

В. Ф. Балакин /д. т. н./, В. В. Перчаник /к. т. н./

Национальная металлургическая академия  
Украины, г. Днепро, Украина  
e-mail: balakinvf@gmail.com

Д. А. Богдан

А. Ф. Гринев /к. т. н./

ПАО «ИНТЕРПАЙП НТЗ», г. Днепро, Украина  
ООО «НИИ «Укрметаллургинформ», г. Днепро,  
Украина

Ю. Д. Угрюмов /к. т. н./

ГП Укргипромет, г. Днепро, Украина

## Новый стан продольной прокатки труб

V. F. Balakin /Dr. Sci. (Tech.)/,  
V. V. Perchanik /Cand. Sci. (Tech.)/National Metallurgical Academy of Ukraine, Dnipro,  
Ukraine

e-mail: balakinvf@gmail.com

D. A. Bogdan

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

PJSC «Interpipe NTZ», Dnipro, Ukraine

LLC «Research Institute «Ukrmetallurginform»,  
Dnipro, Ukraine

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

State Enterprise Ukrhipromet, Dnipro, Ukraine

## New steel longitudinal pipe rolling

**Цель.** Исследование возможности повышения эффективности трубопрокатного агрегата 140 со станами продольной прокатки, а также автоматическими станами за счет повышения деформационной способности процесса продольной прокатки труб на короткой оправке. На основе новой технологии продольной прокатки труб за линией центров валков разработать проект нового раскатного стана.

**Методика.** Выбор представительных данных процессов продольной прокатки труб на автоматических и станах тандем из научных и патентных источников. Решение задач по разработке компоновки нового стана с горизонтальными и вертикальными клетями и конструкции его механизмов. Проектирование калибровки технологического инструмента нового стана и разработка таблицы прокатки.

**Результаты.** В статье приведены новые технические решения стана продольной прокатки труб модульного типа в составе трубопрокатного агрегата 140. На основании анализа известных решений разработаны основные механизмы горизонтальной и вертикальной клетей нового стана, а также технологический инструмент и таблица прокатки.

**Научная новизна.** Установлено, что новая технология прокатки труб в круглом калибре на короткой оправке, отличительной особенностью которой является деформация металла за линией центров валков, может быть использована для разработки принципиально нового стана модульного типа.

**Практическая значимость.** Разработанные в статье новые технические решения могут быть использованы для модернизации и реконструкции трубопрокатных агрегатов 140 с автоматическими станами и станами тандем, что позволит расширить сортамент в сторону более тонких стенок труб, повысить их качество и точность, снизить энергозатраты и др. (Ил. 12. Табл. 4. Библиогр.: 6 назв.)

**Ключевые слова:** труба, стан продольной прокатки, трубопрокатный агрегат, короткая оправка, модернизация, реконструкция.

**Введение.** Трубопрокатные агрегаты (ТПА) с автоматическими станами являются наиболее распространенными в мире. Они характеризуются высокой маневренностью, широким размерным и марочным сортаментом труб. ТПА со станами продольной прокатки труб на короткой оправке (автоматические и станы тандем) включают прошивные косовалковые станы, станы продольной прокатки в круглом калибре с неподвижной оправкой, обкатные станы поперечно-винтовой раскатки на неподвижной оправке, редуцион-

ные и калибровочные многоклетевые станы продольной прокатки [1; 2].

Основным недостатком традиционной схемы прокатки труб на этих ТПА является низкая (20–50 % за 2 прохода) деформационная способность основного стана – стана продольной прокатки на короткой оправке (автоматического или тандем).

Несмотря на то, что на ТПА со станами продольной прокатки тандем почти в 2 раза увеличилась производительность, эти агрегаты имеют те же недостатки, прежде всего, низкую дефор-

мационную способность двухклетьевого стана тандем (суммарное обжатие по стенке не превышает 3–3,5 мм) [3; 4].

С целью совершенствования процесса прокатки труб на ТПА со станами тандем предложен новый способ прокатки труб в круглом калибре на неподвижной конусной оправке, установленной за линией центров рабочих валков [5]. Новая технология обеспечивает повышение деформационной способности на станах тандем продольной прокатки и, как показали, промышленные испытания на ТПА 140 ПАО «Интерпайп НТЗ», повышение точности труб и снижение расхода металла [6].

Для модернизации ТПА 140 со станами тандем предлагается новая схема агрегата (рис. 1). Особенности нового ТПА являются следующие:

- в качестве стана продольной прокатки труб на короткой оправке используется новый стан, состоящий из двух прокатных модулей (горизонтальной и эджерной клетей), расположенных на расстоянии 1285 мм между центрами клетей, в котором прокатка осуществляется на конической и цилиндрической оправках, жестко соединенных между собой стержнем;
- в состав ТПА не входят обкатные станы поперечно-винтовой прокатки;
- отсутствует подогрев труб перед редуцированием (калиброванием).

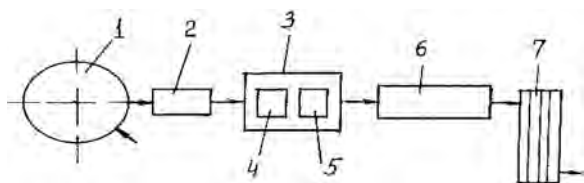


Рис. 1. Трубопрокатный агрегат с новым станом продольной прокатки:

- 1 - кольцевая печь; 2 - прошивной стан;
- 3 - стан продольной прокатки нового типа;
- 4 и 5 - горизонтальная и эджерная клетки соответственно; 6 - калибровочный (редукционный) стан; 7 - холодильник

### Проект нового стана продольной прокатки труб

Разработан технический проект нового стана продольной прокатки труб в круглом калибре на неподвижной конусной оправке, который предназначен для горячей прокатки гильзы, поступающей с прошивного стана трубопрокатного агрегата, в передельную трубу. Стан состоит из двух модулей.

