



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21), (22) Заявка: **2008115396/02**, **18.04.2008**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
18.04.2008(43) Дата публикации заявки: **27.10.2009**(45) Опубликовано: **27.04.2010** Бюл. № 12

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2243837 C1**, **10.01.2005**. **RU 2151658 C1**, **27.06.2000**. **ОСАДЧИЙ В.Я.** и др. **Технология и оборудование трубного производства**. - М.: **ИНТЕРМЕТИНЖИНИРИНГ**, **2007**, с.195-196, **рис.6.10**. **DE 69835455 T**, **16.08.2007**. **US 4798071 A**, **17.01.1989**. **EP 0842715 A1**, **20.05.1998**.

Адрес для переписки:

**454129, г. Челябинск, ул. Машиностроителей,
21, ОАО "Челябинский трубопрокатный
завод", главному инженеру завода
Д.В.Маркову**

(72) Автор(ы):

**Сафьянов Анатолий Васильевич (RU),
Федоров Александр Анатольевич (RU),
Чикалов Сергей Геннадьевич (RU),
Марков Дмитрий Всеволодович (RU),
Лалин Леонид Игнатьевич (RU),
Головинов Валерий Александрович (RU),
Ненахов Сергей Васильевич (RU),
Баричко Владимир Сергеевич (RU),
Логовиков Валерий Андреевич (RU),
Дановский Николай Григорьевич (RU),
Литвак Борис Семенович (RU),
Белокозович Юрий Борисович (RU),
Климов Николай Петрович (RU),
Бубнов Константин Эдуардович (RU),
Матюшин Александр Юрьевич (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**ОАО "Челябинский трубопрокатный завод"
(RU)**

(54) СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА БЕСШОВНЫХ ГОРЯЧЕДЕФОРМИРОВАННЫХ ТРУБ БОЛЬШОГО И СРЕДНЕГО ДИАМЕТРОВ ИЗ ТРУДНОДЕФОРМИРУЕМЫХ МАРОК СТАЛИ И СПЛАВОВ НА ТРУБОПРОКАТНЫХ УСТАНОВКАХ С ПИЛИГРИМОВЫМИ СТАНАМИ

(57) Реферат:

Изобретение относится к трубопрокатному производству, в частности к способу производства бесшовных горячедеформированных труб большого и среднего диаметров из труднодеформируемых марок стали и сплавов на трубопрокатных установках с пилигримовыми станами, и может быть использовано при производстве труб диаметром 219-550 мм на ТПУ с пилигримовыми станами. Способ включает сверление в заготовках и слитках электрошлакового переплава центрального отверстия диаметром 100+5,0 мм, нагрев заготовок и слитков электрошлакового переплава до температуры пластичности, прошивку их в полые толстостенные гильзы в одном стане косой прокатки с последующей

раскаткой в тонкостенные гильзы во втором стане косой прокатки, установленных последовательно, при этом прошивку сверленных заготовок и слитков электрошлакового переплава из труднодеформируемых марок стали и сплавов диаметром до 500 мм производят в одном стане косой прокатки, а прошивку заготовок и слитков электрошлакового переплава более 500 мм производят в толстостенные гильзы в первом стане косой прокатки, а раскатку в тонкостенные гильзы во втором стане косой прокатки, установленном параллельно первому со смещением входных и выходных сторон, прошивку сверленных заготовок и слитков электрошлакового переплава из труднодеформируемых марок стали и сплавов диаметром до 500 мм

производят в стане косой прокатки с вытяжкой $\mu=1,2-1,5$ и подъемом по диаметру 3,0-5,0%, а прошивку сверленных заготовок и слитков электрошлакового переплава диаметром более 500 мм производят в толстостенные гильзы на первом стане косой прокатки с вытяжкой $\mu=1,1-1,15$ и подъемом по диаметру 2,0-3,5%, а раскатку в тонкостенные гильзы во втором стане косой прокатки с вытяжкой $\mu=1,1-1,25$ и подъемом по

диаметру 3,0-4,5%. Обеспечивается исключение из технологического цикла повторного нагрева толстостенных гильз под раскатку во втором стане косой прокатки, простоев второго пилигримового стана, снижение расходного коэффициента металла, возможность формировать портфель заказов трубами малыми партиями и снижение себестоимости трубной продукции. 1 табл.

