

Стасевский С. Л., Угрюмов Ю. Д. /к. т. н./
ГП «Укрگیпромез»
Балакин В. Ф. /д. т. н./
НМетАУ

Тартаковский Б. И. /д. т. н./
ОАО «Электростальский завод тяжелого
машиностроения»

Применение переменных режимов деформации при горячей прокатке бесшовных труб. Сообщение 2

Применение переменных режимов горячей деформации при производстве бесшовных труб позволяет повысить производительность трубопрокатных агрегатов, снизить расход металла в технологическую обрезь, повысить точность труб за счет снижения продольной и поперечной разностенности. Кроме того, применение этого направления открывает широкие перспективы в дальнейшем развитии производства, как новых эффективных видов продукции, так и заготовок для машиностроения.

Рассмотрены процессы прокатки с переменными режимами деформации на трубопрокатных агрегатах, а также перспективы их дальнейшего развития. Ил. 5. Библиогр.: 1 назв.

Ключевые слова: трубопрокатный агрегат, заготовка, гильза, труба, режим деформации, производительность, расход металла, точность труб, прошивной стан, автоматический стан, непрерывный стан, пилигримовый стан, реечный стан, редуционный стан

Application of variable conditions of hot deformation during production of seamless pipes allows to increase productivity of pipe-rolling plants, cut metal consumption for cuttings, increase pipe accuracy due to reduction of longitudinal and transverse variations in wall thickness. Besides, application of this direction opens wide perspectives for further development of production, both new effective types and work stock for machine building.

Rolling processes with variable regimes of deformation on pipe-rolling plants and also perspectives of their further development are considered.

Keywords: pipe-rolling plant, workpiece, hollow billet, pipe, deformation regime, productivity, metal yield, pipe accuracy, piercing mill, automatic mill, continuous mill, pilger mill, push bench, reducing mill

Стадия получения чистовой трубы

Для снижения концевых утолщений труб после редуцирования с натяжением предлагаются различные способы выравнивания толщины стенки по длине трубы, но все они сводятся к деформации утолщенных концов на оправке, как в процессе редуцирования, так и за редуционным станом на отдельно стоящем оборудовании. В Запорожском индустриальном институте была предложена технология редуцирования

труб с обжатием утолщенной стенки на длинной подвижной и удерживаемой оправке. Для получения труб с одинаковой толщиной стенки по всей их длине, при редуцировании с натяжением, предложен способ устранения утолщений стенки обжатием ее в двух клетях между специально скалиброванными валками и подвижной оправкой, которую вводят в очаги деформации этих клетей с помощью специального гидравлического механизма (рис. 1).