Первый модуль - клеть с горизонтальным расположением рабочих валков.

Второй модуль - эджерная клеть с вертикальным расположением рабочих валков. Особенностью стана является прокатка на двух коротких

оправках (конической и цилиндрической) жестко соединенных между собой (блок-оправка) и удерживаемых с входной стороны общим стержнем. Стан предназначен для производства длинномерных передельных труб диаметром 125,0–156,0 мм, с толщиной стенки - 5–10 мм из углеродистых, легированных и коррозионностойких сталей. Новый стан является основным технологическим оборудованием трубопрокатного агрегата 140 (рис. 1), обеспечивающим деформацию стенки гильзы после прошивного стана на 40–50 % в первом модуле за счет раскатки ее в круглом калибре горизонтальной клетки на неподвижной конусной оправке, установленной за линией центров рабочих валков с последующей деформацией утолщенной стенки в овальном калибре второго модуля на неподвижной цилиндрической оправке.

Стан включает в себя следующее основное оборудование: клеть горизонтальную; клеть эджерную; механизм удержания и перемещения оправочного стержня; механизм задающих роликов; механизм перемещения стержня; центрователь; механизм перехвата стержня; проводка роликовая; рольганги № 1 и 2; упор поднимающийся; переключатель; решетка качающаяся; выбрасыватели № 1 и 2; механизм смены валков; механизм смены блок-оправки.

Клеть горизонтальная (рис. 2). Состоит из: станины закрытого типа; двух валков с опорами на подшипниках качения и пружинным уравновешиванием верхнего валка; нажимного устройства для установки верхнего валка по вертикали, обеспечивающего возможность совместного

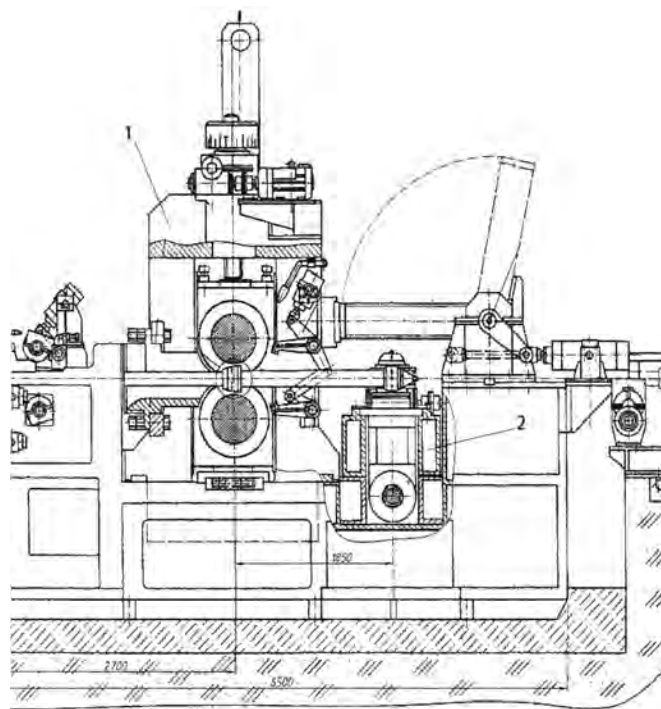


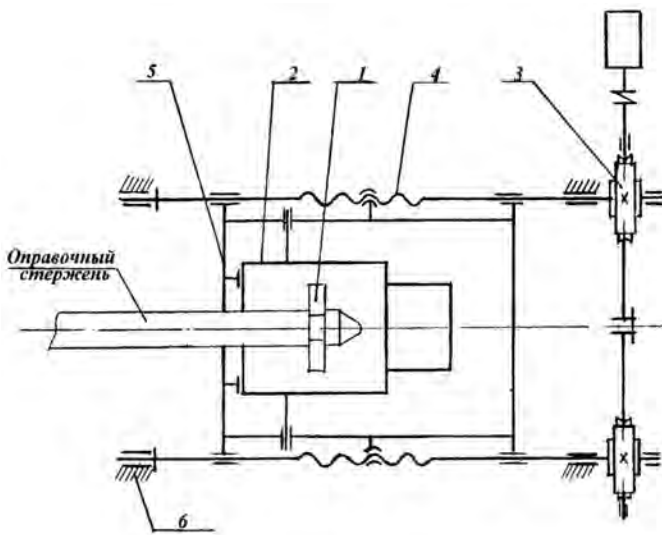
Рис. 2. Стан продольной прокатки нового типа:  
1 - горизонтальная клеть; 2 - эджерная клеть

и отдельного перемещения нажимных винтов; механизма осевой регулировки валков (параллелограмного типа).

Перевалку предполагается производить узлами валков в линии стана. Главный привод клетки – безредукторный, от электродвигателя через шестерную клетку и шпиндельное устройство, состоящее из зубчатых шпинделей и уравновешивающего устройства.

*Клетка эджерная (рис. 2).* Клетка установлена на общей плитовине с горизонтальной клеткой. Учитывая незначительные усилия на рабочие валки, последние выполнены консольно, на вертикальных валах, установленных в подшипниках качения. Это позволяет облегчить перевалку и упростить конструкцию самой клетки. Привод рабочих валков выполнен с нижним расположением. Конические передачи с валками располагаются в двух кассетах, перемещающихся по направляющим станины клетки, а каждая ведущая коническая шестерня через шлицевую втулку перемещается по шлицевому приводному валу. Расстояние между валками изменяется путем одновременного их сближения или удаления друг от друга с помощью нажимных винтов, приводимых от индивидуальных приводов через червячные редукторы.