RU 2387497 C2

RU 2387497 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION(21), (22) Application: **2008115396/02, 18.04.2008**(24) Effective date for property rights:
18.04.2008(43) Application published: **27.10.2009**(45) Date of publication: **27.04.2010 Bull. 12**

Mail address:

**454129, g.Cheljabinsk, ul. Mashinostroitelej, 21,
OAO "Cheljabinskij truboprokatnyj zavod",
glavnomu inzheneru zavoda D.V.Markovu**

(72) Inventor(s):

**Saf'janov Anatolij Vasil'evich (RU),
Fedorov Aleksandr Anatol'evich (RU),
Chikalov Sergej Gennad'evich (RU),
Markov Dmitrij Vsevolodovich (RU),
Lapin Leonid Ignat'evich (RU),
Golovinov Valerij Aleksandrovich (RU),
Nenakhov Sergej Vasil'evich (RU),
Barichko Vladimir Sergeevich (RU),
Logovikov Valerij Andreevich (RU),
Danovskij Nikolaj Grigor'evich (RU),
Litvak Boris Semenovich (RU),
Belokozovich Jurij Borisovich (RU),
Klimov Nikolaj Petrovich (RU),
Bubnov Konstantin Ehduardovich (RU),
Matjushin Aleksandr Jur'evich (RU)**

(73) Proprietor(s):

OAO "Cheljabinskij truboprokatnyj zavod" (RU)

**(54) FABRICATION METHOD OF SEAMLESS HOT-DEFORMED TUBES OF LARGE AND MEAN
DIAMETRES FROM DIFFICULT-TO-FORM GRADES OF STEEL AND ALLOYS ON TUBE-FORMING
INSTALLATION WITH PILGER MILLS**

(57) Abstract:

FIELD: metallurgy.

SUBSTANCE: invention refers to fabrication method of seamless hot-deformed tubes of large and mean diametres from difficult-to-form grades of steel and alloys on tube-forming installations with pilger mills, and can be used at fabrication of tubes with diametre of 219-550 mm on tube-forming installation with pilger mills. Method involves drilling in workpieces and ingots of electroslag remelting process of central hole with diametre of 100+5.0 mm, heating of workpieces and ingots of electroslag remelting process to ductility temperature, their conversion to hollow thick-walled shells in one skew rolling mill with further rolling to thin-walled shells in the second skew rolling mill, which are installed in-series; at that, conversion of drilled workpieces and ingots of electroslag remelting process from difficult-to-form grades of steel and alloys with diametre of up to 500 mm is performed in

one skew rolling mill, and workpieces and ingots of electroslag remelting process of more than 500 mm are converted to thick-walled shells in the second skew rolling mill installed parallel to the first one with an offset of inlet and outlet sides, conversion of drilled workpieces and ingots of electroslag remelting process from difficult-to-form grades of steel and alloys with diametre of up to 500 mm is performed in skew rolling mill with drawing $\mu=1.2-1.5$ and rise as to diametre of 3.0-5.0%, and conversion of drilled workpieces and ingots of electroslag remelting process with diametre of more than 500 mm is performed to thick-walled shells on the first skew rolling mill with drawing $\mu=1.1-1.15$ and rise as to diametre of 2.0-3.5%, and rolling to thin-walled shells - in the second skew rolling mill with drawing $\mu=1.1-1.25$ and rise as to diametre of 3.0-4.5%.

EFFECT: possibility of forming stock of orders with tubes in small batches, and reducing production

RU 2387497 C2

RU 2387497 C2

Изобретение относится к трубопрокатному производству, в частности к способу производства бесшовных горячедеформированных труб большого и среднего диаметров из труднодеформируемых марок стали и сплавов на трубопрокатных установках с пилигримовыми станами, и может быть использовано при производстве

5 труб диаметром 219-550 мм на ТПУ с пилигримовыми станами, имеющими в технологической линии два стана косой прокатки, установленных параллельно со смещением входных и выходных сторон.

