В. Ф. Балакин /д. т. н./

Национальная металлургическая академия
Украины, г. Днепро, Украина

А. Н. Степаненко /к. т. н./,
Ю. Д. Угрюмов /к. т. н./

ГП «Укрگیпромез», г. Днепро, Украина

А. Ф. Гринев /к. т. н./

ООО «Укрметаллургинформ «НТА», г. Днепро,
Украина

Д. Ю. Гармашев /к. т. н./

«Интерпайп Нико Тьюб», г. Никополь, Украина

Посвящается Б. Г. Павловскому¹

Модернизация трубопрокатной установки с пилигримовыми станами ТПА 5-12": задачи, способы, пути реализации²

V. F. Balakin /Dr. Sci. (Tech.)/

National Metallurgical Academy of Ukraine,
Dnipro, Ukraine

A. N. Stepanenko /Cand. Sci. (Tech.)/,
Yu. D. Ugryumov /Cand. Sci. (Tech.)/

SE "Ukrqipromez", Dnipro, Ukraine

A. F. Grinev /Cand. Sci. (Tech.)/

LLC "Ukrmetallurginform" NTA", Dnipro, Ukraine

D. Yu. Garmashev /Cand. Sci. (Tech.)/

"Interpipe Niko Tube", Nikopol, Ukraine

Modernization of the pipe mill with pilger mill TPA 5-12": tasks, methods, ways of implementation²

Цель. На основании анализа современного состояния производства труб на пилигримовой установке 5-12" ПАО «Интерпайп НТЗ» предложил новые технологические решения по ее модернизации для расширения размерного и марочного сортамента производимых труб, снижения расхода металла путем повышения точности труб, обеспечения экономии энергоресурсов путем снижения расхода природного газа и др.

Методика. Выбор представительных данных процессов производства труб на пилигримовых установках, эксплуатируемых в Украине и за рубежом, из научных и патентных источников. Решение задач по выбору оптимальных ресурсо- и энергосберегающих технологических схем производства труб на ТПА 5-12" ПАО «Интерпайп НТЗ» за счет новых технологических схем и модернизации оборудования.

Результаты. В статье приведены результаты анализа состояния производства труб на ТПА с пилигримовыми станами в современных условиях глобализации мировой экономики, что требует проведения модернизации и реконструкции этих ТПА для обеспечения конкурентоспособности на мировом рынке. Разработаны новые технологические и технические решения по модернизации ТПА 5-12" ПАО «Интерпайп НТЗ» для расширения сортамента и увеличения диаметра получаемых труб до 465 мм и более из углеродных, легированных и труднодеформируемых марок сталей.

Научная новизна. Расширены представления об образовании разностенности при прошивке НЛЗ в стакан на горизонтальном гидравлическом прессе 20 МН и при раскатке стакана на стане-элонгаторе. Уточнен механизм образования и исправления разностенности в системе прошивной пресс – стан-элонгатор и намечены пути снижения разностенности гильз и труб.

Практическая значимость. Разработанные в статье новые технологические и технические решения могут быть использованы для модернизации и реконструкции пилигримовых установок, в том числе ТПА 5-12" ПАО «Интерпайп НТЗ», что позволит повысить их конкурентоспособность за счет расшире-

¹Павловский Борис Григорьевич (5.05.1936–27.01.2018) – известный ученый и специалист трубного производства, кандидат технических наук, старший научный сотрудник ВНИТИ, заведующий лабораторией ГП «НИТИ», ведущий инженер Института развития ПАО «Интерпайп НТЗ», автор многочисленных научных работ и изобретений в области винтовой и пилигримовой прокатки

²В работе принимали участие: А. И. Козловский, А. В. Чуев, Е. И. Шифрин, Г. Н. Польский, В. Л. Мережко, Г. Н. Польский, В. П. Сокуренок, Н. И. Кулеба, А. В. Закопко, А. В. Шевчук, Б. Г. Павловский, А. А. Нефедов, Л. Я. Пахомова, Н. В. Доля, Ю. В. Мосин.

