

## ДВУХВАЛКОВЫЙ СТАН ВИНТОВОЙ ПРОКАТКИ С НАПРАВЛЯЮЩИМИ СЕКТОРАМИ

Латкин Дмитрий Игоревич

руководитель: проф., д.т.н. Романцев Борис Алексеевич

Национальный Исследовательский Технологический Университет «Московский Институт Стали и Сплавов»  
117049 Москва, Ленинский пр., д.4

Как правило, в качестве направляющего инструмента на станах винтовой прокатки используют линейки (рис. 1а), которые просты по конструкции и легко заменяются при переходе на прокатку заготовок другого диаметра. Кроме того, линейки образуют с валками плотнозамкнутый калибр и позволяют изготавливать тонкостенные гильзы и трубы. Однако неподвижные линейки ин-

тенсивно изнашиваются, из-за чего часто нарушается процесс прокатки и ухудшается качество гильз и труб. При прошивке толстостенных гильз, сплавов, склонных к налипанию, в качестве направляющего инструмента применяют холостые ролики (рис. 1б), которые, являясь инструментом качения, изнашиваются меньше, чем линейки, но обладают низкой механической прочностью.

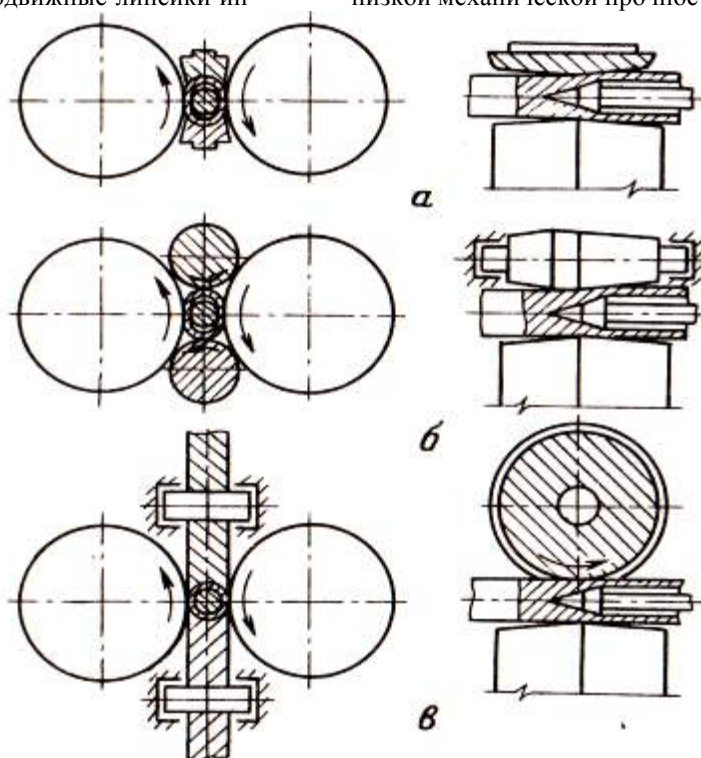


Рис. 1. Направляющий инструмент станов винтовой прокатки

За рубежом на раскатных двухвалковых станах винтовой прокатки, а в настоящее время и на прошивных станах направляющим инструментом служат приводные диски (станы Дишера). Диски образуют с рабочими валками более замкнутый калибр чем направляющие ролики (рис. 1в), и вращаясь со скоростью, в три-четыре раза больше окружной скорости рабочих валков, интенсифицируют процесс прокатки. Однако, станы Дишера имеют достаточно сложную конструкцию, а также требуют много времени на замену дисков при переходе на прокатку другого типоразмера труб и высокого уровня квалификации обслуживающего персонала.

В МИСиС совместно с ОАО ЭЗТМ была создана новая конструкция рабочей клетки прошивного стана с направляющими дисками на подшипниках качения, размещенными в специальных

вставках на месте линейкодержателей. Диаметр дисков для прошивки заготовок из прутка диаметром до 160 мм составляет 1300 мм. Во время прокатки диски приводятся во вращение силами трения между диском и заготовкой - гильзой. Диск представляет собой бандаж из высокопрочного чугуна, надетый на ступицу.