Известны способы прошивки слитков и заготовок в станах косой прокатки в гильзы с отношением $D/S \geq 13,5$ для производства труб диаметром 530-550 мм на ТПА8-16" с пилигримовыми станами ОАО "ЧТПЗ" из углеродистых и малолегированных марок стали и труб диаметром 351 мм и более из слитков ЭШП

10 труднодеформируемых марок стали и сплавов, заключающиеся в том, что нагретые слитки и заготовки прошивают (деформируют) в прошивном стане в две прошивки (ТИ158-Тр.ТБ1-38-97 "Изготовление бесшовных горячекатаных труб для паровых котлов и трубопроводов по ТУ14-3-460-75 и ТУ14-3-420-75", ТИ158-Тр.ТБ1-56-97 "Изготовление бесшовных горячекатаных труб из стали марки 20 для

15 нефтеперерабатывающей промышленности по ТУ14-3-587-77", ТИ158-Тр.ТБ1-51-2002 "Изготовление бесшовных горячекатаных труб из стали 15Х5М по ТУ14-3Р-62-2002" и ТИ158-Тр.ТБ1-53-2002 "Изготовление бесшовных горячекатаных труб из

20 коррозионно-стойких марок стали с повышенным качеством поверхности по ТУ14-3Р-197-2001").

Недостатком данных способов является то, что двойная прошивка слитков и заготовок приводит к двойному нагреву, а следовательно, к повышенному угару металла, снижению производительности пилигримовой установки и повышению стоимости их передела. Прокатка труб диаметром 351 мм и более из

25 труднодеформируемых марок стали и сплавов из сверленных заготовок и слитков ЭШП за одну прошивку вообще невозможна из-за малой мощности привода прошивного стана при повышенных нагрузках.

Известен способ производства бесшовных горячедеформированных труб, заключающийся в нагреве слитков и заготовок до температуры пластичности, прошивке их в полые толстостенные гильзы в одном стане косой прокатки с

35 последующей раскаткой в тонкостенные гильзы во втором стане косой прокатки и прокаткой их в трубы на установке с автоматическим станом (производство бесшовных горячекатаных труб диаметром до 325 мм из коррозионно-стойких сталей по ГОСТ 9940 на ТПА "350" Никопольского Южнотрубного завода, Украина).

Однако известный способ также имеет недостатки. Станы косой прокатки установлены последовательно. Данный способ прокатки приемлем для массового производства труб на ТПУ с автоматическими станами. На ТПА "350", даже при наличии двух станов косой прокатки, производят трубы из труднодеформируемых марок стали (нержавеющие по ГОСТ 9940), максимальный диаметр которых не

40 превышает 325 мм. Для производства труб малыми партиями (до одной трубы) на трубопрокатных установках с пилигримовыми станами данный способ не приемлем, т.к. он приводит к потере производительности ТПУ с пилигримовыми станами из-за простоя второго стана при прокатке труб из труднодеформируемых марок стали и

45 сплавов диаметром более 325 мм, т.е. труб диаметром 351-550 мм, требующих двойную прошивку.

Наиболее близким техническим решением является способ производства бесшовных горячедеформированных труб большого диаметра на ТПУ с пилигримовыми станами,

закрывающийся в том, что прошивку слитков ЭШП и заготовок из труднодеформируемых марок стали и сплавов в толстостенные гильзы производят в первом прошивном стане, рабочие валки которого вращают в одну сторону, а раскатку в тонкостенные гильзы - во втором стане, рабочие валки которого вращают в противоположную сторону (патент РФ №2243837, 2005, бюл. №1).

Данный способ производства бесшовных горячедеформированных труб большого диаметра направлен на улучшение геометрических размеров горячедеформированных труб из углеродистых и легированных марок стали, снижение расходного коэффициента металла, но не решает главной задачи, а именно, повышение производительности ТПУ с пилигримовыми станами при прокатке труб диаметром 351-550 мм из труднодеформируемых марок стали и сплавов и труб диаметром 273-450 мм малыми партиями по ГОСТ и ТУ любого назначения.

