

УДК 621.774.32

Угрюмов Ю. Д.
Балакин В. Ф.
Угрюмов Д. Ю.
Постой Е. И.

ПУТИ СНИЖЕНИЯ РАЗНОСТЕННОСТИ ПРИ ПРОШИВКЕ СЛИТКОВ В СТАКАНЫ НА ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ПРЕССАХ*

Операция прошивки слитков в стаканы (рис.1) применяется на модернизированных пилигримовых установках, оборудованных горизонтальными прошивными прессами и элонгаторами взамен прошивных станков [1]. Практикой установлено, что наиболее рациональным типом слитка для этих установок является 8–10-гранный слиток с цилиндрической частью у донного конца, как показано на рис. 1.

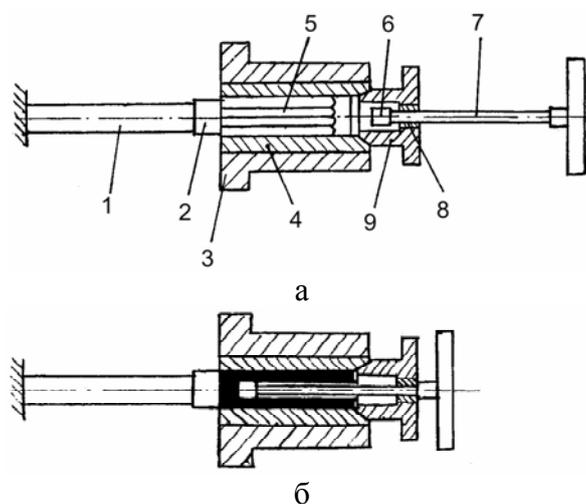


Рис. 1. Принципиальная схема прошивки многогранного слитка с цилиндрическим поясом в донной части:

а – исходное положение перед прошивкой; б – окончательная стадия прошивки с получением стакана; 1 – опорный пуансон; 2 – головка опорного пуансона; 3 – шабот; 4 – матрица (контейнер); 5 – слиток; 6 – головка прошивного пуансона; 7 – опорный пуансон; 8 – направляющая втулка; 9 – направляющая гильза

Поперечная разностенность стаканов, прошиваемых на горизонтальных гидравлических прессах, колеблется в широких пределах (от 10 до 50 %) [2]. При этом на вертикальных прессах поперечная разностенность стаканов в 2–3 раза меньше и объясняется, главным образом, конструктивными особенностями пресса [3].

Целью данной работы является рассмотрение мероприятий по снижению разностенности при прошивке слитков в стаканы на горизонтальных прессах.

Опыт эксплуатации горизонтального прошивного пресса пилигримовой установки 6-14" ОАО «Интерпайп НТЗ» показывает, что одним из основных условий ведения правильного процесса прошивки слитков с получением стаканов в пределах заданного допуска по разностенности является обеспечение постоянства прямолинейности оси прошивки, т. е. обеспечение минимального отклонения оси прошивного пуансона от оси матрицы (контейнера), в котором размещается слиток. При этом необходимо отметить, что нарушение прямолинейности оси прошивки независимо от причин, его вызывающих, ведет к возникновению неравномерных нагрузок в период прошивки и соответственно к разностенности стаканов.

* В работе принимали участие Б. Г. Павловский, А. В. Закопко, А. А. Шевчук, А. А. Ксенз, О. В. Дашенко и др.

Получение стаканов с заданной разностенностью зависит также от соблюдения ряда условий:

- от точности начальной настройки и регулировки основных деталей прошивного пресса и от степени выработки деталей в процессе эксплуатации;
- от состояния и степени износа рабочего инструмента прошивного пресса (прошивного пуансона и его головки, матрицы);
- от соблюдения технологии прошивки (соответствие размеров слитка таблице прокатки, равномерности и достаточности нагрева слитков, условия охлаждения рабочего инструмента и др.)