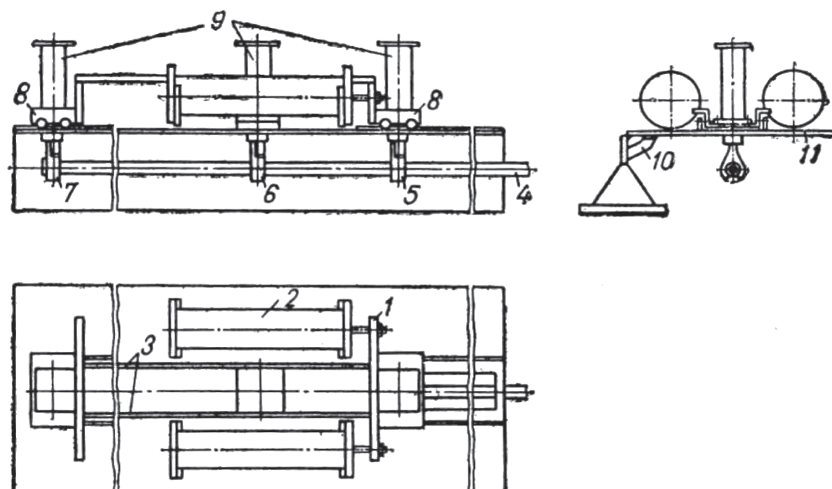


Рис. 1. Механизм перемещения оправки для прокатки утолщенных концов

Механизм для перемещения стержня с оправкой установлен на откидном столе 11 между подогревательной печью и редуционным станом. В рабочем положении стол удерживается упором 10. Стержень 4 удерживается и перемещается в необходимое положение двумя подвижными 5 и 7, а также одним неподвижным 6 захватами, которые закрываются и открываются гидроцилиндрами 9. Подвижные захваты с цилиндрами установлены на тележках 8, которые с помощью траверсы 1 и тяг 3 связаны со штоками гидроцилиндров 2 привода оправки. При подходе переднего торца трубы к механизму захват 7 открывается и труба, перемещаясь по рольгангу, одевается на стержень, удерживающейся захватами 6 и 5. По мере передвижения трубы по рольгангу открывается захват 6, закрывается захват 7 и открывается захват 5. Труба входит в редуционный стан. Дальнейшая последовательность операций и взаимные положения трубы и оправки в различных стадиях процесса приведены на рис. 5. Исходное положение оправки показано на рис. 5 (поз. 1). Этому положению соответствует клеть А, которая расположена перед первой обжимной на оправке клетью Б. Стержень с оправкой приводится в движение таким образом, что передний конец оправки пересекает линию центров валков клетки Б в момент подхода к этой клетю утолщенного переднего конца трубы (рис. 2 поз. 2). При дальнейшем продвижении трубы в стане производится обжатие на оправке утолщенной стенки трубы в клетях Б и В (рис. 2, поз. 3).

По мере уменьшения утолщения переднего конца обжатие на оправке падает, оправка освобождается и возвращается с помощью гидрав-

лического механизма в исходное положение и «ожидает» подхода утолщенного заднего конца. При этом в клетях Б и В производится прокатка средней части трубы без участия оправки в процессе деформирования стенки.

При подходе утолщенного заднего конца трубы удерживание оправки прекращается, и она приводится в движение при взаимном положении трубы и оправки в клетю Б (рис. 2, поз. 5). Прокатка заднего конца производится так же, как и переднего с обжатием утолщенной стенки в клетях Б и В (рис. 2, поз. 6). Увеличение обжатия при прохождении заднего конца через клетю Б и В способствует созданию зазора между трубой и оправкой, обеспечивающего свободный выход оправки из трубы. На случай удерживания оправки трубой после последней клетки стана установлен выдвигной упор, задерживающий трубу при извлечении из нее оправки гидравлическим механизмом. Этот упор может быть использован также для удерживания оправки в период зарядки трубы.

Длина оправки определяется длиной утолщенного конца трубы, а ее диаметр выбирают на 1-3 мм меньше внутреннего диаметра готовой трубы.

Известно решение, когда утолщенные концы после редуцирования деформируют на вводимой внутрь трубы короткой оправке с одновременной обкаткой конца трубы планетарными валками. После окончания операции оправку извлекают из трубы.

Аналогичное известное решение отличается тем, что деформацию утолщенных концов участков труб осуществляют на холодильнике.