*Механизм удержания и регулировки положения оправочного стержня (рис. 3).* Обеспечивает: удержание, центрирование и подачу охлаждающей жидкости в стержень с блок-оправкой во время прокатки; прием и транспортировку гильзы на передний стол с задающего рольганга № 1 и ре-



**Рис. 3. Кинематическая схема узла каретки механизма удержания и регулировки положения оправочного стержня:**

- 1 – механизм захвата стержня; 2 – рычаг удерживающий; 3 – механизм передвижения каретки; 4 – винт; 5 – корпус каретки; 6 – станина механизма удерживания

гулировку положения блок-оправки в очаге деформации и состоит из станины и узла каретки.

Узел каретки представляет собой корпус с размещенными в нем удерживающим рычагом 2 и механизмом 1 захвата стержня, механизмом подъема удерживающего рычага, механизмом запора (замка) и механизмом 3 передвижения каретки. В рабочем положении удерживающий рычаг 2 опущен и фиксируется замком. Рычаг откидывается на угол  $\sim 70^\circ$  и возвращается в исходное (рабочее) положение двумя пневмоцилиндрами.

Замок служит для фиксации рабочего положения рычага. Привод механизма захвата стержня и привод замка осуществляется от пневмоцилиндров.

Для корректировки положения блок-оправки в очаге деформации предусмотрена возможность перемещения каретки вдоль оси прокатки на  $\sim 250$  мм.

Каретка перемещается двумя винтами, которые приводятся электродвигателем через два червячных редуктора. Для стыковки системы подачи охлаждающей жидкости с отверстием в оправочном стержне предусмотрен пневмоцилиндр, поднимающий подвижную капсулу, соединенную с системой подачи охлаждающей жидкости.

*Механизмы задающих роликов.* Четыре комплекта роликов установлены на переднем столе стана и два комплекта на станине механизма удержания и перемещения оправочного стержня и предназначены для задачи гильзы в валки горизонтальной клетки. В каждом комплекте механизма установлены по два ролика. Катающий диаметр 180–210 мм. Каждая пара задающих роликов приводится от двигателя постоянного тока через комбинированный редуктор с двумя тихоходными валами, а также карданные валы. Скорость гильзы при катающем диаметре роликов 200 мм –  $(2,8 \div 3,5)$  м/с.

Сведение и разведение каждой пары задающих роликов осуществляется пневмоцилиндром через рычажную систему.

*Механизм перемещения стержня.* Роликовый механизм предназначен для перемещения стержня: назад (против направления прокатки) до упора стержня в капсулу механизма захвата стержня – в каждом цикле прокатки после опускания удерживающего рычага; вперед – для вывода стержня из механизма захвата при подъеме удерживающего рычага для пропуска гильзы; вперед на величину  $\approx 4600$  мм для смены блок-оправки; назад при поднятом удерживающем рычаге на величину  $\sim 3000$  мм за габарит горизонтальной клетки при перевахвах сменного комплекта валков.

Ролики механизма используются также в качестве центрователей.

На столе стана установлены два комплекта роликов перемещения стержня. Каждый ком-

плект, состоящий из двух роликов, приводится от электродвигателя типа МТКН через комбинированный редуктор и карданные валы.

Катающий диаметр роликов ~190 мм. Ролики механизма сводятся и разводятся пневмоцилиндром через рычажную систему аналогичную механизму задающих роликов.

*Центрователи.* На переднем столе стана установлены три комплекта центрователей.

Каждый центрователь состоит из двух роликов, которые одновременно отводятся или разводятся с помощью пневмоцилиндра через рычажный механизм, аналогичный механизму задающих роликов.

*Механизм перехвата оправочного стержня.* Размещен на станине горизонтальной клетки с задней стороны, непосредственно за зоной рабочих валков. Механизм перехвата служит для удержания стержня с блок-оправкой в неподвижном положении при перемещении гильзы задающими роликами с рольганга № 1 к валкам горизонтальной клетки и при удалении гильзы обратно на рольганг № 1 с последующим выбросом ее в карман № 1.

*Проводка роликовая.* Предназначена для направления гильзы в механизм задающих роликов. Ролики проводки сводятся на нужный размер вручную через винтовой механизм.

*Два упора поднимающихся.* Установлены: один в начале рольганга № 1 и служит для остановки гильзы перед выбросом ее в карман № 1, другой в конце рольганга № 2 (ниже уровня роликов), предназначен для остановки трубы в зоне качающейся решетки и кармана № 2 в случае, когда труба не может быть передана дальше, а также для отвода дефектной трубы и передачи ее в карман № 2.

*Переключатель.* Предназначен для передачи трубы или оправочного стержня с рольганга № 2 на качающуюся решетку. Привод переключателя – пневматический.

*Решетка качающаяся.* С помощью решетки и переключателя труба снимается с рольганга № 2 при неполадке агрегатов, стоящих за станом. С их помощью также происходит смена оправочного стержня.

Подъем и опускание решетки осуществляется двумя пневмоцилиндрами.

*Выбрасыватели № 1 и 2.* Если гильза, находящаяся в задающих роликах, не может быть задана в валки горизонтальной клетки (дефектный конец, низкая температура), то она возвращается на рольганг № 1 и передается в карман № 1 с помощью выбрасывателя № 1. Если труба с дефектами вышла из валков вертикальной клетки на рольганг № 3, она передается в карман № 2 с помощью выбрасывателя № 2.