Из анализа условий трения на контактной поверхности металла с различным направляющим инструментом следует, что в области больших углов подачи применение неприводных дисков целесообразнее, чем линейек, и преимущества дисков возрастают с увеличением углов подачи. При использовании же линейек и роликов повышается сопротивление перемещению металла в осевом направлении, значит, уменьшается скорость прокатки. Очевидно, диски должны образовывать очаг деформации, идентичный очагу деформации с ли-

нейками (рис. 2), т.е. длина контактной поверхности в обоих случаях должна совпадать.

Обычно сечение касания заготовки с направляющим инструментом примерно совпадает с носком оправки, т.е. длина контактной поверхности металла с диском на входном участке равна выдвигению оправки за пережим  $C$ , которое определяется по формуле

$$C = \frac{d(U_n - U_o)}{2 \tan \varphi_1},$$

где  $U_n$  и  $U_o$  – относительное обжатие заготовки в сечении носка оправки и в пережиге со-

ответственно;  $\varphi_1$  – угол наклона образующей входного конуса вала.

В выходном конусе металл выходит из контакта с направляющим инструментом примерно в сечении, совпадающем с концом раскатного конуса оправки, т.е. на расстоянии от пережима

$$l = l_p - C = l_p - \frac{d(U_n - U_o)}{2 \tan \varphi_1},$$

где  $l_p$  – длина рабочей части оправки.

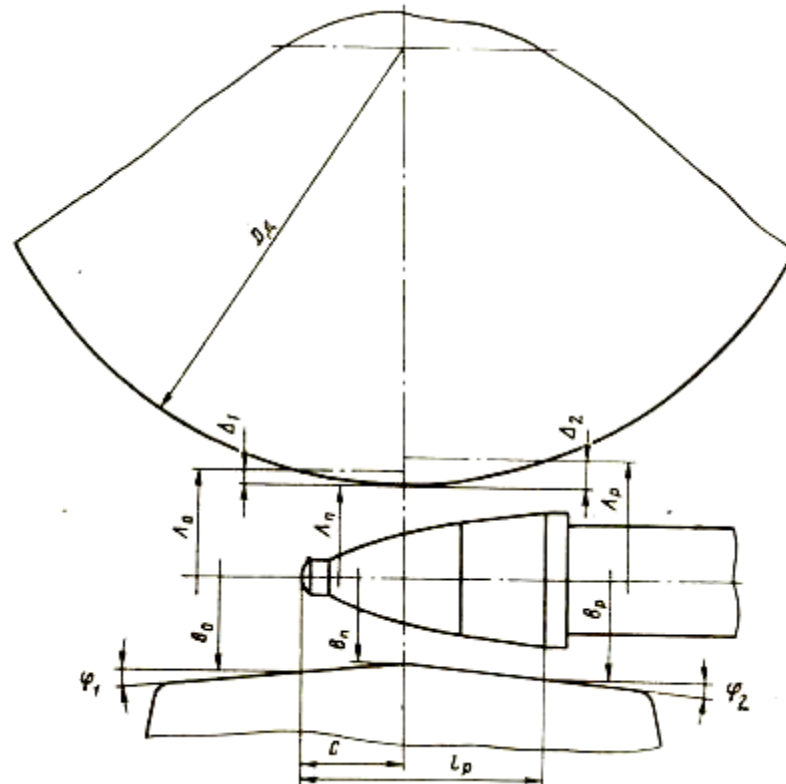


Рис. 2. Сечение очага деформации по направляющему диску

Определим диаметр диска из геометрических соображений по формуле

$$D_d = x^2 / \Delta,$$

где  $\Delta$  – высота полусегмента, на полухорде  $x$  которого происходит контакт металла с диском.