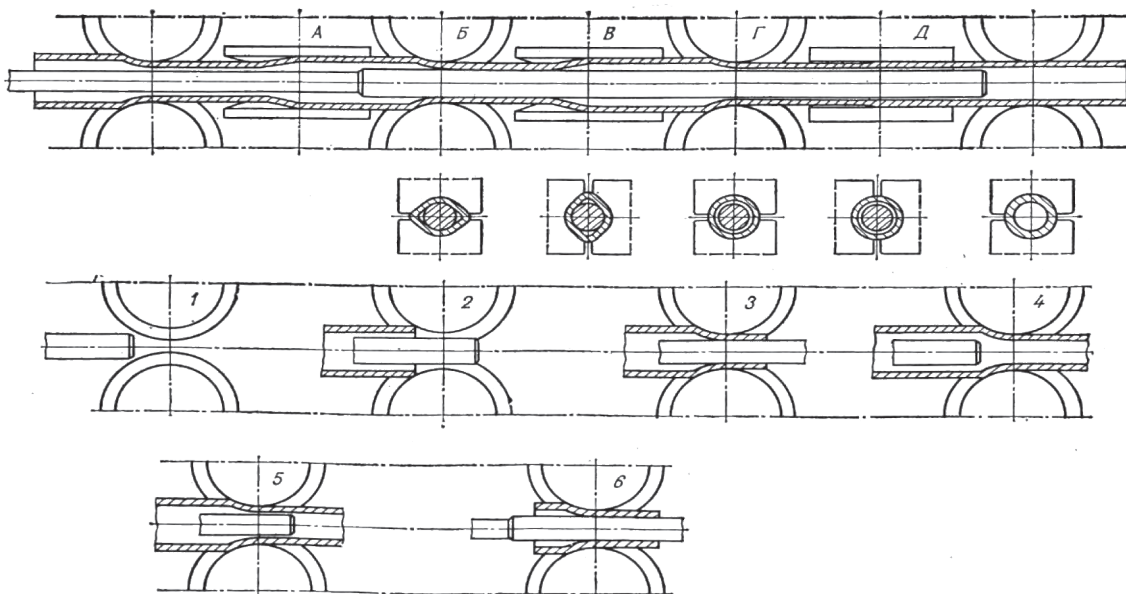


Рис. 2. Схема прокатки утолщенных концов и последовательность взаимных положений трубы и оправки

Практика не только подтвердила эффективность использования переменных режимов деформации, но и показала, что такая технология имеет ряд ограничений.

Наибольшие ограничения на применение этой технологии накладывают два фактора: устойчивость профиля поперечного сечения при редуцировании тонкостенных труб и образующаяся в редуционном стане на внутренней поверхности толстостенных труб [9].

При прокатке тонкостенных труб необходимо для конкретного случая редуцирования предварительно определить минимально допустимые значения толщин стенок на торцах черновых труб. Граненность на рис. 3б в значительной мере лимитирует сокращение обрезки на толстостенных трубах при редуцировании и калибровании черновых труб с утоненной на обоих концах стенкой.

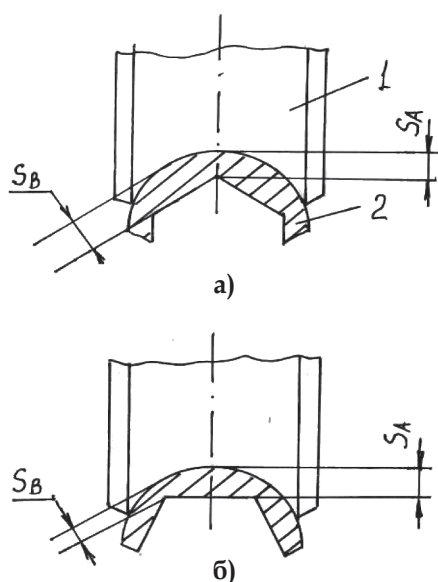


Рис. 3. Граненность труб с положительной (а) и отрицательной (б) ориентацией внутреннего многогранника по Х. Биллеру:

1 – валок редуционного стана; 2 – труба;
 S_A и S_B – толщина стенки трубы, соответственно, по дну калибра или на участке разъема и в промежутке между этими участками

Одним из направлений уменьшения граненности (рис. 3б) является использование более тонкостенных черновых труб и малых величин натяжения, второе направление – использование явления переориентации внутреннего многогранника относительно осей калибров редуционного стана. На основании этого была предложена технология, согласно которой применяют черновые трубы с утоненной стенкой на концах, но утонение производят на такую величину и по такому закону, которые при последующем редуцировании обеспечивают наряду с заданным сокращением длины обрезки переориентацию внутреннего многогранника по всей длине утолщенных концов. Для реализации данной технологии используется заготовка для горячего редуцирования толстостенных труб, приведенная на рис. 4, которая имеет постоянный внутренний диаметр и состоит из средней цилиндрической части с размерами D_0 и S_0 и утоненных цилиндрических концов 1 и 2 и переходных профилированных по наружной поверхности участков 3 и 4 [1].