*Механизм смены валков.* Расположен ниже уровня пола и накрыт сверху плитами (рис. 4). Ползун 1 механизма находится на одном уровне с платформой, с установленным на нем комплектом валков с подушками, каждая расположена на нижней поверхности окна станины клетки. Ползун движется по направляющим 3 и связан с гайкой винтового механизма 2.

Вращение винту тянущего механизма передается от электродвигателя 7 типа МТКН. Движение ползуна осуществляется со скоростью до 50 мм/с. Ход ползуна – 2500 мм.

*Механизм смены блок-оправки.* Механизм служит для замены блок-оправки в линии стана за плитвиной (рис. 5). На каретке 6 установлены два механизма захвата, расположенные на расстоянии друг от друга ≈1500 мм вдоль оси прокатки. Каждый механизм захвата состоит из двух рычагов-захватов 10, двух шестерен 11 и пневмоцилиндра 4. Ведущие (верхние) шестерни для синхронной работы захватов насажены на общий вал. Каретка перемещается по двум направляющим с помощью винтового механизма 5 с приводом от электродвигателя типа МТКН через упругую муфту 2. Стойки 3 и 9 механизма установлены на полу цеха.

Полученная на прошивном стане гильза передается на рольганг № 1 стана. Перемещаясь по рольгангу со скоростью 2–2,8 м/с, гильза задается в рабочие валки горизонтальной клетки задающими роликами. В горизонтальной и эджерной клетях производится продольная прокатка гильзы на блок-оправке, состоящей из короткой конической и цилиндрической оправок.

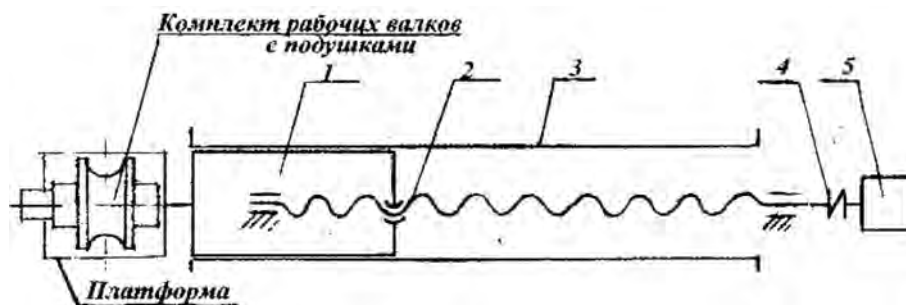


Рис. 4. Кинематическая схема механизма смены валков:

1 – ползун; 2 – винтовой механизм; 3 – направляющая; 4 – муфта эластичная; 5 – электродвигатель

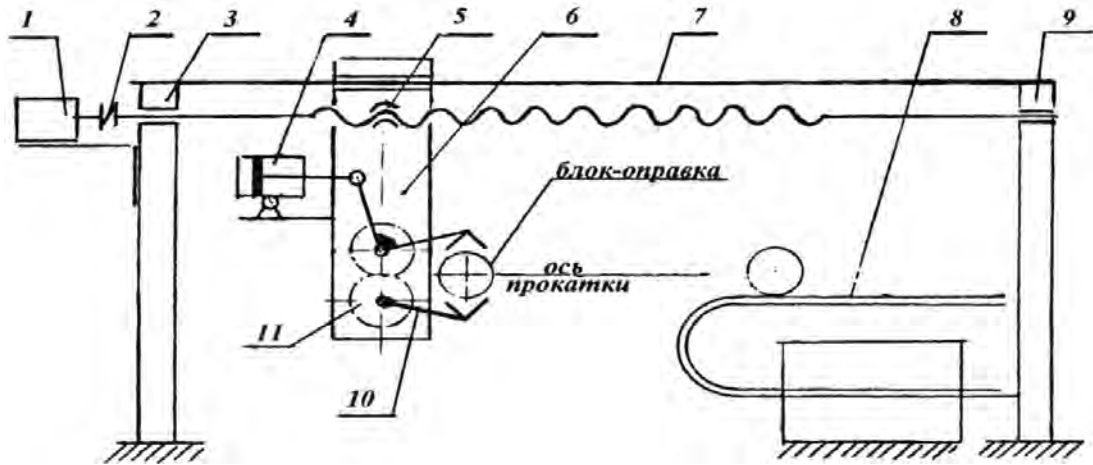


Рис. 5. Кинематическая схема механизма смены блок-оправки:

1 – электродвигатель; 2 – муфта; 3 – стойка левая; 4 – пневмоцилиндр; 5 – винтовой механизм; 6 – каретка; 7 – направляющая; 8 – стеллаж юлок-оправок; 9 – стойка правая; 10 – захваты; 11 – передача зубчатая  $i = 1$

### Прокатка труб на новом стане

Стержень, на котором крепится блок-оправка, удерживается механизмом удержания и перемещения оправочного стержня, расположенного с входной стороны стана, и поддерживается центрователями и механизмами перемещения стержня. По мере транспортировки гильзы через механизмы задающих роликов ролики центрователей и перемещения стержня поочередно открываются, пропуская гильзу, которая центрируется роликовыми проводками.

При выходе черновой трубы из зоны рабочих валков горизонтальной клетки производится перехват стержня, а после выхода трубы из зоны эджерных валков включается подача воды на наружное охлаждение оправки. Разблокирование механизма захвата стержня происходит после снятия осевой нагрузки на стержень, т. е. после окончания прокатки. После отключения подачи воды внутрь стержня механизмами перемещения он выводится из механизма захвата, поднимается удерживающий рычаг механизма удержания оправки и очередная гильза с рольганга № 1 транспортируется в задающие ролики. Одновременно с подъемом удерживающего рычага прекращается подача воды на наружное охлаждение оправки. После полного прохода заднего конца гильзы через механизм удержания и регулировки положения стержня удерживающий рычаг возвращается на место и закрывается фиксирующий его замок. Механизмами перемещения стержень подается в механизм захвата, и происходит его фиксация. Одновременно с захватом стержня подается вода на внутреннее охлаждение стержня с блок-оправкой.

