



(51) МПК
B21B 19/00 (2006.01)
B21B 19/06 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2014119604/02, 15.05.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
15.05.2014

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 15.05.2014

(45) Опубликовано: 10.10.2015 Бюл. № 28

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2322314 C2, 20.04.2008. RU 2180874 C2, 27.03.2002. RU 2119395 C1, 27.09.1998. DE 3428437 A1, 28.02.1985. US 4798071 A1, 17.01.1989

Адрес для переписки:

454129, г.Челябинск, ул. Машиностроителей, 21,
Ведущий специалист по патентоведению ОАО
"ЧТПЗ" Прозорова Я.А.

(72) Автор(ы):

Сафьянов Анатолий Васильевич (RU),
Федоров Александр Анатольевич (RU),
Тазетдинов Валентин Иреклеевич (RU),
Осадчий Владимир Яковлевич (RU),
Дановский Николай Григорьевич (RU),
Литvak Борис Семенович (RU),
Климов Николай Петрович (RU),
Бубнов Константин Эдуардович (RU),
Матюшин Александр Юрьевич (RU),
Сафьянов Александр Анатольевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Открытое акционерное общество
"Челябинский трубопрокатный завод" (RU)

(54) СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА БЕСШОВНЫХ ТРУБ РАЗМЕРОМ 325×26-45 мм ДЛЯ ПАРОВЫХ КОТЛОВ, ПАРОПРОВОДОВ И КОЛЛЕКТОРОВ УСТАНОВОК С ВЫСОКИМИ И СВЕРХКРИТИЧЕСКИМИ ПАРАМЕТРАМИ ПАРА ИЗ СТАЛИ МАРКИ 10Х9МФБ-Ш

(57) Реферат:

Изобретение относится к трубопрокатному производству, а именно к способу производства бесшовных труб размером 325×26-45 мм для паровых котлов, паропроводов и коллекторов установок с высокими и сверхкритическими параметрами пара из стали марки 10Х9МФБ-Ш. Способ включает выплавку полых слитков электрошлаковым переплавом, расточку и обточку полых слитков в полые слитки-заготовки размером 500хвн.160×2100±50 мм, нагрев слитков-заготовок в методической печи до температуры 1160-1180°C, прошивку-раскатку в стане поперечно-винтовой прокатки в гильзы размером 500хвн.290×2700-2860 мм или 500хвн.275×2580-2710 мм на оправках диаметром 275 и 260 мм с вытяжками $\mu=1,33$ и $\mu=1,26$ размер в размер по наружному диаметру, прокатку гильз на ТПУ 8-

16" с пилигримовыми станами в товарные трубы размером 325×26×11000-11800 - 325×35×8800-9400 мм и 325×36×8500-9100 - 325×45×7900-8300 мм с вытяжками, соответственно, от $\mu=4,89$ до $\mu=3,81$ и от $\mu=3,91$ до $\mu=3,06$, обжатием по диаметру $\Delta=34,0\%$ и с подачами гильз в очаг деформации, соответственно, $m=20-24$ и $m=22-26$ мм, отрезку технологических отходов в виде затравочных концов и пилигримовых головок пилой горячей резки, правку, термическую обработку, при необходимости ремонт, ультразвуковой контроль и приемку труб с допуском по диаметру +1,25/-1,0% и толщине стенки +20,0/-5,0%. Обеспечивается снижение расходного коэффициента металла и повышение производительности ТПУ 8-16" с пилигримовыми станами. 1 табл.

R U 2 5 6 4 4 9 8 C 1

R U 2 5 6 4 4 9 8 C 1

FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: 2014119604/02, 15.05.2014

(24) Effective date for property rights:
15.05.2014

Priority:

(22) Date of filing: 15.05.2014

(45) Date of publication: 10.10.2015 Bull. № 28

Mail address:

454129, g.Cheljabinsk, ul. Mashinostroitelej, 21,
Vedushchij spetsialist po patentovedeniju OAO
"ChTPZ" Prozorova Ja.A.