Особенностью технологии на пилигримовой установке 6-14" ОАО «Интерпайп НТЗ» является применение круглого слитка, уширенного к основанию, что было вызвано применением теплоизоляционных вкладышей для утепления головной части слитка.

Практикой установлено, что для осуществления процесса прошивки с коэффициентом вытяжки металла $\mu = 1,06 - 1,15$ зазор между матрицей и слитком круглого сечения должен составлять примерно 20–30 мм (по технологии была принята величина этого зазора для всех диаметров слитков – 20 мм).

В результате слиток в матрице (контейнере) лежит в нижней ее части со смещением оси относительно оси матрицы, равной половине зазора, т. е. 10 мм. Несоосность слитка и матрицы приводит к увеличению несоосности системы: «прошивной пуансон – матрица» и соответственно к повышению разностенности стаканов. Для улучшения центрирования слитков круглого сечения в матрице прошивного пресса было предложено два варианта решения этой проблемы.

Первый вариант предусматривал изменение калибровки внутренней поверхности матрицы за счет удлинения ее цилиндрической части со стороны опорного пуансона и уменьшения ее диаметра (рис. 2).

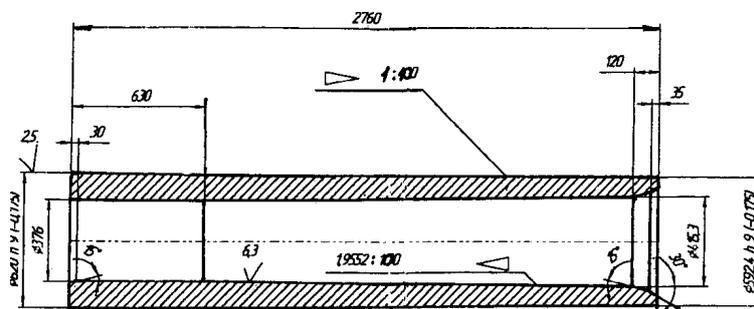


Рис. 2. Калибровка вставки матрицы с измененной цилиндрической частью диаметром 376 мм и длиной 630 мм

Второй вариант предусматривал использование слитка новой формы – с наличием кольцевого утолщения со стороны донного конца (рис. 3). При этом параметры опытного слитка (размером 9") имели следующие значения: $D_1 = 366,2 \pm 4$ мм; $D_2 = 402 \pm 4$ мм; $D_3 = 378,6$ мм, $L = (1400 - 2100) \pm 25$ мм.

Из-за отсутствия необходимого размера заготовки матрицы первый вариант не удалось проверить на практике.

Для проверки второго варианта была разработана конструкция опытной изложницы № 9. В мартеновском цехе были отлиты слитки новой формы с применением комплексного утепления. На пилигримовой установке 6–14" были осуществлены для сравнения прокатки обычных слитков и слитков новой формы с коническим кольцевым утолщением у донной части. Были прокатаны трубы диаметром 245 и толщиной стенки 8,9 мм, двухкратные по ГОСТ 632-80, группы прочности «Д». Согласно таблице прокатки наружный диаметр стакана составлял 390 мм, внутренний диаметр стакана – 200 мм, толщина доньшка стакана –

120 мм, коэффициент вытяжки на прессе – $\mu = 1,15$. Стаканы были прокатаны в гильзы с наружным диаметром 370 мм и толщиной стенки 56,6 мм. Прокатка труб на пильгерстане осуществлялась в калибре диаметром 256 мм на дорнах диаметром 233/234 мм.