После выхода из рабочих валков эджерной клетки труба попадает на рольганг № 2. При длительной задержке трубу с помощью переключателя

передают на качающуюся решетку, откуда она скатывается на рольганг № 2.

При перевалке рабочих валков горизонтальной клетки стержень с блок-оправкой должен быть отведен назад за габарит горизонтальной клетки на расстояние  $\approx 3000$  мм от первоначального его положения.

Перевалка рабочих валков эджерной клетки производится с помощью крана.

### Выбор приводов клеток стана продольной прокатки труб

Выбор осуществляется на основе расчетов энергосиловых параметров прокатки в соответствии с размерным и марочным сортаментом стана.

Исходные данные для расчетов: материал труб – углеродистые, легированные и коррозионностойкие стали; длина готовой трубы – 10–12 м; температура трубы – 1000 °С; частота вращения рабочих валков горизонтальной клетки – 100 мин<sup>-1</sup>; геометрические параметры труб представлены в табл. 2; кинематические и энергосиловые параметры процесса прокатки представлены в табл. 3; параметры технологического инструмента горизонтальной и вертикальной клетей представлены в табл. 4 и 5.

Очаги деформации в горизонтальной и эджерной клетях стана продольной прокатки труб, действующие силы и моменты приведены на рис. 7 и 8, а калибровки инструмента – на рис. 9–11.

*Первый модуль (горизонтальная клеть).* Главная линия первого модуля включает: электродвигатель постоянного тока 1, муфту специальную 2, соединяющую вал электродвигателя с шестеренной клетью 3 с передаточным числом  $i = 1$  (рис. 11). Вращение от валов шестеренной клетки передается на валы рабочей клетки 6 через зубчатые шпиндели 4, которые поддерживаются уравновешивающим устройством 5.

Таблица 1

Сортамент стана, размеры гильз и труб

№ поз.	Готовая труба по ГОСТ			Гильза после прошивного стана		Передельная труба после стана продольной прокатки	
	D, мм	S, мм min/max	q, мм min/max	D <sub>1</sub> , мм	S <sub>1</sub> , мм min/max	D <sub>2</sub> , мм	S <sub>2</sub> , мм min/max
1	95	5/10	11,2/21,0	124	8,0/13,0	125	5/10
2	102	5/10	12,0/22,7	128	8,5/13,5	130	5/10
3	121	5/10	14,3/27,4	133	9,0/14,0	135	5/10
4	152	5/10	18,1/35,0	153	9,5/14,5	156	5/10

Таблица 2

Кинематические и энергосиловые параметры процесса

№ поз.	Горизонтальная клеть				Эджерная клеть			
	V, м/с	P, кН	M, кН·м	Q, кН	n <sub>в</sub> , мин <sup>-1</sup>	M <sub>в</sub> , кН·м	P <sub>в</sub> , кН	Q <sub>в</sub> , кН
1	2,95	600	10,2	311	90	0,7	46	22
2	2,93	699	13,1	391	90	0,9	55	28
3	2,92	783	15,5	462	85	1,2	65	33
4	2,84	966	20,1	631	82	1,4	73	37

Таблица 3

Оправка горизонтальной клетки (рис. 8)

№ поз.	δ, мм	δ <sub>ср</sub> , мм	δ <sub>пр</sub> , мм	δ <sub>1</sub> , мм	δ <sub>вн</sub> , мм	L, мм	l <sub>вн</sub> , мм	l <sub>пр</sub> , мм	l <sub>2</sub> , мм	β, град.
1	115	103	97	82	60	100	20	60	39	8,52
2	120	106	99	81	65	110	25	65	42	9,26
3	125	109	100	82	70	120	25	75	45	9,96
4	146	128	114	96	72	130	25	85	47	10,79

\*Размер для справки.

Таблица 4

Технологический инструмент эджерной клетки (рис. 9 и 10)

№ поз.	Валок						Оправка	
	Δ, мм	ρ, мм	h, мм	B, мм	H, мм	2R, мм	δ <sub>ср</sub> , мм min/max	l <sub>ср</sub> , мм
1	45	85	42,5	150	125	315	115/105	150
2	50	90	42,5	150	130	315	120/110	150
3	60	95	37,5	150	135	325	125/115	150
4	90	100	35,0	150	156	330	146/136	150