Задачей предложенного способа производства бесшовных горячедеформированных труб большого и среднего диаметров из труднодеформируемых марок стали и сплавов на трубопрокатных установках с пилигримовыми станами является возможность производства качественных труб диаметром до 325 мм с одной прошивкой и диаметром более 325 мм с двумя прошивками, снижение расходного коэффициента металла за счет исключения двойного нагрева и повышение производительности ТПУ с пилигримовыми станами за счет установки станков кривой прокатки параллельно со смещением входных и выходных сторон, что дает возможность при прокатке труб диаметром 273-450 мм малыми партиями производить на первом стане кривой прокатки прошивку заготовок в гильзы одного диаметра, а на втором стане кривой прокатки в гильзы другого диаметра, для прокатки труб разных диаметров на пилигримовых станах.

Технический результат достигается тем, что в известном способе производства бесшовных труб большого и среднего диаметров из труднодеформируемых марок стали и сплавов на трубопрокатных установках с пилигримовыми станами, включающем сверление в заготовках и слитках электрошлакового переплава центрального отверстия диаметром $100 \pm 5,0$ мм, нагрев заготовок и слитков электрошлакового переплава до температуры пластичности, прошивку и раскатку их в полые толстостенные и тонкостенные гильзы на станах кривой прокатки, прошивку и раскатку сверленных заготовок и слитков электрошлакового переплава производят на станах кривой прокатки, установленных параллельно друг другу со смещением входных и выходных сторон, при этом прошивку сверленных заготовок и слитков электрошлакового переплава из труднодеформируемых марок стали и сплавов диаметром до 500 мм производят с вытяжкой $\mu=1,2-1,5$ и подъемом по диаметру 3,0-5,0%, а прошивку сверленных заготовок и слитков электрошлакового переплава диаметром более 500 мм производят в толстостенные гильзы в первом стане кривой прокатки с вытяжкой $\mu=1,1-1,15$ и подъемом по диаметру 2,0-3,5%, а раскатку в тонкостенные гильзы во втором стане кривой прокатки с вытяжкой $\mu=1,1-1,25$ и подъемом по диаметру 3,0-4,5%.

Сопоставительный анализ заявляемого решения с прототипом показывает, что прошивку и раскатку их в полые толстостенные и тонкостенные гильзы на станах кривой прокатки, прошивку и раскатку сверленных заготовок и слитков электрошлакового переплава производят на станах кривой прокатки, установленных параллельно друг другу со смещением входных и выходных сторон, при этом прошивку сверленных заготовок и слитков электрошлакового переплава из труднодеформируемых марок стали и сплавов диаметром до 500 мм производят с

вытяжкой $\mu=1,2-1,5$ и подъемом по диаметру $3,0-5,0\%$, а прошивку сверленных заготовок и слитков электрошлакового переплава диаметром более 500 мм производят в толстостенные гильзы в первом стане косой прокатки с вытяжкой $\mu=1,1-1,15$ и подъемом по диаметру $2,0-3,5\%$, а раскатку в тонкостенные гильзы во втором

5 стане косой прокатки с вытяжкой $\mu=1,1-1,25$ и подъемом по диаметру $3,0-4,5\%$. Таким образом, заявляемый способ соответствует 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

10 признаки, отличающие заявляемый способ от прототипа, что соответствует патентоспособности "изобретательский уровень".

В связи с отсутствием в России на трубопрокатных установках с пилигримовыми станами в технологической линии двух прошивных станов, предлагаемый способ

15 производства бесшовных горячедеформированных труб большого и среднего диаметров из труднодеформируемых марок стали и сплавов осуществить не представляется возможным.

Таким образом, подтверждены только теоретические обоснования способа производства бесшовных горячедеформированных труб большого и среднего

20 диаметров из труднодеформируемых марок стали и сплавов на ТПУ с пилигримовыми станами, имеющими в своем составе два стана косой прокатки, установленных параллельно относительно друг друга в технологической линии со смещением входных и выходных сторон.

В таблице приведены фактические и теоретические данные по прокатке

25 передельных труб размером 426×30 мм из стали марки 10X17H13M2T из слитков ЭШП по существующей (двойной нагрев с прошивкой и раскаткой в стане косой прокатки) и предлагаемой технологии (один нагрев с последующей прошивкой и раскаткой в станах косой прокатки, установленных в технологической линии ТПУ

30 параллельно, выходная сторона первого стана косой прокатки расположена против входной стороны второго стана).