(72) Inventor(s):

Saf'janov Anatolij Vasil'evich (RU),
Fedorov Aleksandr Anatol'evich (RU),
Tazetdinov Valentin Irekleevich (RU),
Osadchij Vladimir Jakovlevich (RU),
Danovskij Nikolaj Grigor'evich (RU),
Litvak Boris Semenovich (RU),
Klimov Nikolaj Petrovich (RU),
Bubnov Konstantin Ehduardovich (RU),
Matjushin Aleksandr Jur'evich (RU),
Saf'janov Aleksandr Anatol'evich (RU)

(73) Proprietor(s):

Otkrytoe aktsionernoje obshchestvo
"Cheljabinskij truboprovodnyj zavod" (RU)

(54) METHOD OF FABRICATION OF SEAMLESS PIPES WITH SIZES 325×26-45 mm FOR BOILERS, STEAM LINES AND MANIFOLDS OF UNITS WITH HIGH AND SUPERCRITICAL STEAM PARAMETERS FROM "10X9МФБ-III" BRAND STEEL

(57) Abstract:

FIELD: metallurgy.

SUBSTANCE: invention relates to pipe rolling, and namely to the method of producing seamless pipes with sizes 325×26-45 mm for boilers, steam lines and manifolds of units with high and supercritical steam parameters from "10X9МФБ-III" brand steel.. The method includes the smelting of hollow ingots by electroslag remelting, the drilling and machining of hollow ingots into hollow work piece ingots with the size 500xouter.160×2100±50, heating of work piece ingots in the continuous furnace up to the temperature 1160-1180°C, an piercing-expansion in the slant rolling mill into bushes with the size 500×out.290×2700-2860 mm or 500×out.275×2580-2710 mm on mandrels with the diameter 275 and 260 mm with draw formings with the sizes $\mu = 1.33$ and $\mu = 1.26$ same with the outerdiameter, rolling of bushes on TPU 8-16" by Pilger mills into commodity pipes with the sizes 325×26×11000-11800 - 325×35×8800-9400 mm and 325×36×8500-9100 - 325×45×7900-8300 mm with draw formings, respectively, from $\mu = 4.89$ up to $\mu = 3.81$ and from $\mu = 3.91$ up to $\mu = 3.06$, crimping along the diameter $\Delta = 34.0\%$ and with supply of sleeves to the deformation centre, respectively, m = 20-24 and m = 22-26 mm, cutting of process waste in the form of the seed ends and the Pilger heads by a hot cutting saw, levelling, heat treatment, if necessary repair, ultrasonic inspection and acceptance of pipes with the diameter tolerance +1.25/-1.0% and wall thickness +20.0/-5.0%.

EFFECT: decrease of metal consumption coefficient and increase of productivity with pilger mills.

1 tbl

C1
C8
C9
C4
C6
C2
RUR U
2 5 6 4 4 9 8
C 1

Изобретение относится к трубопрокатному производству, а именно к способу производства бесшовных труб размером 325×26-45 мм для паровых котлов, паропроводов и коллекторов установок с высокими и сверхкритическими параметрами пара из стали марки 10Х9МФБ-Ш, и может быть использовано на трубопрокатной установке 8-16" с пилигримовыми станами при производстве товарных труб размером 325×26-45 мм из полых слитков-заготовок электрошлакового переплава.

В практике трубопрокатного производства существует способ изготовления котельных труб большого и среднего диаметров из кованых заготовок сталей марок 20, 15ГС, 15ХМ, 12Х1МФ, 15Х1М1Ф, 12Х2МФСР, 10Х9МФБ, 12Х11 В2МФ,

- 10 08Х16Н9М2, 12Х18Н12Т и 10Х13Г12БС2Н2Д2 с заданными требованиями по механическим свойствам, включающий отливку слитков, ковку их в поковки (уплотнение структуры) с уковом $\geq 2,5$, механическую обработку поковок в заготовки (обточку со съемом металла 10-15 мм на сторону), сверление в заготовках центрального отверстия диаметром 100 ± 5 мм для удаления центральной ликвационной пористости и
- 15 неметаллических включений, нагрев заготовок до температуры пластичности, прошивку заготовок в станах поперечно-винтовой прокатки в гильзы, прокатку гильз в трубы диаметром 245-550 мм на пилигримовой установке 8-16" с допуском по диаметру $+1,25/-1,0$ и толщине стенки $+25/-5\%$ (ТУ 14-1-2560-78 "Заготовка трубная кованая для котельных труб", ТУ 14-3-460-2003 и ТУ 14-3Р-55-2001 "Трубы стальные бесшовные для паровых котлов и трубопроводов" и ТУ 14-3-420-75 "Трубы для паровых котлов и трубопроводов из стали 15ГС и 15Х1М1Ф").