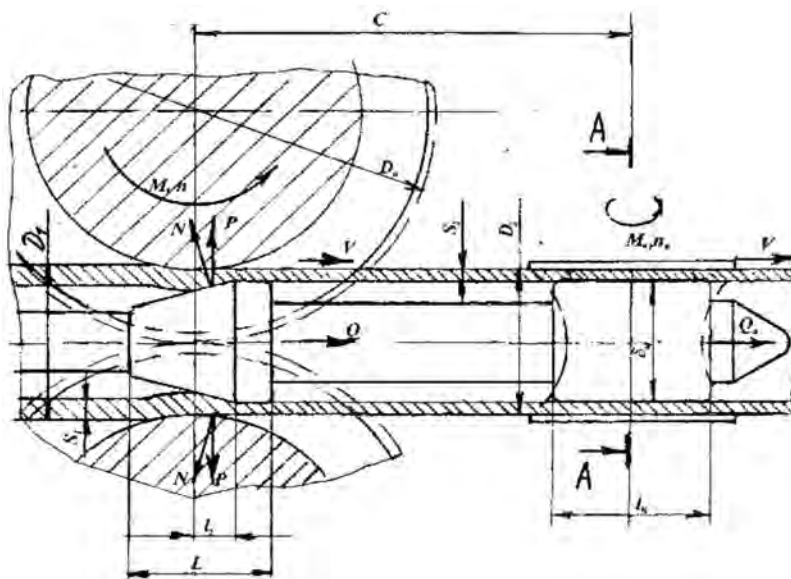


Рис. 6. Очаг деформации стана продольной прокатки труб

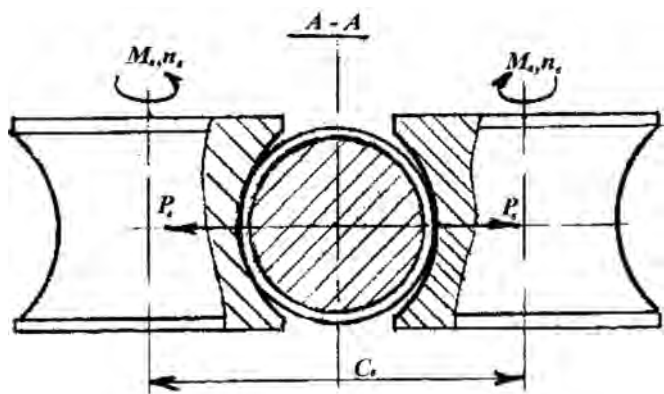


Рис. 7. Схема действия сил в эджерной клетке

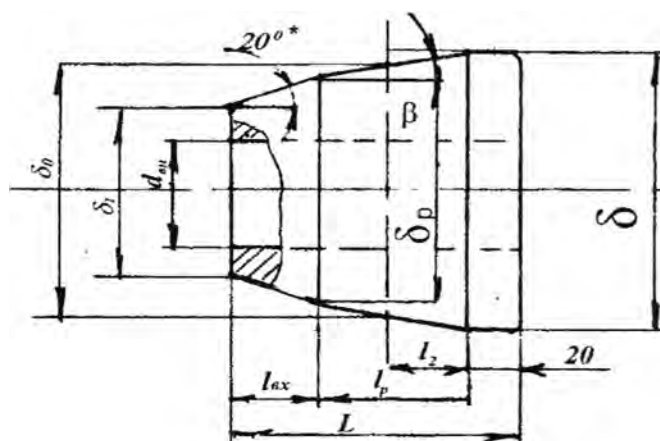


Рис. 8. Оправка горизонтальной клетки

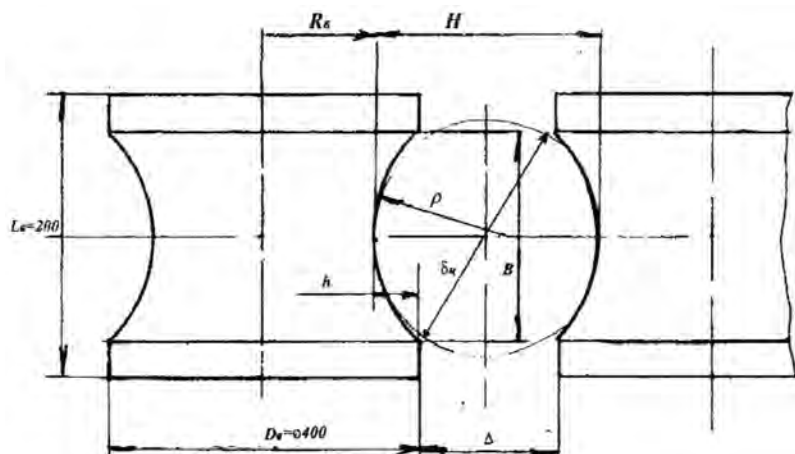


Рис. 9. Валок эджерной клетки

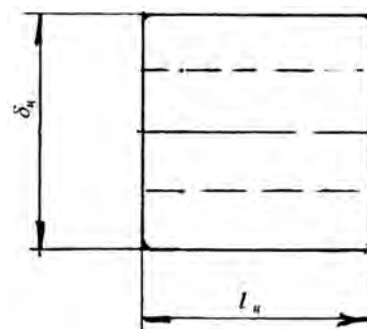


Рис. 10. Оправка эджерной клетки

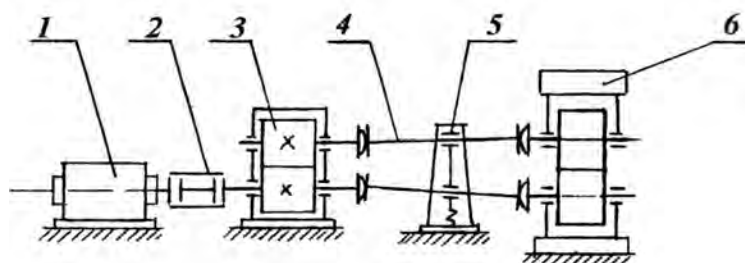


Рис. 11. Схема главной линии горизонтальной клетки:

- 1 - электродвигатель; 2 - муфта специальная; 3 - клетка шестерная; 4 - шпиндель зубчатый; 5 - устройство уравнивающее; 6 - горизонтальная клетка

**Выбор электродвигателя привода валков горизонтальной клетки**

Выбирается двигатель постоянного тока ряда 112 с технической характеристикой:

- тип двигателя - П2-630-214-6С;
- мощность N, кВт - 2500;
- ток I, А - 2870;
- частота вращения  $n_n/n_{max}$ , мин<sup>-1</sup> - 125/315;
- коэффициент допустимых рабочих нагрузок при длительности не более 15 с - 2,0;
- коэффициент отключающей перегрузки - 2,25.