Значение  $\Delta$  чаще всего различно для входного и выходного конусов деформации. Во входном конусе  $\Delta_1$  определяется как половина разности расстояния между дисками в пережиге  $L_n$  и перед носком оправки  $L_o$ :

$$L_n = \xi_n b_n = d \xi_n (1 - U_n);$$

$$L_o = \xi_o b_o = d \xi_o (1 - U_o),$$

где  $\xi_n$  и  $\xi_o$  – коэффициенты овализации в сечениях носка оправки и в пережиге;  $b_n$  и  $b_o$  – расстояния между валами в сечении носка оправки и в пережиге соответственно.

Таким образом, диаметр диска, удовлетворяющий условиям контакта во входном конусе:

$$D_{d1} = \frac{d(U_n - U_o)^2}{2 \tan^2 \varphi_1 [\xi_o(1 - U_o) - \xi_n(1 - U_n)]}.$$

В выходном конусе значение  $\Delta_2$  равно полуразности расстояния между дисками  $L_b$  в сечении выхода металла из контакта с ними и в пережиге:

$$\Delta_2 = \frac{L_b - L_n}{2} = 0,5 (\xi_b b_b - \xi_n b_n),$$

где  $\xi_b$  и  $b_b$  – коэффициенты овализации и расстояние между валами в сечении выхода металла из контакта с дисками соответственно.

Выразим значение  $b_b$  через технологические параметры

$$b_{\text{в}} = b_{\text{п}} + \frac{2(l_p - C)}{\tan \varphi_2} = d(1 - U_{\text{п}}) + \frac{2l_p \tan \varphi_1 - d(U_{\text{п}} - U_{\text{о}})}{\tan \varphi_1 \tan \varphi_2},$$

$$\Delta_2 = \frac{1}{2} \left\{ \xi_{\text{в}} \left[ d(1 - U_{\text{п}}) + \frac{2l_p \tan \varphi_1 - d(U_{\text{п}} - U_{\text{о}})}{\tan \varphi_1 \tan \varphi_2} \right] - \xi_{\text{п}} d(1 - U_{\text{п}}) \right\},$$

диаметр диска, удовлетворяющий условиям контакта в выходном конусе:

$$D_{\text{д2}} = \frac{\tan \varphi_2 [2l_p \tan \varphi_1 - d(U_{\text{п}} - U_{\text{о}})]^2}{2 \tan \varphi_1 \{ \xi_{\text{в}} [\tan \varphi_1 \tan \varphi_2 d(1 - U_{\text{п}}) + 2l_p \tan \varphi_1 - d(U_{\text{п}} - U_{\text{о}})] - \xi_{\text{п}} d(1 - U_{\text{п}}) \tan \varphi_1 \tan \varphi_2 \}} \quad (2)$$

Из выражений (1) и (2) видно, что диаметр диска есть функция аргументов  $U_{\text{п}}, U_{\text{о}}, \xi_{\text{п}}, \xi_{\text{о}}, \varphi_1, \varphi_2, l_p$ , изменяющихся в пределах, известных из практики ведения технологического процесса. При расчете  $D_{\text{д}}$  по формулам (1) и (2) может возникнуть существенная разница. Уточнение значений перечисленных технологических параметров достигается решением задачи минимизации функции  $E = D_{\text{д1}} - D_{\text{д2}}$ , т.е. разницы значений диаметра диска, определенных для входного и выходного конусов очага деформации.

Выражениями (1) и (2) можно пользоваться и отдельно. Для прошивки гильз, диаметр которых меньше или равен диаметру заготовки, т.е. для толстостенных гильз и гильз со средней толщиной стенки ( $d_1/S \leq 8 \dots 9$ ), диаметр диска достаточно определять из условий контакта металла во входном конусе по выражению (1). В этом случае диаметр диска прошивного стана необходимо выбирать равным 8...12 диаметрам заготовки.