ния размерного и марочного сортамента труб, снизить расход металла за счет повышения точности и уменьшения брака, а также обеспечить экономию энергоресурсов путем снижения расхода природного газа на подогрев раската на части сортамента труб.

Ключевые слова: труба, гильза, прошивной пресс, стан-элонгатор, пилигримовая установка, разностенность, энергосбережение, модернизация, очистка от окалины.

DOI: 10.33101/S065676567

Введение. Одним из способов производства бесшовных горячекатаных труб большого и среднего диаметров с толщинами стенок от 8 до 100 мм и более является прокатка на установках с пилигримовыми станами. Использование непрерывнолитых заготовок круглого сечения обеспечило значительные преимущества пилигримового способа производства труб. В мире на сегодняшний день эксплуатируются около 30 трубопрокатных установок с пилигримовыми станами, 12 из которых производят трубы диаметром более 406 мм [1].

Пилигримовый процесс, в том виде, в котором он существовал до настоящего времени, обладал рядом существенных недостатков: наличие сравнительно высокой разностенности по длине и сечению труб, бугристость поверхности, низкое качество поверхностей прокатываемых труб и др. Вместе с тем этому процессу присущ ряд достоинств. На пилигримовых станах производят трубы весьма широкого сортамента и практически любого назначения: трубы нефтяного сортамента, обсадные, баллонные, котельные, трубы из специальных сталей и сплавов, биметаллические трубы разных сочетаний (для АЭС и для транспортировки сыпучих абразивных материалов) и т. д.

Бесшовные трубы диаметром более 406 мм с разными толщинами стенок без применения специального оборудования (гидравлических прессов и станов расширителей) можно производить только на пилигримовых станах. Экономичность производства труб малыми партиями (до одной трубы) следует отнести к достоинствам агрегатов с пилигримовыми станами.

Всё это не позволяет выводить из эксплуатации агрегаты с пилигримовыми станами (особенно для прокатки труб большого диаметра 377...720 мм) и заставляет искать пути их совершенствования.

За последние 15...20 лет построено и реконструировано 8 пилигримовых установок для прокатки труб диаметром от 8 1/2" до 20": в Германии – трубный завод Боце – 13³/₈"; в Бельгии – УТМ 8¹/₃...16" (г. Флемал); в Китае 8¹/₂" (г. Ченгду), который реконструирован в 2007 г. под прокатку труб диаметром 24"; в Англии – BSC 20" (г. Бромфорд); в Испании – 18" (г. Бильбао); в Румынии – 20" (г. Роман); в Алжире – 14" (г. Аннаба); в Венесуэле – 8...16" (г. Сидор).

Способ получения гильзы имеет большое значение для прокатки труб с минимальной разностенностью. Для пилигримовой прокатки гильзы можно получать тремя способами:

- прошивкой заготовок на прессе с последующей раскаткой на косовальковом стане-элонгаторе;
- прошивкой квадратной или гранёной заготовки на пресс-валковом стане с последующей раскаткой на стане-элонгаторе;
- прошивкой заготовки непосредственно в гильзу на косовальковом стане.

Результаты исследований [1; 2] разностенности гильз при различных способах прошивки показали, что при прошивке на прессе поперечная разностенность составляет 6,5...12,5 %, на пресс-валковом стане – 10,0...19,0 %, а на косовальковом стане (стане косой прокатки) – 2,5... 4,5 %.

Значительная разностенность при прошивке на прессе и пресс-валковом стане объясняется смещением пуансона (оправки) по длине заготовки. При дальнейшем переделе, прокатке на стане-элонгаторе эта (наведенная) разностенность устраняется не полностью. При этом специалисты фирмы Mannesmann-Demag (Германия) [3] подтверждают данный факт и считают наиболее приемлемым способом получения гильзы прошивку на станах косой прокатки. С другой стороны, прессование заготовок с развитой усадочной порой приводит к смещению от оси, которое при последующих прокатках в стане элонгаторе, пилигримовом и калибровочно-редукционном станах приводит к образованию внутренних плен и повышенного брака труб.

