

В.И.Большаков, Ю.И.Черевик, П.И.Штыцко*, А.П.Иванова*

ПУТИ УЛУЧШЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГЛАВНЫХ ПРИВОДОВ СТАНОВ ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКИ ТРУБ

Институт черной металлургии

**Днепропетровский институт инженеров транспорта*

Проведенными исследованиями показано, что применение на станах холодной прокатки труб уравнивающих устройств в сочетании с пружинными муфтами способствует повышению плавности работы привода и существенному уменьшению максимальных крутящих моментов на валах.

Станы холодной прокатки труб (ХПТ) являются сравнительно небольшими металлургическими агрегатами, предназначенными для производства цельнокатаных труб ответственного назначения. В виду ограниченной производительности их устанавливают группами по 10–15 станов каждого типоразмера. Производительность и качество готовой продукции, полученной на этих станах в значительной мере определяется их быстроходностью и величиной подачи заготовки.

Практика показывает, что увеличение скорости прокатки труб на станах ХПТ сопровождается значительным количеством отказов элементов приводного механизма рабочей клетки (приводных валов, муфт, зубчатых колес, подшипников). Так, анализ статистических данных агрегатных журналов и журналов ремонта трубоволоочильного цеха № 2 Южнотрубного завода показал, что простои станов в ремонте, связанные с отказами деталей главной линии и приводного механизма рабочей клетки, составляют 25–30 % от величины общих простоев, из них 9÷12 % – связаны с отказами муфт и валов приводного механизма рабочей клетки. Среднемесячные простои у станов ХПТ Первоуральского Новотрубного завода, связанные с поломками механизмов главного привода, составляют 42,9 % от всех отказов станов.

Экспериментальные исследования станов ХПТ, проведенные в условиях Никопольского Южнотрубного завода показали, что характерной особенностью их работы являются большие динамические моменты, передаваемые валами главной линии привода. Эти моменты обусловлены периодическим воздействием на привод сил инерции клетки и технологических нагрузок, возникающих при захвате и прокатке заготовки, которые вызывают появление колебаний, амплитуда которых больше низкочастотной периодической составляющей в 2,2–2,5 раза [1].

Одним из путей снижения величины крутящего момента на главном валу приводного механизма, формируемого кинематикой привода, стало использование на станах ХПТ пневматических уравнивающих уст-

ройств (ПУУ), которые позволили резко уменьшить низкочастотную составляющую этого момента, обусловленную действием инерционных нагрузок [3]. Из осциллограмм (рис. 1) крутящих моментов, записанных на приводном валу клетки при работе стана ХПТ 32–2 без уравнивания и с уравниванием сил инерции клетки как с технологической нагрузкой, так и без неё видно, что уравнивание сил инерции клетки незначительно влияет на высокочастотные динамические составляющие моментов, которые являются одной из основных причин усталостного разрушения валов.