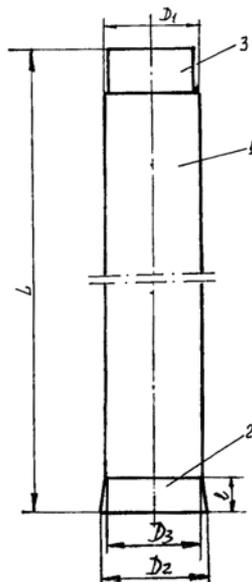


Рис. 3. Опытный слиток новой формы:

1 – основное тело слитка; 2 – коническое кольцевое утолщение со стороны донного конца; 3 – утепленная вкладышами головная часть слитка

Для центровки головной части слитка была изменена конструкция головки опорного пуансона таким образом, что торец слитка головной части скользит по конической выборке в опорной головке и занимает положение по оси матрицы при подпрессовке слитка головкой прошивного пуансона (рис. 4).

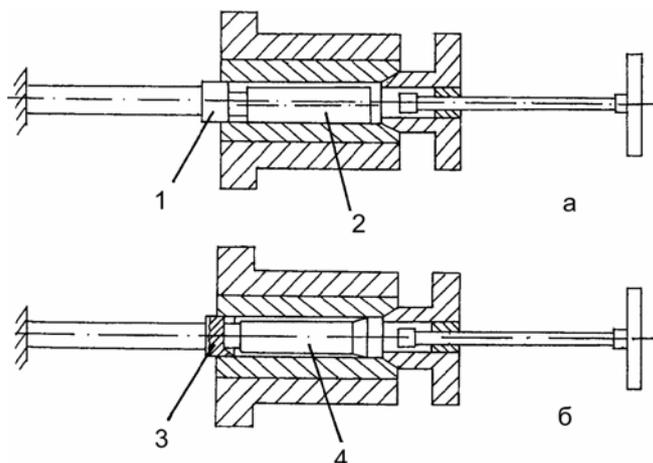


Рис. 4. Принципиальная схема положения обычного (а) и опытного (б) слитков в матрице перед прошивкой:

1 – головка опорного пуансона; 2 – обычный слиток; 3 – измененная головка опорного пуансона; 4 – опытный слиток

Результаты исследований разностенности стаканов прошитых из обычных и опытных слитков приведены в табл. 1. Анализ показывает, что поперечная разностенность стаканов, полученных из опытных слитков, минимальна и составляет 1 % со стороны прошитого конца и 5,1 % – со стороны доньшка. При прошивке обычных слитков она превышает почти в 2 раза допустимую по технологической инструкции (10 %).

Повышение точности при прошивке стаканов на прессе пилигримовой установки 6-14" при использовании слитков стационарной разливки актуально с точки зрения уменьшения количества дефектов на внутренней поверхности труб.

При использовании на пилигримовой установке 6-14" слитков с комплексным утеплением имеет место значительное сокращение брака по внутренним дефектам на трубах (в 2–3 раза) по сравнению с применением слитков без такого утепления.

Вместе с тем, снижение разностенности стаканов на прессе заметного влияния на повышение точности труб не оказывают, так как повышенная разностенность стаканов убирается при последующей раскатке их на стане-элонгаторе. Как следует из результатов эксперимента, разница в точности труб из слитков разной конфигурации находилась в пределах статистической погрешности.

Необходимо особо отметить, что применение слитка новой формы лишь только частично влияет на конечную разностенность стакана, так как не устраняет всех других факторов, влияющих на точность прошивки, рассмотренных выше.

Поэтому использование слитка новой формы можно рекомендовать для внедрения, если это не влечет сложностей при переходе на прямую прошивку (без прессы), что имеет место в случае выхода прессы из строя и проведения на нем ремонтных работ.

В связи со строительством нового завода «Днепросталь» на пилигримовую установку 6-14" будет поступать непрерывнолитая круглая заготовка.