Особенностью предложенной заготовки является то, что толщина стенки S_0 по всей длине меньше толщины стенки готовой трубы настолько, чтобы процесс редуцирования протекал с минимальным натяжением или даже без него, а профили переходных участков 3 и 4 выполняются различными и определяются соотношениями, приведенными в работе [1].

Предложенная черновая труба – заготовка может быть получена на ТПА с непрерывными станами с использованием системы автоматического управления перемещением валков в двух смежных предчистовых клетях при прокатке в них концевых участков, что позволит существенно уменьшить величину отрицательной граненности при редуцировании толстостенных труб и тем самым повысить эффективность использования новой технологии.

Проведенный в настоящем исследовании анализ показывает, что на каждой из трех стадий прокатки труб на ТПА различного типа

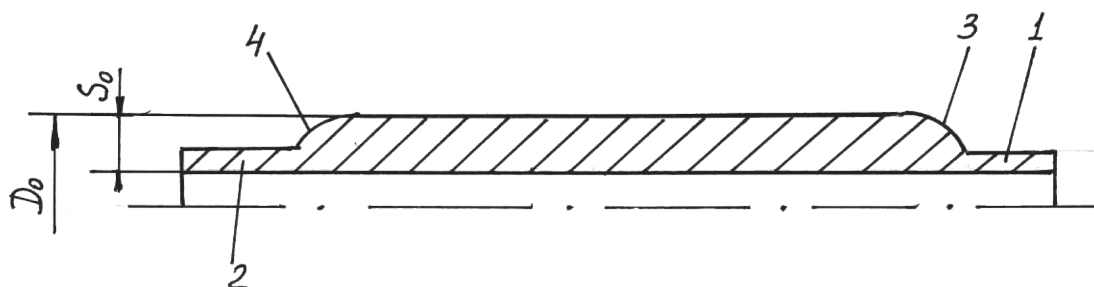


Рис. 4. Профиль черновой трубы – заготовки для горячего редуцирования толстостенных труб:

1 и 2 – передний и задний концы;
 3 и 4 – переходные участки на переднем и заднем концах

имеются технические решения по применению переменных режимов деформации. При этом используемых в настоящее время таких технических решений значительно меньше (табл. 1). Нужно отметить, что на ТПА с пилигримовыми станами в настоящее время применяется лишь подъем верхнего валка пильгерстана при заправке труб с тонкими стенками. На ТПА с автоматическими станами используется технология прокатки на автомат-стане 350 гильз с увеличивающейся от переднего к заднему концу толщиной стенки.

На ТПА 30-102 с непрерывным станом ПНТЗ внедрена разработанная ВНИИМетмаш технология прокатки труб на непрерывном стане с утоненными концами для последующего редуцирования с натяжением. На ТПА 200 с трехвалковым раскатным станом ОАО «ВТЗ» с участием ЭЗТМ внедрена технология подготовки заднего конца гильзы путем его утонения со стороны внутреннего диаметра, за счет перемещения оправки прошивного стана. На ТПА с реечным станом используется технология обжатия переднего конца гильзы на дорне для обеспечения проталкивания гильзы с дорном в клетях реечного стана.

Остальные технические решения, рассмотренные нами выше, в настоящее время не используются. Одной из причин явился глубокий кризис 90-х годов XX столетия, другая причина связана с неподготовленностью к промышленному использованию, третья – с субъективным фактором, а именно не готовность менеджмента предприятий к нововведениям, которые никогда не были и не будут легкими.