Из таблицы видно, что по существующей технологии для прокатки передельных труб размером 426×30 мм, в производство было задано 5 слитков ЭШП размером $600 \times 100 \times 1700$ мм общей массой 18,34 т. Время нагрева под первую прошивку

35 составило 11,25 часа. Слитки были прошиты на оправке диаметром 275 мм в гильзы размером $600 \times 290 \text{ вн.} \times 2090$ мм, т.е. размер в размер по диаметру. Вытяжка составила $\mu=1,23$. Нагрузка на привод прошивного стана достигала 8 КА, т.е. находилась на верхнем пределе. Гильзы были переданы на склад слитков и заготовок, где после

40 охлаждения были осмотрены и при необходимости отремонтированы (дефекты в виде мелких наружных плен были удалены пологой абразивной зачисткой). Затем гильзы были посажены в печь и повторно нагреты до температуры пластичности и раскатаны в стане косой прокатки на оправке диаметром 390 мм в гильзы размером $620 \times 405 \text{ вн.} \times 2540$ мм с вытяжкой $\mu=1,21$ и подъемом по диаметру $\delta=3,3\%$. Нагрузка на

45 привод прошивного стана составила 7,5 КА. Гильзы после раскатки имели повышенную кривизну, что приводило к затрудненному введению дорна в гильзы. Кривизна гильз при раскатке образуется из-за неравномерного нагрева их по длине и сечению, т.к. гильзы после первой прошивки имеют кривизну по сравнению со сверленными и обточенными слитками ЭШП. При кантовке гильз вдоль печи из-за

50 кривизны они кантуются значительно хуже, т.е. угол кантовки имеет значительный разбег, вместо угла $\alpha=180 \pm 15^\circ$. Прокатка гильз с повышенной кривизной на пилигримовом стане приводит к повышенной поперечной разностенности, особенно

затравочных концов. Гильзы были прокатаны на пилигримовом стане в передельные трубы размером 426×30 мм. Сдано в соответствии с ГОСТ 9940-41,08 м труб или 12,03 т. Расходный коэффициент металла по трубам данной партии составил 1,525. Время первой прошивки 5 слитков ЭШП составило 0,75 часа, а время раскатки и прокатки труб на пилигримовом стане составило 1,2 часа, из-за длительности введения дорнов в гильзы и повышенного времени на затравку. Во время прошивки слитков ЭШП в гильзы, раскатки гильз и прокатки труб второй стан пилигримовой установки 8-16" простаивал. По предлагаемой технологии при наличии в технологической линии ТПУ двух прошивных станов, установленных параллельно со смещением входных и выходных сторон, слитки размером 580×100×1750 мм должны быть нагреты до температуры пластичности в течение 10,5 часа, затем прошиты в первом прошивном стане на оправке диаметром 275 мм в гильзы размером 600×290вн.×2000 мм с вытяжкой $\mu=1,15$ и подъемом по диаметру $\delta=3,4\%$. После прошивки гильзы должны быть переданы на входную сторону второго стана косой прокатки и раскатаны на оправке диаметром 390 мм в гильзы размером 620×405вн.×2500 мм с вытяжкой $\mu=1,25$ и подъемом по диаметру 3,3% (в соответствии с формулой изобретения), а затем прокатаны на любом из двух пилигримовых станов в передельные трубы размером 426×30 мм. Общее время прошивки, раскатки и прокатки 5 передельных труб не должно превышать 0,5 часа, т.к. при прошивке и последующей раскатке температура по сечению и длине гильз выравнивается, а следовательно, гильзы должны иметь наименьшую кривизну и хорошо одеваться на дорн. Прокатка труб из прямолинейных гильз приводит к снижению поперечной разностенности, особенно при затравке гильз, что в свою очередь приводит к снижению концевой (затравочной) обрезки. Теоретическая сдача труб должна быть не менее 43,75 м или массой 12,81 т. Расходный коэффициент металла должен быть не более 1,375.