На ПАО «Интерпайп НТЗ» ТПА 5-12" введен в эксплуатацию в 1968 г. (рис. 1). Для повышения эффективности производства труб (повышения производительности, улучшения их качества и снижения расхода металла) за данный период времени на заводе были проведены мероприятия, направленные на улучшение качества литой заготовки, механизацию отдельных узлов и механизмов, а также частичную поэтапную реконструкцию прокатной и отделочной части. Весь комплекс мероприятий был направлен на улучшение качества труб нефтяного сортамента и снижение расхода металла. Для дальнейшей интенсификации производства, расширения сортамента и кардинального улучшения качественных показателей требуется коренная реконструкция горячей части и отделки трубопрокатного агрегата.

Рис. 1. Схема технологического процесса на ТПА 5-12" с возможностью прошивки на прессе с последующим перекатом на стане-элонгаторе:

- 1 – загрузочная решетка; 2 – весы; 3 – кольцевая нагревательная печь; 4 – установка гидросбива окалины;
 5 – прошивной горизонтальный пресс; 6 – кольцевая подогревательная печь; 7 – стан-элонгатор;
 8 – пильгерстан; 9 – огневая резка труб; 10 – подогревательная печь с шагающими балками (ПШБ);
 11 – 12-клетевой калибровочный стан; 12 – 5-клетевой калибровочный стан; 13 – холодильник;
 14 – правильная машина; 15 – установка выдувки окалины

Для повышения качества производимых труб и снижения расходного коэффициента металла при производстве горячекатаных труб диаметром 168...465 мм и обеспечения их выпуска на уровне международных стандартов специалистами компании «ИНТЕРПАЙП» совместно с ГП «Укрگیпромез» и ПАО «НКМЗ» был разработан проект поэтапной модернизации, который предусматривает реконструкцию горячей части ТПА 5-12" с частичной заменой существующего оборудования, которая была начата в конце XX в. совместно с машиностроительными заводами. Для технологической гибкости агрегата было предложено установить две линии прокатки до правильных станов, что позволит прокатывать одновременно два типоразмера труб. На реконструируемом ТПА должны работать автоматические системы управления технологическими процессами (АСУТП) и производством (АСУП). Состав оборудования и его технологические возможности должны обеспечить годовой объем производства 250 тыс. т труб с точностью геометрических параметров по толщине стенки $\pm 10\%$, а по диаметру $+0,5-0,8\%$.

Реконструкцию предлагается проводить по этапам с постепенным переключением технологического потока со старого оборудования на новое.

На основании вышесказанного можно считать эффективным направлением первоочередной модернизации организацию процесса прямой прошивки, исключение из технологической схемы операций прошивки на прессе и подогрев стаканов в кольцевой печи (КП-3). Для этой цели в проекте предусмотрена установка нового мощного двухвалкового прошивного стана с направляющим инструментом – дисками.

Данный процесс сопровождается длительным по времени процессом изготовления и монтажа

нового стана. При этом, как правило, осуществляется остановка ТПА.

Следует отметить, что гидравлический пресс 20 МН и нагревательная печь не демонтируются, а останавливаются и после капитального ремонта могут быть использованы в технологической схеме производства труб. Насосно-аккумуляторная станция, предназначенная для пресса, используется для усовершенствованных подающих аппаратов пильгеримового стана при прокатке гильз (труб) повышенной массы.