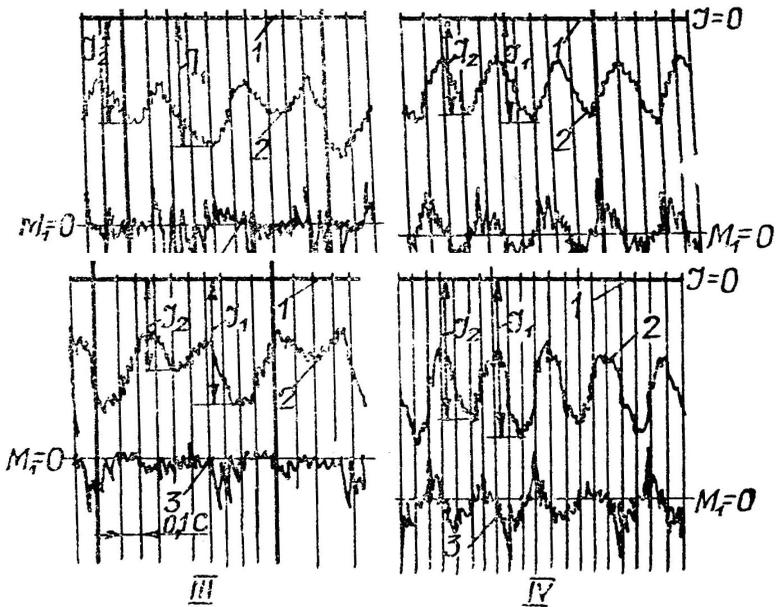


Рис. 1. Осциллограммы экспериментальных исследований работы стана ХПТ–32–1. I – без технологической нагрузки с уравнивающим устройством; II – без технологической нагрузки без уравнивающего устройства; III – с технологической нагрузкой с уравнивающим устройством; IV – с технологической нагрузкой без уравнивающего устройства. Кривая 1 – линия отсчета силы тока; кривая 2 – сила тока в якорной цепи главного электродвигателя; кривая 3 – крутящий момент на приводном валу. J_1 и J_2 – соответственно, сила тока в переднем и заднем положениях клетки.

С целью уменьшения динамической составляющей момента, передаваемого приводным валом клетки, предложено применить в соединении

главного редуктора с приводным валом вместо существующей упругой втулочно-пальцевой муфты (МУВП) нелинейную пружинную муфту (НПМ) с ломаной "мягкой" характеристикой жесткости. При выборе типа муфты учитывалось, что в существующих станах ХПТ привод клетки и механизма подачи и поворота осуществляется от одного электродвигателя. Работа этих станов построена так, что при нахождении клетки в одном из крайних положений осуществляется подача заготовки, а в другом ее поворот. При включении предохранительных устройств в главную линию может произойти рассогласование работы механизмов поворота и подачи заготовки и привода клетки [2]. Однако результаты моделирования работы привода, а затем и экспериментальные исследования стана показали, что рассогласования работы механизмов стана в случае применения муфт с предварительной затяжкой пружин не наблюдается, так как относительный поворот полумуфт не превышает 5° и происходит при нагрузке, большей момента предварительной затяжки муфты, то есть вдали от крайних положений клетки. При уменьшении нагрузки в упругих связях, система с пружинной муфтой возвращается в исходное положение.

В технической литературе в то время отсутствовали рекомендации по обоснованному выбору и применению нелинейных упругих муфт с предварительной затяжкой пружин в приводах станков ХПТ. Конструктивные особенности станков, характер приложения нагрузок, а также изменение моментов на валах не позволяли решать эту задачу известными методами. Используя экспериментальные значения моментов, передаваемых приводным валом клетки с муфтой типа МУВП, и результаты исследования на математической модели, по методике предложенной В.И.Большаковым [4], была рассчитана, сконструирована и изготовлена пружинная муфта с регулируемой затяжкой пружин [5]. Стендовые испытания позволили установить соответствие действительных характеристик расчетным, проверить прочность основных элементов, а также оценить уменьшение крутящих моментов. При этом была обеспечена идентичность частот станка и стана ХПТ 32–2, а жесткость валов станка была выбрана близкой к жесткости валов стана с существующими втулочно–пальцевыми муфтами.

После проверки на стенде муфта была установлена на действующем стане ХПТ 32–2 ТВЦ–2 Южнотрубного завода в соединении выходного вала главного редуктора с приводным валом механизма привода клетки. Записаны осциллограммы моментов, передаваемые приводным валом клетки этого стана при прокатке труб из сталей 0Х18Н10Т и 12Х18Н10Т по маршрутам $38 \times 4,3 - 32 \times 1,6$, $42 \times 6,9 - 22 \times 3,0$, $38 \times 3,4 - 22 \times 1,45$ с использованием стандартной муфты МУВП и НПМ. Скорость прокатки принималась 80, 90 и 100 двойных ходов клетки в минуту, а величины подачи заготовки при каждой из этих скоростей устанавливались равными 6,8 и 10 мм. В процессе эксперимента принятые режимы работы стана с МУВП и НПМ выдерживались одинаковыми. Результаты эксперимента показали, что уменьшение жесткости главной линии привода, вызванное включени-

ем НПМ не приводит к рассогласованию работы механизмов стана и обеспечивает получение готовых труб высокого качества.

Статистическая обработка экспериментальных значений моментов, передаваемых приводным валом клетки, позволила установить двумодельный характер их распределения как при работе стана с МУВП, так и с НПМ (рис. 2). Аналитическое выражение для определения плотности этого распределения описано в работе [6] и использовано авторами для расчета срока службы приводного вала клетки.