В графе 6 табл. 1 (см. МГП № 6, Сообщение 1) нами приводятся перспективные технологии для разработки и внедрения. На ТПА с пилигримовым станом это, прежде всего, технология подготовки передних концов гильз (операции 1.3 и 1.4), а также прокатка труб с утолщенными концами на пильгерстане с последующей раскаткой на обкатных станах (операция 2.1). На ТПА с автоматическим станом и станом «тандем» это применение переменных режимов деформации на раскатном и обкатном станах (операции 2.1 и 2.3). На ТПА с непрерывным станом это раскатка утолщенных концов труб на оправке при редуцировании (операция 3.2). На ТПА с трехвалковым раскатным станом – это оптимизация технологии с подготовкой концов гильз и переменным обжатием на раскатном стане. На ТПА с реечным станом – это усовершенствование подготовки гильзы на дорне обжатием ее переднего конца и снижение обреза редуцируемых концов труб путем обжатия на оправке.

Производство новых видов труб

Прокатка гильз с утоненными концами позволяет реализовать на ТПА с трехвалковым раскатным станом технологию получения труб с повышенным отношением диаметра к толщине стенки (D/S) без образования на их концевых участках дефектов в виде раструбов. До недавнего времени использование такой технологии сдерживалось отсутствием надежных средств для профилирования концевых участков гильз. Однако в последнее время работами ЭЗТМ был сделан значительный шаг вперед в решении этой проблемы. Как было сказано выше, применение технологии получения на прошивном стане гильз с утоненным задним концом со стороны внутреннего диаметра в сочетании с известной ранее технологией увеличения размера калибра при окончании процесса прошивки позволило расширить сортамент труб до отношения $D/S \leq 30$. При производстве обсадных и буровых труб, имеющих нарезку на концах, целесообразно иметь утолщенные концы, что позволит иметь более тонкую толщину стенки ее средней части. В результате повысится выход высококачественной продукции при одновременном снижении расхода металла на одну трубу. Для получения утолщений на концах труб применяют технологию их высадки на гидравлических прессах или горизонтально-ковочных машинах. Недостатком такого способа является большое количество переделов.

Известен способ получения таких труб на ТПА с автоматическим станом. Сущность способа заключается в том, что на агрегате с автомат-станом производят продольную прокатку гильзы на короткой оправке со снижением обжатия при прохождении концевых участков гильзы через калибр, который в этот момент увеличивают. Обкатку осуществляют на косовалковом стане, также имеющем устройство для изменения расстояния между валками согласно переменному наружному профилю трубы. После подогрева трубы с утолщенными концами поступают на калибровочный стан для безопрывочной продольной прокатки, клетки которого оборудованы устройствами, обеспечивающими последовательное разведение и сведение валков каждой клетки по мере прохождения через стан утолщенных концов труб. Правка труб с утолщенными наружу концами производится на правильных станах, также оборудованных устройствами для разведения и сведения валков.

Предложен способ прокатки труб с утолщенными концами на ТПА с непрерывным станом. Сущность предложенного способа заключается в следующем. В непрерывный стан задают профильную гильзу с утолщенными концами по

форме, приближающейся к готовой профильной трубе. Гильза имеет по всем участкам равномерный припуск на прокатку. При прокатке профильной гильзы на непрерывном стане осуществляют равномерное обжатие по всем участкам за счет сведения и разведения валков клетей. Калибровку и правку труб с утолщенными наружу концами осуществляют на станах, обеспечивающих разведение и сведение валков в процессе прокатки.

Возможные варианты изменения толщины стенки раската по станам реализуются одним технологическим приемом – изменением раствора между валками в процессе прокатки трубы по одному из законов (рис. 5). При этом варьируют не только величиной раствора между валками, но и временем прокатки при постоянном растворе и первоначальной его величиной относительно номинального значения.