Недостатком указанного способа является высокая энергоемкость процесса, связанная с нагревом и деформацией (ковкой) слитков в поковки с последующей обточкой и сверлением центрального отверстия, нагревом заготовок до температуры пластичности, прошивкой и прокаткой их в трубы на пилигримовых станах с допуском по стенке $+20/-5\%$, повышенный расходный коэффициент металла при переделе слиток - поковка - заготовка - труба и, как следствие, высокая стоимость труб, а также то, что данная марка стали, хотя и включена в ТУ 14-3Р-55-2001, но трубы до последнего момента из нее не производились.

30 В трубном производстве известен способ изготовления газлифтных труб большого диаметра из слитков стали 09Г2С выплавки ЭШП и ВДП (Патент RU №2119395, кл. B21B 19/04), где деформацию слитков в стане поперечно-винтовой прокатки ведут вдоль расположения кристаллов, задавая слитки в стан головной частью, и прошаивают с посадом по диаметру на величину

$$35 D=2S_{\Gamma}(1-\sin\alpha)/S_C,$$

где S_{Γ} - толщина стенки гильзы, мм;

S_C - толщина стенки сверленого слитка ЭШП, мм;

α - угол наклона фронта кристаллизации к оси слитка, град.

40 Недостатком указанного способа изготовления труб большого диаметра из слитков ЭШП и ВДП стали марки 09Г2С является необходимость изготовления макротемплетов для определения угла наклона фронта кристаллизации к оси слитка, а прошивка слитков усадочной (головной) частью вперед приводит к образованию дефектов в виде внутренних плен на передних концах гильз.

45 В трубном производстве известен также способ производства котельных труб большого диаметра из слитков ЭШП (патент RU №2180874, кл. B21B 19/04), обеспечивающий уменьшение энергозатрат, снижение расхода металла и, как следствие, снижение стоимости котельных труб за счет использования слитков ЭШП большого

диаметра и ведения процесса прошивки с посадом по диаметру, равному 8-16%.

Недостатками данного способа являются то, что из-за малой мощности привода стана поперечно-винтовой прокатки ОАО "ЧТПЗ" слитки ЭШП из данной марки стали прошить с посадом по диаметру 8-16% не представляется возможным.

Наиболее близким техническим решением является способ производства бесшовных горячедеформированных труб большого и среднего диаметров на трубопрокатных установках с пилигримовыми станами для паровых котлов, паропроводов и коллекторов установок с высокими и сверхкритическими параметрами пара из слитков электрошлакового переплава и непрерывно-литых заготовок (патент RU №2322314, 5 кл. B21B 19/04), предусматривающий прошивку слитков ЭШП и НЛЗ в станах поперечно-винтовой прокатки с посадом по диаметру в зависимости от марки стали и суммарной вытяжки при переделе слиток электрошлакового переплава - труба или непрерывно-литая заготовка - труба, при этом значения величин посада по диаметру слитков электрошлакового переплава при прошивке в станах поперечно-винтовой 10 прокатки определяют из выражения $\Delta_{i'_{\text{ЭШП}}} = k_{i'_{\text{ЭШП}}} \mu_i \Sigma$, где $\Delta_{i'_{\text{ЭШП}}}$ - значения величин посада по диаметру при прошивке в станах поперечно-винтовой прокатки слитков ЭШП i -той марки стали, %; $\mu_i \Sigma = \mu_{\text{пр.}} \mu_{\text{п.}}$ - суммарный коэффициент вытяжки при прокатке труб i -го размера; $k_{i'_{\text{ЭШП}}}$ - коэффициент, учитывающий величину посада по диаметру 15 при прошивке гильз из слитков ЭШП i -той марки стали, %; $\mu_{\text{пр.}}$ - коэффициент вытяжки при прошивке гильз под прокатку труб i -го размера; $\mu_{\text{п.}}$ - коэффициент вытяжки при прокатке труб j -го размера на пилигримовом стане, при этом коэффициенты $k_{i'_{\text{ЭШП}}}$ для 20 разных марок стали варьируются от 24 до 40.

