452	498	542	588	633	678	724	768
1300	498	548	598	640	692	744	796	844
1400	528	580	633	686	738	791	844	897
1500	572	630	690	740	792	860	916	976
1600	603	663	724	784	844	904	965	1025
1700	648	712	780	840	900	970	1040	1100
1800	678	746	814	882	950	1017	1085	1153
1900	722	796	870	936	1010	1080	1150	1230
2000	754	829	904	980	1055	1130	1206	1281
2200	829	912	995	1078	1160	1243	1326	1409
2400	904	995	1085	1176	1266	1356	1447	1537
2600	980	1080	1180	1276	1374	1472	1570	1680
2800	1050	1156	1260	1366	1470	1572	1700	1800
3000	1128	1240	1352	1464	1580	1690	1840	1930
3200	1210	1330	1450	1570	1690	1830	1940	2050
3400	1280	1410	1536	1662	1790	1930	2060	2180
3600	1360	1490	1632	1768	1902	2040	2180	2320
3800	1440	1588	1732	1876	2020	2160	2300	2440
4000	1510	1682	1834	1988	2296	2280	2420	2560

Окончание таблицы Б1

Диаметр днищ, D_B, мм	Усилие пресса, Р, кгс							
	Толщина заготовки, мм							
	36	38	40	42	46	50	54	60
400	—	—	—	—	—	—	—	—
450	—	—	—	—	—	—	—	—
500	—	—	—	—	—	—	—	—
550	—	—	—	—	—	—	—	—
600	—	—	—	—	—	—	—	—
650	—	—		—	—	—	—	—
700	—	—		—	—	—	—	—
800	556	588	616	—	—	—	—	—
900	620	656	692	—	—	—	—	—
1000	690	732	768	—	—	—	—	—
1100	760	800	840	—	—	—	—	—
1200	830	870	920	970	1060	1150	1250	1390
1300	900	944	996	1050	1140	1244	1360	1500
1400	950	1002	1070	1120	1240	1340	1450	1620
1500	1030	1090	1140	1200	1320	1440	1560	1730
1600	1085	1146	1206	1206	1400	1530	1660	1840
1700	1170	1230	1300	1360	1480	1630	1750	1940
1800	1221	1289	1356	1424	1560	1696	1831	2020
1900	1300	1380	1440	1520	1660	1820	1960	2180
2000	1356	1432	1507	1583	1733	1884	2034	2260
2200	1492	1575	1658	1711	1910	2080	2240	2490
2400	1628	1718	1808	1899	2080	2270	2520	2720
2600	1770	1880	1970	2060	2260	2480	2680	2980
2800	1900	2020	2120	2240	2440	2660	2880	3200
3000	2060	2160	2280	—	—	—	—	—
3200	2160	2300	2400	—	—	—	—	—
3400	2300	2440	2560	—	—	—	—	—
3600	2460	2600	2720	—	—	—	—	—
3800	2580	2720	2880	—	—	—	—	—
4000	2720	2860	3020	—	—	—	—	—

ОКС 71.120 ОКП 36 1500

gost.e-ecolog.ru