При прошивке тонкостенных гильз ( $d_1/S > 8 \dots 9$ ) определяющим являются условия в выходном конусе очага деформации и диа-

метр диска находится из выражения (2) и составляет 14...18 d.

Увеличение диаметра направляющего диска до 18ти диаметров заготовки приведет к значительному увеличению габаритных размеров станины прошивного стана и снижению ее жесткости. В связи с этим созрела необходимость, используя преимущества прошивки с направляющими дисками, приблизить массу оборудования стана с дисками к массе оборудования стана с линейками. Одним из вариантов решения этой задачи является применение устройства «диск-сектор»

Диск-сектор - направляющий инструмент, содержащий ось, опорную ступицу, элементы качения и профилированный бандаж, выполнен в виде сектора диска и снабженный приводом в виде гидроцилиндра.

Направляющий диск-сектор (рис. 3), включает раму 1, закрепленную через элементы качения 2 на ней ось 3, на которой установлена, с возможностью вращения, ступица 4 с бандажом 5 и привод вращения 6. Клиновой механизм 7 необходим для точной радиальной настройки. Ступица имеет Т-образную форму с посадочным местом под бандаж в виде сектора.

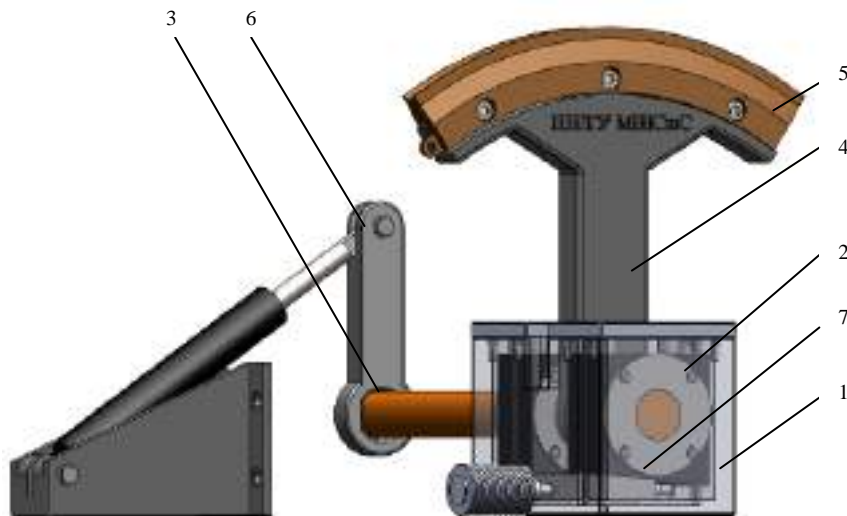


Рис. 3. Направляющий диск-сектор

На рис. 4 изображен принцип работы направляющего инструмента диск-сектора стана винтовой прокатки; на рис. 4а – в начальный момент прокатки; на рис. 4б – в установившемся процессе прокатки; на рис. 4в – в момент окончания процесса прокатки.

Устройство работает следующим образом. При начале прокатки исходной заготовки направляющий инструмент находится в исходном положении, при котором он повернут на начальный

угол в сторону входной проводки. Во время прокатки направляющий инструмент поворачивается на рабочий угол в свое конечное положение за время строго равное времени контакта металла с бандажом диск-сектора (см. форм.3). После прокатки диск-сектор с помощью привода отводится в исходное положение. Направляющий инструмент готов к прокатке очередной заготовки.