Таблица 1

Точность толщины стенки стаканов, прошитых из обычных слитков № 9 и опытных слитков на прошивном прессе

№ п/п	Стакан из слитков № 9 (обычных)								
	Точки замеров с привязкой стакана к положению в матрице	Толщина стенки с прошитого конца, мм	Толщина стенки у доньшка, мм	Средняя толщина стенки у прошитого конца, мм	Абсолютная разностенность у прошитого конца, мм	Относительная разностенность у прошитого конца, %	Средняя толщина стенки у доньшка, мм	Абсолютная разностенность у доньшка, мм	Относительная разностенность у доньшка, %
1	Верх	100	79	93,75	15,00	16,00	87,25	16,00	18,34
2	Низ	85	95						
3	Левая	98	88						
4	Правая	92	87						
№ п/п	Стакан из слитков № 9 (опытных)								
	Точки замеров с привязкой стакана к положению в матрице	Толщина стенки с прошитого конца, мм	Толщина стенки у доньшка, мм	Средняя толщина стенки у прошитого конца, мм	Абсолютная разностенность у прошитого конца, мм	Относительная разностенность у прошитого конца, %	Средняя толщина стенки у доньшка, мм	Абсолютная разностенность у доньшка, мм	Относительная разностенность у доньшка, %
1	Верх	102	95	102,25	1,00	0,98	98	5,00	5,10
2	Низ	102	100						
3	Левая	103	97						
4	Правая	102	100						

При работе пилигримовой установки 6-14" в этом случае по схеме прошивной пресс-элонгатор для улучшения центровки заготовки в матрице прессы целесообразно вернуться к первому варианту решения этой проблемы путем профилировки внутренней поверхности матрицы (рис. 2). Прошивной пресс может быть использован как зацентровщик при прямой прошивке непрерывнолитой круглой заготовки.

Одним из недостатков существующей технологии прошивки слитков в стакан на прошивном прессе пилигримовой установки 6-14" является отсутствие оперативного

контроля разностенности стаканов, особенно со стороны доньшка. При этом контроль разностенности по всей длине стакана может быть осуществлен только после его остывания и отрезки доньшка. Известные методы контроля, такие, например, как лазерные в этом случае экономически не целесообразны.

Авторами предложен метод контроля разностенности стакана по его длине и принципиальная схема устройства для его осуществления. На основании предложенного метода разработана математическая модель эксцентричного стакана (рис. 5).

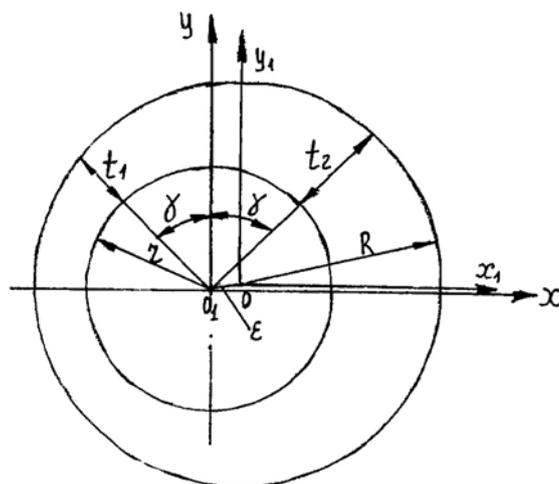


Рис. 5. Схема определения эксцентриситета стакана в поперечном сечении.

Исходными данными для модели являются: радиусы наружного R и внутреннего r диаметров, угол $\gamma = 45^\circ$, измеряемые толщины стенок t_1 и t_2 . Необходимо определить эксцентриситет стакана ε и его разностенность Δ в данном поперечном сечении, причем $\Delta = 2\varepsilon$.

С помощью предложенного метода и устройства можно найти разностенность стакана по его длине без отрезки доньшка.

Предложенное устройство (рис. 6) центрируется по внутреннему диаметру стакана и при этом измеряется толщина его стенки двумя парами роликов в двух сечениях, расположенных под углами $\gamma = 45^\circ$ к вертикальной оси. При изменении разностенности по длине стакана приспособление вручную перемещается вдоль оси стакана. Отсчет толщины стенки производится с помощью измерительной шкалы либо с фиксированием результата в электронном виде. Зная толщины стенок t_1 и t_2 , а также R и r (задаваемые таблицей прокатки) можно по предлагаемому алгоритму определить ε и Δ .