Недостатком данного способа является то, что он очень сложен для производства, 25 так как под каждый размер труб необходимы свои размеры слитков ЭШП, распространяется данный способ на производство бесшовных горячедеформированных труб большого и среднего диаметров на трубопрокатных установках с пилигримовыми станами из углеродистых марок стали и не предусматривает производство котельных труб из слитков ЭШП стали марки 10Х9МФБ-Ш. В настоящее время заводами России, 30 а именно ОАО "ЗМЗ" и ОАО "Мечел", освоено производство слитков-заготовок ЭШП размером 490×1750±50 мм и полых слитков-заготовок размером 500×вн.160×2100±50 мм.

Трубы размером 325×26-45 мм в России можно производить только на ТПУ 8-16" с пилигримовыми станами и на стане ХПТ 450.

Задачей предложенного способа (изобретения) является освоение на ТПУ 8-16" с 35 пилигримовыми станами производства бесшовных горячекатаных товарных труб размером 325×26-45 из полых слитков-заготовок ЭШП размером 500×вн.160×2100±50, снижение расхода металла при переделе полый слиток-заготовка - гильза - товарная горячекатаная котельная труба.

Технический результат достигается тем, что в известном способе производства бесшовных труб размером 325×26-45 мм для паровых котлов, паропроводов и коллекторов установок с высокими и сверхкритическими параметрами пара из стали марки 10Х9МФБ-Ш, включающем выплавку полых слитков электрошлаковым 40 переплавом, расточку и обточку полых слитков в полые слитки-заготовки размером 500×вн.160×2100±50 мм, нагрев слитков-заготовок в методической печи до температуры до температуры 1160-1180°C, прошивку - раскатку в стане поперечно-винтовой прокатки 45 в гильзы размером 500×вн.290×2700-2860 мм или 500×вн.275×2580-2710 мм на оправках диаметром 275 и 260 мм с вытяжками $\mu=1,33$ и $\mu=1,26$ размер в размер по наружному

диаметру ($\delta=0$), прокатку гильз на ТПУ 8-16" с пилигримовыми станами в товарные трубы размером 325×26×11000-11800-325×35×8800-9400 мм или 325×36×8500-9100-325×45×7900-8300 мм с вытяжками, соответственно, от $\mu=4,89$ до $\mu=3,81$ и от $\mu=3,91$ до $\mu=3,06$, обжатием по диаметру $\Delta=34,0\%$ и с подачами гильз в очаг деформации,

⁵ соответственно, $m=20-24$ и $m=22-26$ мм, отрезку технологических отходов в виде затравочных концов и пилигримовых головок пилой горячей резки, правку, термическую обработку, при необходимости ремонт, ультразвуковой контроль и приемку труб с допуском по диаметру $+1,25/-1,0\%$ и толщине стенки $+20,0/-5,0\%$.

Сопоставительный анализ с прототипом показывает, что заявляемый способ

¹⁰ производства бесшовных труб размером 325×26-45 мм для паровых котлов, паропроводов и коллекторов установок с высокими и сверхкритическими параметрами пара из стали марки 10Х9МФБ-Ш отличается тем, что трубы размером 325×26-45 мм производят из полых слитков электрошлакового переплава, которые растачивают и обтачивают в полые слитки-заготовки размером 500×вн.160×2100±50 мм, слитки-

¹⁵ заготовки нагревают в методической печи до температуры до температуры 1160-1180°C, прошивают - раскатывают в стане поперечно-винтовой прокатки в гильзы размером 500×вн.290×2700-2860 мм или 500×вн.275×2580-2710 мм на оправках диаметром 275 и 260 мм с вытяжками $\mu=1,33$ и $\mu=1,26$ размер в размер по наружному диаметру ($\delta=0$), гильзы прокатывают на ТПУ 8-16" с пилигримовыми станами в товарные трубы

²⁰ размером 325×26×11000-11800-325×35×8800-9400 мм или 325×36×8500-9100-325×45×7900-8300 мм с вытяжками, соответственно, от $\mu=4,89$ до $\mu=3,81$ и от $\mu=3,91$ до $\mu=3,06$, обжатием по диаметру $\Delta=34,0\%$ и с подачами гильз в очаг деформации, соответственно, $m=20-24$ и $m=22-26$ мм, производят отрезку технологических отходов в виде затравочных концов и пилигримовых головок пилой горячей резки, правку, термическую обработку,

²⁵ при необходимости ремонт, ультразвуковой контроль и приемку труб с допуском по диаметру $+1,25/-1,0\%$ и толщине стенки $+20,0/-5,0\%$. Таким образом, эти отличия позволяют сделать вывод о соответствии критерию "изобретательский уровень".