1. «Прямая» прошивка на существующем стане-элонгаторе

В сложившейся сложной экономической ситуации необходимо быстро переориентировать существующее производство труб в диапазоне размеров от 168 до 426 мм на высокоэнергоэффективное путем коренной модернизации производства и изыскания резервов экономии ресурсов в довольно сжатые сроки. Самым простым технологическим приемом разрешения поставленной задачи является модернизация существующего стана-элонгатора. Существующий стан-элонгатор способен прошивать ограниченный диапазон заготовок [3–5]. Это, в первую очередь, связано с конструктивными особенностями исполнения стана-элонгатора: «П» – образная открытая станина, короткие шпиндели, несовершенство приводов и малая их мощность. Задача усложняется тем, что на сегодняшний момент экономически неэффективным является остановка производства на продолжительное время (порядка 6...12 месяцев) и требуются значительные затраты на модернизацию оборудования. Все это может привести к потере перспективных заказчиков и возможного ухода компании с рынка, т. к. быстроменяющаяся конъюнктура рынка сбыта в условиях жесткой конкуренции может за время реконструкции полностью измениться.

Для решения поставленной задачи был разработан проект на модернизацию существующего стана-элонгатора с участием специалистов ПАО «НКМЗ», а специалистами компании «ИНТЕРПАЙП» были разработаны специальные универсальные калибровки технологического инструмента.

Учитывая длительность пути прохождения нагретой заготовки от кольцевой печи (КП-1, 2), минуя прошивной пресс и подогревательную печь (КП-3) до стана-элонгатора (рис. 2), получившийся «прямой» рольганг оснащен теплосохраняющими псевдо-активными экранами.

Рис. 2. Схема расположения оборудования при осуществлении «прямой» прошивки заготовки на участке «нагревательная печь – стан-элонгатор»:

1 – нагревательная печь, 2 – «прямой» рольганг,
3 – стан-элонгатор

2. Технология двойного переката на стане-элонгаторе

Без реконструкции, прямая прошивка в стане-элонгаторе возможна только в диапазоне размеров прокатываемых на ТПА труб от 168 по 325 мм.

Для получения труб диаметром более 325 мм без прошивки НЛЗ на горизонтальном прессе 20 МН необходимо усовершенствовать технологию получения гильз винтовой прокаткой.

В соответствии с поставленной в работе задачей по разработке ресурсосберегающей технологии и расширению сортамента на данный момент актуальным является производство труб размерами 406, 426 мм и выше.

По этой причине предлагается осуществление по существующей технологии производства труб в диапазоне размеров от 168 по 325 мм. Трубы диаметром выше 325 мм, а также перспективные размеры 406...465 мм предлагается изготавливать по схеме двойного переката на стане-элонгаторе.

Перспективная схема производства с двойным перекатом непрерывнолитой заготовки представлена на рис. 3. При организации технологии по схеме двойного переката непрерывнолитой заготовки необходимо обеспечить возврат прошивной гильзы после извлечения стержня с выходной стороны на входную сторону стана-элонгатора.

Последовательность операций при такой схеме производства (рис. 3) представляется в следующей очередности: нагретая непрерывнолитая заготовка направляется, минуя установку гидросбива окислы, поступает по скоростному рольгангу, защищенному теплосохраняющими экранами, на входную сторону стана-элонгатора, где осуществляется ее прошивка в толстостенную гильзу. Прошитая гильза после извлечения стержня с оправкой передается («скатывается») на рольганг, находящийся за выходной стороной вследствие конструктивных особенностей стана – осевая выдача заготовки. Оптимальное место для организации передачи прошивной гильзы – участок внестановой зарядки дорнов пилигримового стана.

При этом следует отметить, что возможны два варианта передачи прошивной толстостенной гильзы для последующего повторного переката на стане-элонгаторе:

- Передача гильзы осуществляется с помощью существующей тележки: при этом требуется установка обводного короткого скоростного рольганга (рис. 3).

- Передача гильзы выполняется путем перемещения по двум параллельно установленным рольгангам, находящимися на разном уровне по горизонтали в пролете между клетями пилигримовых станов (передаточная тележка в данном случае демонтируется). Перемещение гильзы по рольгангам выполняется по наклонным решеткам, снабженным перемещаемыми упорами. При этом предусматривается изменение уклона решетки при осуществлении односторонней прокатки на стане-элонгаторе и передаче нагретой гильзы непосредственно на каждый из имеющихся пилигримовых станов с организацией участков для внестановой зарядки дорнов.