Второй модуль (эджерная клетка). Клетка включает два основных механизма: механизм привода рабочих валков и механизм привода нажимных винтов (рис. 12). Рабочие валки 10 и 15 приводятся от электродвигателя 1 постоянного тока через двухступенчатый цилиндрический редуктор 3. Вращение от редуктора передается на шлицевой вал 5. Электродвигатель и редуктор связаны зубчатой муфтой с промежуточным валом 2, а редуктор и шлицевой вал - зубчатой муфтой 4. На шлицевой вал посажены две конические шестерни 6 и 11, установленные на подшипниках в подвижных кассетах 8 и 13 соответственно. Конические шестерни 6 и 11 входят в зацепление

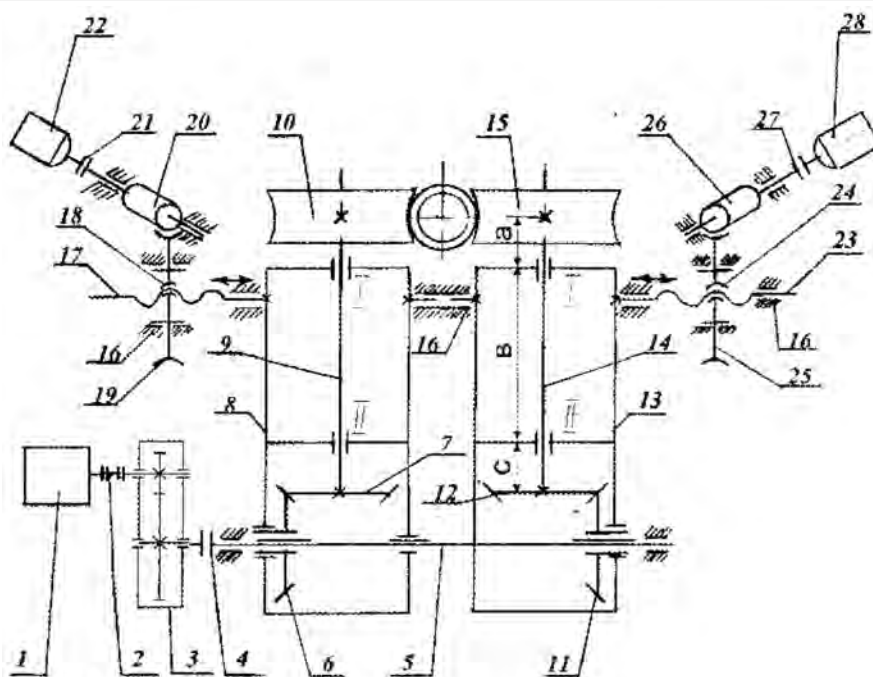


Рис. 12. Кинематическая схема эджерной клетки:

- 1 – электродвигатель привода рабочих валков; 2 – муфта зубчатая с промежуточным валом; 3 – редуктор цилиндрический; 4 – муфта; 5 – вал шлицевой; 6, 7, 11, 12 – конические шестерни; 8, 13 – касеты; 9, 14 – приводной вал; 10, 15 – валок; 16 – корпус клетки; 17, 23 – винт; 18, 24 – гайка; 19, 25 – червячное колесо; 20, 26 – червяк; 21, 27 – муфта; 22, 28 – электродвигатель механизма нажимного винта

соответственно с шестернями 7 и 12, которые, в свою очередь, жестко посажены на вертикальные валы 9 и 14. На концах валов через втулки с коническими отверстиями консольно установлены рабочие валки 10 и 15.

**Выбор электродвигателя привода валков эджерной клетки**

Выбран двигатель постоянного тока ряда 4ПН с технической характеристикой:

- тип двигателя - 4ПН250S;
- мощность N, кВт - 60;
- ток I, А - 306;
- частота вращения ном/тах, мин<sup>-1</sup> - 1500/2800;
- коэффициент допустимых рабочих нагрузок при длительности не более 60 с - 2,0;
- коэффициент отключающей перегрузки - 5,0.

Номинальный крутящий момент двигателя:

$$M_{эн} = 9750 \frac{N_{эн}}{n_{эн}} = 9750 \frac{60}{1500} = 390 \text{ Н·м.}$$

Для обеспечения заданного числа оборотов валков эджерной клетки выбран цилиндрический двухступенчатый редуктор:

- типоразмер редуктора - 1Ц2У-315.

**Выводы**

1. Разработан технический проект нового стана продольной прокатки труб, который состоит из двух модулей: первый модуль – горизонталь-

ная клеть с двумя приводными валками, второй модуль – эджерная клеть с двумя приводными валками.

2. Особенностью стана является прокатка на двух коротких оправках (конической и цилиндрической) жестко соединенных между собой (блок-оправка) и удерживаемых с входной стороны общим стержнем.

3. Прокатка трубы на конической оправке в горизонтальной клетке осуществляется с расширением трубы за линией центров валков.

4. Стан предназначен для прокатки черновых труб размерами 125,0-156,0×5-10 мм из углеродистых, легированных и коррозионностойких марок стали в составе ТПА 140.

5. Разработаны проекты механизмов для удержания и перемещения оправочного стержня с блок-оправкой, смены валков горизонтальной клетки и блок-оправки и др.

6. Прокатка труб на новом стане характеризуется повышением деформационной способности, улучшением условий захвата, повышением точности труб.

7. Эффективность прокатки труб на агрегате с новым станом продольной прокатки определяется расширением сортамента в рамках действующих стандартов, перераспределением деформации между прошивным и станом продольной прокатки, повышением качества труб, повышением производительности и снижением энергозатрат.