Сравнение заявляемого способа не только с прототипом, но и с другими техническими решениями в данной области техники не позволило выявить в них признаки, отличающие ³⁰ заявляемый способ от прототипа, что соответствует патентоспособности "изобретательский уровень".

Способ опробован на ТПУ 8-16" с пилигримовыми станами при прокатке товарных труб размером 325×35 мм. По существующей технологии прокатку товарных труб данного размера из стали 10Х9МФБ-Ш производят из слитков - заготовок ЭШП ³⁵ размером 490×100×1750±50 мм, а по предлагаемой технологии из полых слитков-заготовок ЭШП размером 500×вн.160×2100±50 мм.

По существующему способу трубы размером 325×35 мм производят из слитков-заготовок ЭШП размером 490×100×1750±50 мм по технологии: слитки-заготовки нагревают до температуры пластичности и прошивают в стане поперечно-винтовой прокатки в гильзы размером 500×вн.290×2400-2460 мм на оправке диаметром 275 мм с вытяжкой $\mu=1,36$ и подъемом по диаметру $\delta=2,04\%$. Гильзы прокатывают на ТПУ 8-16" с пилигримовыми станами в товарные трубы размером 325×35×7800-8000 мм. По данной технологии задано в производство 5 слитков-заготовок общей массой 12,558 т. Принято в соответствии с ТУ 14-3Р-55-2001 пять труб размером 325×35×7400-7600 ⁴⁰ мм общей массой 9,947 т. Расходный коэффициент металла по трубам данной партии составил 1,263. По предлагаемому способу задано в производство 5 полых слитков-заготовок размером 500×вн.160×2100±50 мм общей массой 14,601 т. Полые слитки-заготовки размером 500×вн.160×2100±50 мм были нагреты в методической печи до

температуры 1160-1170°C, прошиты - раскатаны в стане поперечно-винтовой прокатки в гильзы размером 500хвн.290×2720-2860 мм на оправке диаметром 275 мм с вытяжкой $\mu=1,33$, размер в размер по наружному диаметру и прокатаны на ТПУ 8-16" с пилигримовыми станами в калибре 332 мм в товарные трубы размером 325×35×9000-9600 мм с вытяжкой $\mu=3,89$, обжатием по диаметру $\Delta=34,0\%$ и с подачами гильз в очаг деформации $m=22-24$ мм. Принято в соответствии с ТУ 14-3Р-55-2001 пять труб размером 325×35×8700-9400 мм общей массой 12,148 т. Расходный коэффициент металла по данной партии труб составил 1,202. Таким образом, при прокатке товарных труб размером 325×35 мм по предлагаемому способу получено снижение расходного коэффициента металла на 61 кг на каждой тонне труб при одновременном повышении производительности ТПУ 8-16" на 7-9% за счет снижения вспомогательного времени на ввод дорнов в полые слитки-заготовки и прокатке полых слитков-заготовок большей массы по сравнению со слитками-заготовками.

Данные по прокатке труб размером 25×35 мм из стали марки 10Х9МФБ-Ш на ПТУ 8-16" с пилигримовыми станами из полых слитков-заготовок ЭШП размером 500хвн.160×2100±50 мм (предлагаемая технология) и из слитков-заготовок размером 490×100×1750±50 мм (существующая технология) приведены в таблице 1.

Таким образом, использование предложенного способа позволит осуществить производство бесшовных горячекатанных труб размером 325×26-45 мм из полых слитков-заготовок ЭШП размером 500хвн.160×2100±50 мм для паровых котлов, паропроводов и коллекторов установок с высокими и сверхкритическими параметрами пара с механическими свойствами металла и геометрическими размерами труб, полностью отвечающими требованиям ТУ 14-3Р-55-2001, что позволит снизить расходный коэффициент металла при переделе полый слиток ЭШП - полый слиток-заготовка - котельная труба и повысить производительность ТПУ 8-16" с пилигримовыми станами.