Далее гильзы с $D/S > 4,5$ передаются по наклонной решетке на скоростной транспортирующий рольганг, а затем по рольгангу в желоб загрузочной машины кольцевой печи № 3 для подогрева и выравнивания температуры по длине гильзы.

Рис. 3. Схема технологического процесса на ТПА 5-12" с возможностью двойного переката на стане-элонгаторе:

1 – нагревательная печь, 2 – стан-элонгатор,
3 – пилигримовый стан

После подогрева гильзы, как и по существующей технологии, попадают на загрузочную решетку, входную сторону стана-элонгатора для последующей их раскатки в черновую трубу с применением специальной разработанной универсальной калибровки валков и удлиненной конической оправки.

При прошивке гильзы с $D/S < 4,5$ прошитые гильзы передаются аналогичным путем на загрузочную решетку, на входную сторону стана-элонгатора, где осуществляется их последующая раскатка в черновую трубу с применением описанной ранее разработанной калибровки валков и оправок [4].

На участке внестановой зарядки дорнов перед задачей дорна в обязательном порядке осуществляется продувка образовавшейся за время выдачи гильзы и ее транспортировки вторичной окалины с одновременным нанесением, вдуванием на внутреннюю ее поверхность порошкообразного дезактивирующего состава марки ВТС-1. Нанесение дезактивирующего состава «взламывает» существующую хрупкую вторичную окалину и, расплавляясь, предохраняет очищенную разогретую внутреннюю поверхность гильз от дальнейшего окисления и образования окалины. Дополнительным преимуществом нанесения дезактивирующего состава является тот факт, что при размягчении (расплавлении) элементов дезактивирующего состава при последующей операции раскатки на стане-элонгаторе или пилигримовом стане обеспечивает наличие смазочного разделительного слоя.

Последующие операции, такие как прокат на пилигримовых станах, калибровка, охлаждение, правка, порезка на краты и т. д., выполняются в соответствии с существующей схемой производства.

3. Новая технология прокатки труб с использованием гидравлического пресса 20 МН

Для организации производства труб диаметром свыше 325 мм, при прошивке непрерывнолитых заготовок повышенного диаметра возможно использование имеющегося в составе ТПА 5-12" горизонтального пресса. Для обеспе-

чения производства по данной схеме не требуется существенных затрат. Кроме того, данная схема может обеспечить производство труб из легированных и труднодеформируемых сталей и сплавов.

Данная схема производства в основном идентична существующей схеме производства труб на ТПА 5-12" (см. рис. 1) и осуществляется исключительно при применении заготовок диаметром свыше 470.

Далее рассмотрим отличительные признаки предлагаемой технологии в сравнении с существующей.

В предлагаемой схеме обязательным является выполнение следующих операций:

- очистка от окалины выполняется на модернизированной установке гидросбива;
- прошивка на прессе цилиндроконическим пуансоном осуществляется в черновую трубу, с отдельной операцией – допрессовкой доньшка;

Преимущество прошивки на прессе непрерывнолитой заготовки в черновую трубу (без доньшка) вместо стакана можно объяснить следующим образом [5]. Несмотря на то, что в стан-элонгатор поступают заготовки с условно ровной и перпендикулярной к их оси поверхностью заднего торца, место наименьшей толщины дна стакана не совпадает с его центром, поперечная разностенность наблюдается у дна стакана на участке, минимальная длина которого равна длине прошивного пуансона горизонтального пресса (максимальное отклонение пуансона от оси прошивки наблюдается у доньшка стакана).