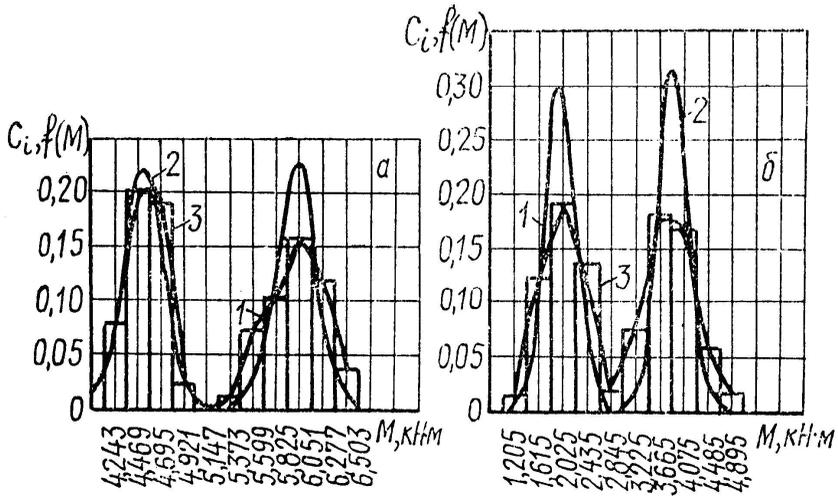


Рис. 2. Распределение моментов на приводном валу: а – с муфтами типа МУВП; б – с нелинейной пружинной муфтой; 1 – эмпирическая кривая, 2 – теоретическая кривая; 3 – гистограмма, c_i , $f(M)$ – соответственно частота и плотность распределения амплитуд моментов.

Сравнение величин математического ожидания значений амплитуд моментов $f(M)$ на приводном валу при работе стана с МУВП и НПМ показывает, что НПМ позволяет уменьшить $f(M)$ в 1,8 раза. Максимальные значения моментов при этом уменьшаются в 1,35–1,4 раза (рис. 2), средний срок службы вала, рассчитанный по методике, предложенной в работе [5] увеличивается в 2,9 раза.

Заключение. Теоретические и экспериментальные исследования показывают, что применение в главной линии привода нелинейных пружинных муфт с предварительной затяжкой пружин значительно уменьшает амплитуды крутящих моментов на приводном валу клетки, не приводит к рассогласованию работы механизмов стана. Эти муфты следует рекомендовать к применению на станах ХПТ. Применение устройства для уравни-

вешивания сил инерции клетки в сочетании с пружинными муфтами будет способствовать повышению плавности работы привода и существенному уменьшению максимальных крутящих моментов на валах.

1. *Большаков В.И., Черевик Ю.И.* Уравновешивание сил инерции в машинах циклического действия // *Металлургическая и горнорудная промышленность.* – 2003. – № 3. – С. 98–100.
2. *Пути* повышения надежности работы главной линии привода станов холодной прокатки труб. / *В.М.Гребеник, В.И.Большаков, В.К.Цапко и др.* // *Металлургическая и горнорудная промышленность.* – 1980. – № 3. – С. 47–49.
3. *Большаков В.И., Черевик Ю.И., Вышинский В.Т.* Ближайшие перспективы создания отечественных станов холодной прокатки труб нового поколения /Сб. "Наука о машинах в Украине". – Киев. – 2006. – С.100–106.
4. *Большаков В.И., Штыцко П.И., Прасолова Л.А.* Исследование привода стана холодной прокатки труб с учетом поворотнo–подающего механизма на машине непрерывного действия. //В сб. Исследование и конструирование деталей и узлов подвижного состава. Тр. ДИИТа, Днепропетровск, 1973. – Вып.145. – С. 40–65.
5. *А.с. 868167 (СССР).* Пружинная муфта / *В.М.Гребеник, В.И.Большаков, П.И.Штыцко и др.* – Оpubл. в Б.И., 1981, № 36.
6. *Оценка* долговечности приводных валов станов холодной прокатки труб / *В.М.Гребеник, Г.И.Толстикoв, В.Е.К.Цапко и др.* // *Надежность и долговечность машин и сооружений.* – К.: Наукова думка, 1985. – Вып.8. – С.92–98.