Данные по прокатке труб размером 325x35 мм из стали марки 10Х9МФБ-Ш на ПТУ 8-16" с пилигримовыми станами
из полых слитков – заготовок ЭШП размером 500хвн.160x2100±50 мм (предлагаемая технология) и
из слитков – заготовок размером 490x100x1750±50 мм (существующая технология)

Таблица 1

30

Вид технологии	Размер слитков-заготовок и полых слитков-заготовок ЭШП (мм)	Масса слитков (кг)	Прошивка гильз				Прокатка труб на пилигримовом стане			Сдача труб		Расход. кофф. метал
			Размер гильз (мм)	Диаметр оправки (мм)	Коэффиц. вытяжки (μ)	Подъем или посад по наружному (б или Δ), (%)	Размер труб (мм)	Коэффиц. вытяжки (μ)	Обжатие по диаметру ($\Delta, \%$)	Размер сданных товарных туб (мм)	Масса сданных труб (кг)	
Существ	490x100x1800	2554	500хвн.290x2460	275	1,36	$\delta=2,04$	325x35x8000	3,89	$\Delta=34,0$	325x35x7600	2029,0	
	490x100x1775	2519	500хвн.290x2430				325x35x7900			325x35x7600	2029,0	
	490x100x1750	2483	500хвн.290x2400				325x35x7800			325x35x7400	1975,7	
	490x100x1775	2519	500хвн.290x2430				325x35x7900			325x35x7500	1910,6	
	450x100x1750	2483	500хвн.290x2400				325x35x7800			325x35x7400	2002,4	
	Итого	12558	-				-			-	9947	1,263
Предлаг.	500хвн.160x2150	2976	500хвн.290x2860	275	1,33	$\delta=0$	325x35x9600	3,89	$3\Delta=34,0$	325x35x9400	2509,6	
	500хвн.160x2150	2976	500хвн.290x2860				325x35x9600			325x35x9300	2482,9	
	500хвн.160x2100	2906	500хвн.290x2790				325x35x9300			325x35x9000	2402,8	
	500хвн.160x2100	2906	500хвн.290x2790				325x35x9300			325x35x9100	2429,5	
	500хвн.160x2050	2837	500хвн.290x2720				325x35x9000			325x35x8700	2322,7	
	Итого	14601	-				-			-	12148	1,202

40

Формула изобретения

Способ производства бесшовных труб размером 325×26-45 мм для паровых котлов, паропроводов и коллекторов установок с высокими и сверхкритическими параметрами пара из стали марки 10Х9МФБ-Ш, включающий выплавку полых слитков электрошлаковым переплавом, расточку и обточку полых слитков в полые слитки-заготовки размером 500хвн.160×2100±50 мм, нагрев слитков-заготовок в методической печи до температуры 1160-1180°C, прошивку-раскатку в стане поперечно-винтовой прокатки в гильзы размером 500хвн.290×2700-2860 мм или 500хвн.275×2580-2710 мм

на оправках диаметром 275 и 260 мм с вытяжками $\mu=1,33$ и $\mu=1,26$ размер в размер по наружному диаметру, прокатку гильз на ТПУ 8-16" с пилигримовыми станами в товарные трубы размером $325\times26\times11000$ - 11800 - $325\times35\times8800$ - 9400 мм и $325\times36\times8500$ - 9100 - $325\times45\times7900$ - 8300 мм с вытяжками, соответственно, от $\mu=4,89$ до $\mu=3,81$ и от $\mu=5$ 3,91 до $\mu=3,06$, обжатием по диаметру $\Delta=34,0\%$ и с подачами гильз в очаг деформации, соответственно, $m=20$ - 24 и $m=22$ - 26 мм, отрезку технологических отходов в виде затравочных концов и пилигримовых головок пилой горячей резки, правку, термическую обработку, при необходимости ремонт, ультразвуковой контроль и приемку труб с допуском по диаметру $+1,25/-1,0\%$ и толщине стенки $+20,0/-5,0\%$.

10

15

20

25

30

35

40

45