Таким образом, подтверждены фактические и теоретические обоснования целесообразности использования предложенного способа производства бесшовных горячедеформированных труб большого и среднего диаметров из труднодеформируемых марок стали и сплавов на ТПУ с пилигримовыми станами из сверленных заготовок и слитков ЭШП, при котором прошивку и раскатку сверленных заготовок и слитков электрошлакового переплава производят на станах косой прокатки, установленных параллельно друг другу со смещением входных и выходных сторон, при этом прошивку сверленных заготовок и слитков электрошлакового переплава из труднодеформируемых марок стали и сплавов диаметром до 500 мм производят с вытяжкой $\mu=1,2-1,5$ и подъемом по диаметру 3,0-5,0%, а прошивку сверленных заготовок и слитков электрошлакового переплава диаметром более 500 мм производят в толстостенные гильзы в первом стане косой прокатки с вытяжкой $\mu=1,1-1,15$ и подъемом по диаметру 2,0-3,5%, а раскатку в тонкостенные гильзы во втором стане косой прокатки с вытяжкой $\mu=1,1-1,25$ и подъемом по диаметру 3,0-4,5%.

Использование предлагаемого способа производства бесшовных горячедеформированных труб большого и среднего диаметра из труднодеформируемых марок стали и сплавов позволит исключить из технологического цикла повторный нагрев толстостенных гильз под раскатку во втором стане косой прокатки, исключить простои второго пилигримового стана, снизить расходный коэффициент металла, а установка двух станов косой прокатки в технологической линии параллельно со смещением входных и выходных сторон позволит производить формирование портфеля заказов трубами малыми партиями без потери производительности пилигримовых станов, а следовательно, повысить их

производительность и снизить себестоимость трубной продукции.

Фактические и теоретические данные по прокатке передельных труб размером 426х30 мм из стали марки 10X17Н13М2Т из слитков ЭШП по существующей (двойной нагрев с прошивкой и раскаткой в стане косо́й прокатки) и предлагаемой технологии (один нагрев с последующей прошивкой и раскаткой в станах косо́й прокатки, установленных в технологической линии ТПУ параллельно, выходящая сторона первого стана косо́й прокатки расположена против входной стороны второго стана)

Вид технол.	Размер слитков	Задано в произ.		Время нагрева (час.)		Прошивка				Раскатка				Сдано труб (м/тн)	Расход коэфф. металла
		шт.	тн.	Под прощ.	Под раскат.	Диам. оправ. (мм)	Размер гильз (мм)	Вытяж. (μ)	Подъем по диам. (%)	Диам. оправ. (мм)	Размер гильз (мм)	Вытяж. (μ)	Подъем по диам. (%)		
Сущест.	600х100 х1700	5	18,34	11,25	9,5	275	600х290 х2090	1,23	0	390	620х405 х2540	1,21	3,3	41,08 12,03	1,525
Предлаг.	580х100 х1750	5	17,61	10,5	-	275	600х290 х2000	1,15	3,4	390	620х405 х2500	1,25	3,3	43,75 12,81	1,375

Формула изобретения
Способ производства бесшовных горячедеформированных труб большого и

среднего диаметров из труднодеформируемых марок стали и сплавов на
трубопрокатных установках с пилигримовыми станами, включающий сверление в
заготовках и слитках электрошлакового переплава центрального отверстия
5 диаметром $100 \pm 5,0$ мм, нагрев заготовок и слитков электрошлакового переплава до
температуры пластичности, прошивку и раскатку их в полые толстостенные и
тонкостенные гильзы на станах кривой прокатки, отличающийся тем, что прошивку и
раскатку сверленных заготовок и слитков электрошлакового переплава производят на
10 станах кривой прокатки, установленных параллельно друг другу со смещением
входных и выходных сторон, при этом прошивку сверленных заготовок и слитков
электрошлакового переплава из труднодеформируемых марок стали и сплавов
диаметром до 500 мм производят с вытяжкой $\mu=1,2-1,5$ и подъемом по диаметру 3,0-
5,0%, а прошивку сверленных заготовок и слитков электрошлакового переплава
15 диаметром более 500 мм производят в толстостенные гильзы в первом стане кривой
прокатки с вытяжкой $\mu=1,1-1,15$ и подъемом по диаметру 2,0-3,5%, а раскатку в
тонкостенные гильзы во втором стане кривой прокатки с вытяжкой $\mu=1,1-1,25$ и
подъемом по диаметру 3,0-4,5%.

20

25

30

35

40

45

50