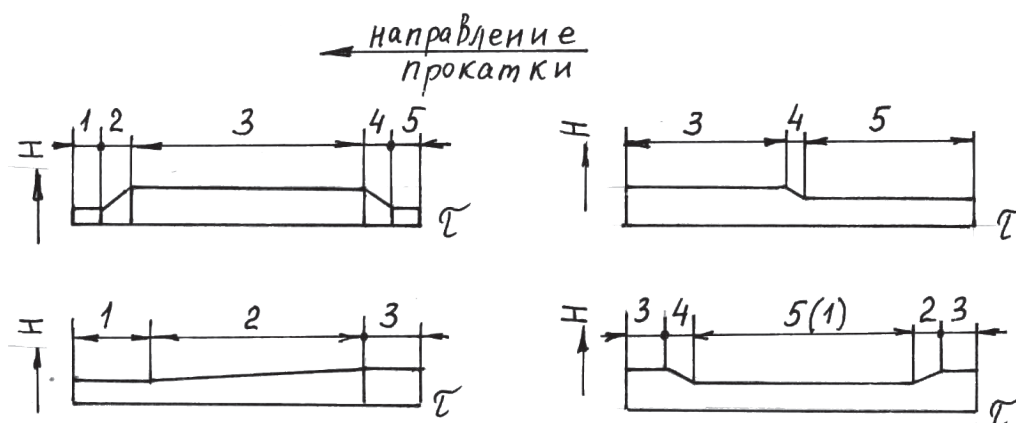


Рис. 5. Типовые схемы изменения зазора между валками H в зависимости от времени прокатки t

При прокатке труб с передними и задними утоненными концами график изменения раствора между валками (зазор) имеет пять характерных участков (рис. 5а), причем длина тех из них, которые соответствуют постоянному раствору валков, зависит от времени выдержки и практически может изменяться в широких пределах. В свою очередь, длина участков с переменной толщиной стенки так же, как и величина ее перепада, определяются возможностями (быстродействием) устройств перемещения валков в процессе прокатки. При устранении характерной для ТПА с автоматстаном продольной разностенности валки следует перемещать так же, как и при прокатке переднего утоненного конца, при этом участки 1, 2 и 3 будут растянуты на всю длину (рис. 5б). Устранение же продольной разностенности на ТПА с непрерывным станом подобно прокатке заднего утоненного конца (рис. 5в). Наконец, при прокатке труб с утолщенными концами схема перемещения валков (рис. 5г) обратная той, которая приведена на рисунке 5а.

Выводы

1. Одним из основных резервов дальнейшего увеличения таких технико-экономических показателей, как производительность, экономия металла, повышение точности геометрических размеров, расширение сортамента при производстве горячекатаных бесшовных труб, в том числе новых видов является использование переменных режимов деформации по толщине стенки.

2. Все необходимые варианты изменения толщины стенки раската на всех стадиях процесса прокатки труб на ТПА различного типа реализуются двумя основными технологическими приемами: изменением положения профильной оправки в очаге деформации косовалкового стана и изменением раствора валков в процессе раскатки гильзы в трубу.

3. В последнее время возрастает интерес к использованию переменных режимов деформации при прокатке, что может быть использовано для модернизации действующих трубопрокатных агрегатов.

4. Разработанный на ОАО «ЭЗТМ» и внедренный на ТПА 200 ОАО «ВТЗ» с трехвалковым раскатным станом в 2007 году новый способ прокатки с предварительной подготовкой заднего конца гильзы за счет его утонения на прошивном стане позволяет расширить сортамент прокатываемых труб до $D/S \leq 30$ и уменьшить концевую обрезь, что увеличивает выход годного.

Библиографический список

1. Улучшение качества труб и экономия металла при редуцировании / Г. И. Гуляев, А. Г. Ратнер, А. С. Журба. – К.: Техника, 1989. – 144 с.

Поступила 24.10.2013