При прокатке стакана в очаге деформации элонгатора имеются две зоны (рис. 4а): зона I обкатки полого тела без оправки и зона II раскатки стенки на оправке. Обкатка полого тела в косовальковом стане сопровождается более интенсивным снижением поперечной разностенности, чем раскатка на оправке. Обе зоны сохраняются на протяжении прокатки всей заготовки, так как при обкатки во входном конусе донного участка по его оси происходит разрушение металла с образованием канала определенного диаметра

Рис. 4. Схема положения оправки при прокатке средней части стакана (а) и при прошивке донной части стакана (б)

(рис. 4б). Однако с этого момента длина зоны II значительно увеличивается за счет длины зоны I, поскольку диаметр канала всегда меньше внутреннего диаметра стакана. Определяющее влияние на деформацию концевой участка оказывает положение оправки, а эффект безоправочной обкатки в снижении поперечной разностенности при раскатке полого тела резко падает.

С увеличением отклонения Δh носка оправки от оси прокатки ОО (рис. 4б), связанного с исходной поперечной разностенностью на придонном участке стакана, раскатка на оправке не обеспечивает снижения разностенности. При определенных пороговых значениях Δh поперечная разностенность на концевом участке гильзы может оставаться соизмеримой с исходной. Увеличение толщины доньшка стакана дает возможность несколько уменьшить концевую поперечную разностенность за счет принудительного снижения значения Δh к моменту выхода носка оправки на торец.

Немаловажную роль в данном процессе играет наличие остатков осевой пористости металла в донной части стакана. Различная по плотности структура поперечного сечения доньшка создает дополнительные условия для смещения оправки при прошивке доньшка.

Аналогичным по своей сути механизмом, обеспечивающим снижение разностенности, является полное исключение доньшка, т. е. на прессе получают полую, т. н. черновую гильзу. При прокатке полой черновой гильзы на стане-элонгаторе в результате обкатки полого тела без оправки и наличия зоны раскатки стенки на оправке новой конструкции возможно снижение величины абсолютной разностенности гильз, в том числе и концевых участков до 6,5...10 %.

Выводы

1. Анализируя предложенные схемы производства можно отметить, что их реализация не потребует существенных материальных затрат, может быть выполнена поэтапно и обеспечивает возможность снижения расходов при производстве (в сравнении с существующей схемой производства) качественных труб. Более того, при расширении размерного и марочного сортамента производимых на ТПА 5-12" труб возможно одновременное использование всех трех схем производства, определяемое типом конечного продукта.

2. Предложенная схема производства бесшовных горячекатаных труб большого диаметра на трубопрокатных агрегатах с пилигримовыми станами по сравнению с традиционными имеет следующие преимущества: в технологическом процессе не участвует горизонтальный прошивной пресс (за исключением случая производства труб из труднодеформируемых марок сталей и сплавов) и промежуточная кольцевая печь для подогрева стаканов, а устанавливается дополнительно один стан косой прокатки – прошивной стан.

3. Замена гидравлического пресса на стан косой прокатки позволит улучшить точность гильз по толщине стенки, а следовательно, и труб до ± 10 % вместо $\pm 12,5$ %, увеличить маневренность всего трубопрокатного агрегата и повысить производительность установки за счет сокращения технологических простоев на перевалку и замену инструмента, исключить дополнительный подогрев стаканов в промежуточной кольцевой печи (снижение времени эксплуатации печи, использование исключительно на определенном тонкостенном сортаменте), снизить стоимость труб в результате исключения дополнительного оборудования и замены технологического инструмента горизонтального пресса (контейнеров, пуансонов матриц) на валки и оправки стана косой прокатки, а также уменьшить расход энергоносителей.

4. Разработана новая технология производства труб на ТПА 5-12" размером 168...465 мм из углеродистых, легированных и трудно деформируемых сталей и сплавов. Новая технология обеспечивает существенную экономию энергоресурсов, снижение расхода природного газа, расходного коэффициента металла вследствие существенного снижения разностенности прокатываемых труб. Данная технология обеспечивает снижение энергопотребления за счет исключения операции подогрева раската в КП-3 на большей части прокатываемого сортамента, а также способствует уменьшению брака по внутренним пленам на 25...30 %.