Для определения эксцентриситета стакана ε на основании математической модели получены следующие выражения:

$$\varepsilon = \sqrt{r^2 - (R - t_1)(R - t_2)} \sqrt{\frac{2r^2}{A} - 1}, \quad (1)$$

где $A = \alpha^2 + \beta^2;$ (2)

$$\alpha = (R - t_1) \cdot 0,707; \quad (3)$$

$$\beta = (R - t_2) \cdot 0,707; \quad (4)$$

$$\Delta = t_{\max} - t_{\min}; \quad \Delta = 2\varepsilon, \quad (5)$$

t_{\max} и t_{\min} – соответственно максимальная и минимальная толщины стенок стакана в данном поперечном сечении. Совместное решение выражений (1–5) позволяет определить искомую величину разностенности Δ в исследуемом поперечном сечении стакана.

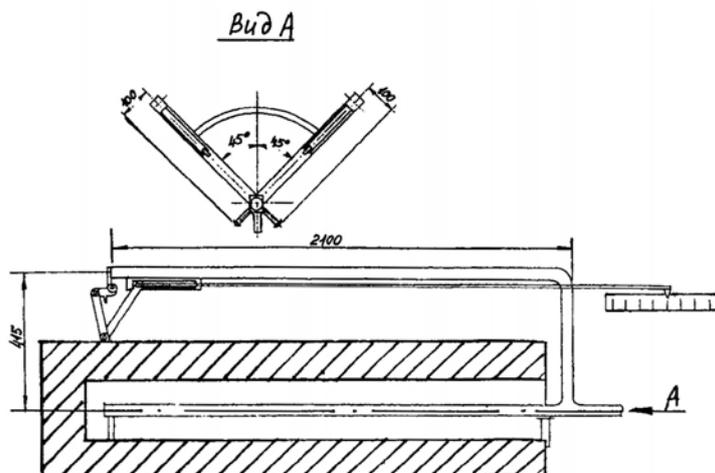


Рис. 6. Принципиальная схема устройства для измерения толщин стенок стакана в двух заданных направлениях

ВЫВОДЫ

Рассмотрены основные факторы, влияющие на разностенность стаканов, прошиваемых на горизонтальном прессе пилигримовой установки 6-14", и намечены мероприятия по снижению разностенности стаканов.

Проведены опытные прокатки слитков (9") новой формы с коническим утолщением у донной части, которые показали существенное снижение разностенности по всей длине стаканов.

Предложен метод контроля разностенности стаканов по их длине без отрезки доннышка и принципиальная схема устройства для его осуществления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чернявский А. А. Экономия металла при производстве труб нефтяного сортамента / А. А. Чернявский, В. В. Березовский, Ю. Д. Угрюмов. – М. : Металлургия, 1987. – 304 с.
2. Пикинер Ю. С. Исследование процесса прошивки слитков на прошивных прессах трубопрокатных установок : автореф. дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук / Ю. С. Пикинер. – Днепропетровск, 1968. – 29 с.
3. Мандзюк Б. В. Исследование процесса прошивки стальных заготовок на вертикальных гидравлических прессах : автореф. дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук / Б. В. Мандзюк. – Днепропетровск, 1968. – 26 с.

Угрюмов Ю. Д. – канд. техн. наук, вед. инженер ОАО «Интерпайп НТЗ»;

Балакин В. Ф. – д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой НМетАУ;

Угрюмов Д. Ю. – вед. инженер ОАО «Интерпайп НТЗ»;

Постой Е. И. – рук. гр. управл. проект. деят. ОАО «Интерпайп НТЗ».

ОАО «Интерпайп НТЗ» – ОАО «Интерпайп Нижнеднепровский трубопрокатный завод», г. Днепропетровск.

НМетАУ – Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепропетровск.

E-mail: balakini@inbox.ru