**Библиографический список / References**

1. Основы прокатки труб в круглых калибрах / А. П. Чекмарев, Я. Л. Ваткин. – М.: Металлургия, 1962. – 222 с.

Chekmarev A. P., Vatkin Ya. L. *Osnovy prokatki trub v kruglykh kalibrakh*. Moscow, Metallurizdat, 1962, 222 p.

2. Продольная прокатка труб / В. Н. Данченко, А. В. Чус. – М.: Металлургия, 1984. – 136 с.

Danchenko V. N., Chus A. V. *Prodol'naya prokatka trub*. Moscow, Metallurgiya, 1984, 136 p.

3. Опыт освоения нового трубопрокатного агрегата 140 / В. А. Вердеревский, А. И. Гриншпун, М. М. Гриншпун и др. // Сталь. – 1978. – № 3. – С. 245–248.

Verderevskiy V. A., Grinshpun A. I., Grinshpun M. M. *Opyt osvoeniya novogo truboprokatnogo agregata 140*. *Stal'*, 1978, no. 3, pp. 245–248.

4. Особенности прокатки труб на новом трубопрокатном агрегате 140 / В. Я. Остренко, А. Т. Есаулов, В. Г. Балакин // Производство труб: тем. сб. – М.: Металлургия (МЧМ СССР), 1979. – № 5. – С. 5–8.

Ostrenko V. Ya., Esaulov A. T., Balakin V. G. *Osobennosti prokatki trub na novom truboprokatnom agregate 140*. *Proizvodstvo trub*. Moscow, Metallurgiya (MChM SSSR), 1979, no. 5, pp. 5–8.

5. Спосіб прокатки труб. Деклараційний патент України № 31554, опубл. 15.12.2000. Бюл. № 7-11.

*Sposib prokatki trub. Deklaracijnyj patent Ukrainy no. 31554*, opubl. 15.12.2000, Bul. No. 7-11.

6. Пути интенсификации раскатки труб в круглом калибре / В. М. Друян, А. В. Губинский, В. В. Перчаник и др. // Развитие техники и технологии трубного производства. Тем. сб. научн. тр. – М.: Металлургия, 1992. – С. 40–43.

Druyan V. M., Gubinskiy A. V., Perchanik V. V. *Puti intensifikatsii raskatki trub v kruglom kalibre*. *Razvitie tekhniki i tekhnologii trubnogo proizvodstva*. Moscow, Metallurgiya, 1992, pp. 40–43.

**Мета.** Дослідження можливості підвищення ефективності трубопрокатного агрегату 140 зі станами поздовжньої прокатки, а також автоматичними станами за рахунок підвищення деформаційної здатності процесу поздовжньої прокатки труб на короткій оправці. На основі нової технології поздовжньої прокатки труб за лінією центрів валків розробити проект нового розкатного стану.

**Методика.** Вибір представницьких даних процесів поздовжньої прокатки труб на автоматичних та станах тандем з наукових і патентних джерел. Вирішення завдань з розробки компоновки нового стану з горизонтальними і вертикальними клітьями і конструкції його механізмів. Проектування калібрування технологічного інструмента нового стану і розробка таблиці прокатки.

**Результати.** У статті наведено нові технічні рішення стану поздовжньої прокатки труб модульного типу в складі трубопрокатного агрегату 140. На підставі аналізу відомих рішень розроблено основні механізми горизонтальної та вертикальної клітей нового стану, а також технологічний інструмент і таблиця прокатки.

**Наукова новизна.** Встановлено, що нова технологія прокатки труб у круглому калібрі на короткій оправці, відмінною рисою якої є деформація металу за лінією центрів валків, може бути використана для розробки принципово нового стану модульного типу.

**Практична значущість.** Розроблені в статті нові технічні рішення можуть бути використані для модернізації і реконструкції трубопрокатних агрегатів 140 з автоматичними станами і станами тандем, що дозволить розширити сортамент у бік більш тонких стінок труб, підвищити їх якість і точність, знизити енерговитрати та ін.

**Ключові слова:** труба, стан поздовжньої прокатки, трубопрокатний агрегат, коротка оправка, модернізація, реконструкція.

**Purpose.** Investigation of the possibility of increasing the efficiency of the pipe-rolling unit 140 with longitudinal rolling mills and automatic mills by increasing the deformation capacity of the longitudinal rolling of pipes on a short mandrel. Based on the new technology of longitudinal rolling of pipes behind the line of roll centers, to develop a new rolling mill project.

**Methodology.** Selection of representative data for the longitudinal rolling of tubes on automatic and tandem mills from scientific and patent sources. Solution of tasks on the development of the layout of a new mill with horizontal and vertical cages and the design of its mechanisms. Designing a calibration tool for a new mill and developing a rolling table.

**Findings.** The article presents new technical solutions for the longitudinal rolling mill of modular type pipes as part of the pipe-rolling unit 140. Based on the analysis of known solutions, the basic mechanisms of the horizontal and vertical stands of the new mill have been developed, as well as the technological tool and the rolling table.

**Originality.** It has been established that a new technology for rolling pipes in a round gauge on a short mandrel, the distinguishing feature of which is the deformation of the metal behind the center of the rolls, can be used to develop a fundamentally new modular-type mill.

**Practical value.** The new technical solutions developed in the article can be used for the modernization and reconstruction of pipe-rolling units 140 with automatic mills and tandem mills, which will allow expanding the range towards thinner pipe walls, improving their quality and accuracy, reducing energy costs, etc.

**Key words:** pipe, longitudinal rolling mill, pipe-rolling unit, short mandrel, modernization, reconstruction.

**Рекомендована к публикации к. т. н. Р. Н. Королем**

**Поступила 20.06.2018**