Библиографический список / References

1. Сафьянов А. В. Перспективы развития и совершенствования производства горячекатаных труб на агрегатах с пилигримовыми станами, современное состояние и техническое перевооружение ТПА 8-16" ОАО «ЧТПЗ» / А. В. Сафьянов // Достижения в теории и практике трубного производства: материалы I Российской конференции по трубному производству [«Трубы России-2004»] (Екатеринбург, 13-15 апреля 2004 г.). – Екатеринбург: ГОУ ВПО «УГТУ-УПИ», 2004. – С. 284-287.

Saf'yanov A. V. *Perspektivy razvitiya i sovershenstvovaniya proizvodstva goryachekatanykh trub na agregatakh s piligrimovymi stanami, sovremennoe sostoyanie i tekhnicheskoe perevooruzhenie TPA 8-16" ОАО "ChTPZ". Dostizheniya v teorii i praktike trubnogo proizvodstva, Materialy 1-y Rossiyskoy konferentsii po trubnomu proizvodstvu [“Truby Rossii-2004”]*, Ekaterinburg, 13-15 April 2004, Ekaterinburg, GOU VPO “UGTU-UPI”, 2004, pp. 284-287.

2. Сокуренок В. П. Перспективы развития процесса горячей пилигримовой прокатки труб // В. П. Сокуренок, А. Н. Степаненко, Д. Ю. Гармашев, Ю. Д. Угрюмов // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення у сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ», 2013. – № 42 (1015). – С. 148-156.

Sokurenko V. P., Stepanenko A. N., Garmashev D. Yu., Ugryumov Yu. D. *Perspektivy razvitiya protsessa goryachey pilgrimovoy prokatki trub. Visnik NTU "KhPI". Seriya: Novi rishennya u suchasnikh tekhnologiyakh.* Kharkiv, NTU "KhPI", 2013, no. 42 (1015), pp. 148-156.

3. Горячее пильгерование стальных труб с помощью усовершенствованных технологических решений и оборудования // Проспект фирмы «Mannesmann-Demag»; Huttechnik, 1990. – 30 с.

Goryachee pil'gerovanie stal'nykh trub s pomoshch'yu usovershenstvovannykh tekhnologicheskikh resheniy i oborudovaniya. Prospekt firmy "Mannesmann-Demag", Huttechnik, 1990, 30 p.

4. Беседнов С. В. Совершенствование технологии прокатки и направления модернизации ТПА 5-12" ТПЦ-4 / С. В. Беседнов, А. А. Жилко, Б. Г. Павловский, В. В. Шевченко // *Металлургическая и горнорудная промышленность.* – 2001. – № 7. – С. 57-59.

Besednov S. V., Zhilko A. A., Pavlovskiy B. G., Shevchenko V. V. *Sovershenstvovanie tekhnologii prokatki i napravleniya modernizatsii TPA 5-12" TPTs-4. Metallurgicheskaya i gornorudnaya promyshlennost',* 2001, no. 7, pp. 57-59.

5. Чикалов С. Г. Производство бесшовных труб из непрерывнолитой заготовки / С. Г. Чикалов; под науч. ред. А. П. Коликова. – Волгоград: Комитет по печати и информации, 1999. – 416 с.

Chikalov S. G. *Proizvodstvo besshovnykh trub iz nepreryvnolitoi zagotovki.* Volgograd, Komitet po pechati i informatsii, 1999, 416 p.

Мета. На підставі аналізу сучасного стану виробництва труб на пілігримовій установці 5-12" ПАТ «Інтерпайп НТЗ» запропонував нові технологічні рішення щодо її модернізації для розширення розмірного і марочного асортименту вироблених труб, зниження витрати металу шляхом підвищення точності труб, забезпечення економії енергоресурсів шляхом зниження витрати природного газу та ін.