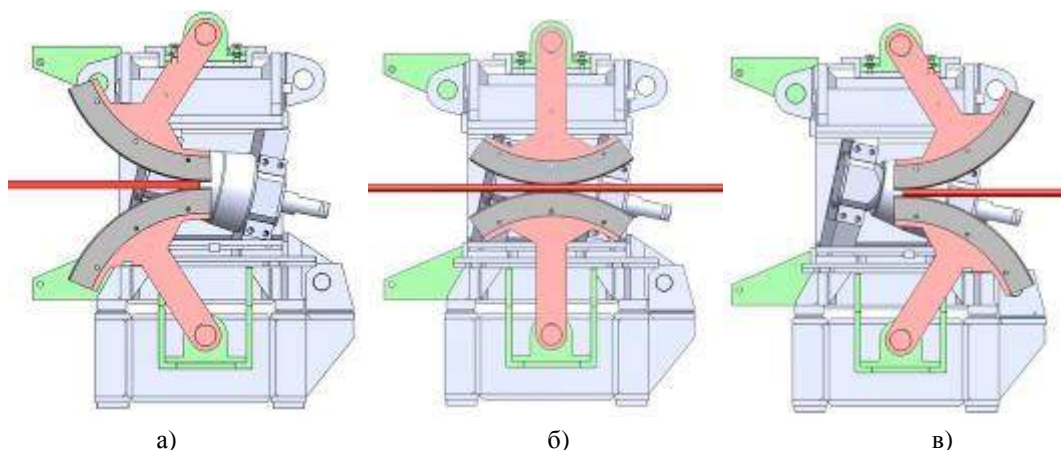


Рис. 4. Принцип работы «диск-сектора»

Время соприкосновения каждого участка рабочей поверхности бандажа с горячим металлом составляет около 0,5с. За это время диск-сектор, обладающей большой массой, не успевает нагреться. Кроме того бандаж и диск-сектор постоянно охлаждается водой. Все это способствует повышению износостойкости инструмента, что в свою очередь является залогом высокого качества труб.

В то же время благодаря Т-образной форме ступицы и бандажа в виде сектора, уменьшаются габаритные размеры станины, значительно облегчается перевалка инструмента и настройка стана на новый типоразмер. Компактность конструкции позволяет вписать ее в существующие станы винтовой прокатки с направляющими линейками (рис. 5).

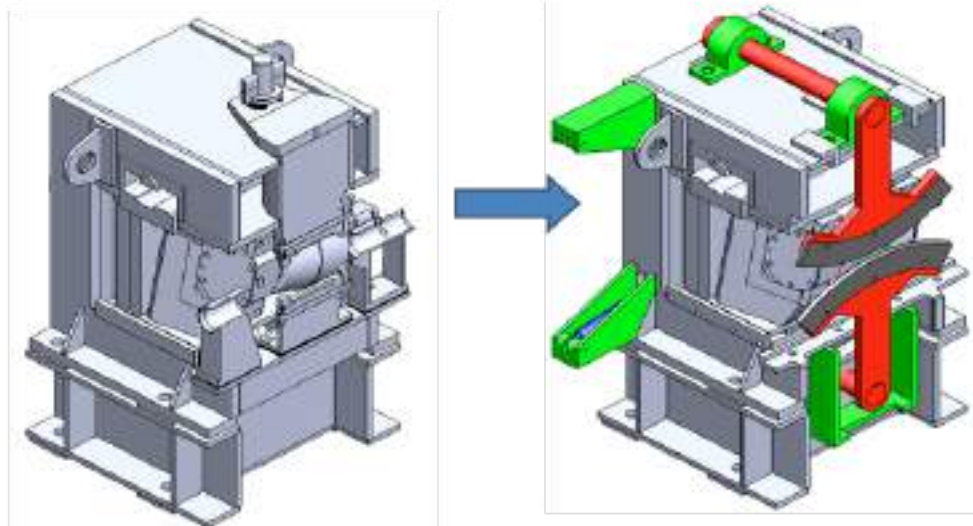


Рис. 5. Габаритные размеры станины

Разработанная конструкция является новым типом направляющего инструмента, которая отличается следующими преимуществами:

- повышенная износостойкость;
- компактные размеры;

- удобство настройки.

Диск-сектор является инновационным проектом. Он был представлен на ряде выставок и конференций, где получил положительные отзывы и рекомендации к дальнейшим исследованиям.