Методика. Вибір показових даних процесів виробництва труб на пілігримових установках, що експлуатуються в Україні та за кордоном, з наукових і патентних джерел. Вирішення завдань з вибору оптимальних ресурсів та енергозберігаючих технологічних схем виробництва труб на ТПА 5-12" ПАТ «Інтерпайп НТЗ» за рахунок нових технологічних схем і модернізації устаткування.

Результати. У статті наведено результати аналізу стану виробництва труб на ТПА з пілігримовими станами в сучасних умовах глобалізації світової економіки, що вимагає проведення модернізації та реконструкції цих ТПА для забезпечення конкурентоспроможності на світовому ринку. Розроблено нові технологічні та технічні рішення з модернізації ТПА 5-12" ПАТ «Інтерпайп НТЗ» для розширення асортименту і збільшення діаметра одержуваних труб до 465 мм і більше з вулцецевих, легованих і важкодеформованих марок сталей.

Наукова новизна. Розширено уявлення про утворення різностінності при прошивці НЛЗ в стакан на горизонтальному гідравлічному пресі 20МН і при розкочування стакана на стані-елонгаторі. Уточнено

механізм утворення і виправлення різностінності в системі «прошивний прес – стан-елонгатор» і намічено шляхи зниження різностінності гільз і труб.

Практична значущість. Розроблені в статті нові технологічні та технічні рішення можуть бути використані для модернізації і реконструкції пілігримових установок, у тому числі ТПА 5-12" ПАТ «Інтерпайп НТЗ», що дозволить підвищити їх конкурентоспроможність за рахунок розширення розмірного і марочного асортименту труб, знизити витрату металу за рахунок підвищення точності і зменшення браку, а також забезпечити економію енергоресурсів шляхом зниження витрати природного газу на підігрів розкату на частини асортименту труб.

Ключові слова: труба, гільза, прошивний прес, стан-елонгатор, пілігримова установка, різностінність, енергозбереження, модернізація, очищення від окалини.

Purpose. Based on the analysis of the current state of production of pipes at the pilger plant 5-12, PJSC Interpipe NTZ proposed new technological solutions for its modernization to expand the size and brand range of pipes produced, reduce metal consumption by improving the accuracy of pipes, ensuring energy savings by reducing natural gas and others

Methodology. Selection of representative data of pipe production processes on pilger installations operated in Ukraine and abroad from scientific and patent sources. Solving problems on the choice of optimal resource and energy-saving technological schemes for the production of pipes at TPA 5-12" PJSC Interpipe NTZ at the expense of new technological schemes and equipment modernization.

Findings. The article presents the results of the analysis of the state of production of pipes for injection molding machines with pilgrim mills in the modern conditions of globalization of the world economy, which requires the modernization and reconstruction of these injection molding machines to ensure competitiveness on the world market. New technological and technical solutions for the modernization of TPA 5-12, PJSC Interpipe NTZ, have been developed to expand the range and increase the diameter of the pipes to 465 mm or more from carbon, alloyed and hard-to-deform steel grades.

Originality. Expanded ideas about the formation of a thin-wall with the firmware NLZ in the glass on a horizontal hydraulic press 20MN and when rolling the glass on the mill-elongator. The mechanism of formation and correction of the difference wall thickness in the system of the piercing press – mill-elongator is specified and the ways of reducing the wall thickness of the sleeves and pipes are outlined.

Practical value. The new technological and technical solutions developed in the article can be used for the modernization and reconstruction of pilger plants, including TPA 5-12" PJSC Interpipe NTZ, which will increase their competitiveness by expanding the size and grade of pipes, reduce metal consumption, by increasing the accuracy and reducing waste, and also provide energy savings by reducing the consumption of natural gas for heating the roll for some pipe mix.

Key words: pipe, liner, piercing press, mill-elongator, pilgrim installation, varnished, energy saving, modernization, descaling.

Рекомендована к публикации
д. т. н. О. П. Носенко
Поступила 15.03.2019