

ДИНАМИКА ГЛАВНОГО РЕДУКТОРНОГО ЧЕТЫРЕХ ДВИГАТЕЛЬНОГО ПРИВОДА

Поваляев В.Д. Дворников С.В. (*ДонНТУ, г. Донецк, Украина*)

Динамика главного редукторного четырех двигательного индивидуального привода исследована на примере 5-й клетки стана 2000 Бокаро (Индия), проект реконструкции которого выполнен АО НКМЗ, с целью возможного применения асимметричной прокатки (скорость верхних рабочих валков не равна скорости нижних). Асимметричная прокатка используется на черновых клетях прокатных станов с целью получения требуемой величины и направление изгиба переднего конца раската

Применение индивидуального привода рабочих валков позволяет регулировать величину скоростной асимметрии рабочих валков в довольно широких пределах путем регулирования скоростей двигателей, сглаживая отрицательное влияние на изгиб полосы других факторов (различные коэффициенты трения на валках, неравномерный нагрев полосы по высоте, размеры очага деформации, угол задачи полосы в валки) Однако, в период неустановившегося процесса прокатки (формирование переднего конца полосы), задача усложняется в связи с различной жесткостью трансмиссий привода валков и их неравномерной упругой деформацией. Этим объясняется необычная схема главного индивидуального привода, предложенная АО НКМЗ - привод каждого рабочего валка осуществляется от двух двигателей через трехступенчатые редукторы, что позволило значительно уменьшить размеры приводных двигателей.

Исследование выполнено с использованием математической модели главного привода рабочих валков с учетом фрикционного взаимодействия рабочих валков через деформируемый металл [1] Цель исследования - определить степень поддержания заданной величины скоростной асимметрии рабочих валков в период не установившегося процесса прокатки (захват полосы валками, образование жесткого переднего конца раската) и величины динамических нагрузок в трансмиссиях к двигателях привода.

Рассмотрены случаи симметричной прокатки (равные скорости верхних и нижних валков), асимметричная прокатка (разность скоростей рабочие валков 2 и 5%), ведущий верхний (угловая скорость верхнего валка больше угловой скорости нижнего) и наоборот, без разгона валков после захвата полосы валками с разгоном, изменение жесткости механической части трансмиссии и сопротивление обмотки якорной цепи двигателей.

Как показали проведенные исследования, динамические свойства привода таковы, что даже при симметричной прокатке имеет место существенное

отклонение скоростной асимметрии рабочих валков от заданной, а в момент времени 0,25с. происходит смена знака скоростной асимметрии, при этом, колебание скоростной асимметрии рабочих валков и якорей двигателей в период до 0,25 с. происходит в противофазе. К этому времени при средней скорости прокатки 3,2 м/с образуется свободный передний конец полосы длиной до 0,5 м, целенаправленное регулирование направления изгиба которого путем использования обратной связи по скорости якорей двигателей от сигнала тахогенераторов не представляется возможным.

И только при величине начальной скоростной асимметрии 5% в течение первых 0,15 сек. происходит синхронное изменение скоростной асимметрии рабочих валков и якорей двигателей. Объясняется это тем, что только в этом случае в течении первых 0,2 сек. наблюдается синхронный рост моментов сил упругости (а следовательно и углов закручивания) в скоростной части трансмиссий главного привода верхнего и нижнего валков. В остальных случаях в этот период моменты сил упругости существенно разнятся, что и определяет различие скоростной асимметрии рабочих валков и якорей двигателей.

Повышение жесткости механической характеристики ведомого двигателя пропорционально отношению моментов прокатки в стационарном процессе привело к возбуждению колебаний скоростной асимметрии рабочих валков до 0,5 с. в пределах $\pm 25\%$, а начиная с 0,5 с. к ее практически полной стабилизации (1,98% при заданной 2%).

Аналогичные результаты имеют место при совместном повышении жесткости механической характеристики ведомого двигателя и жесткости ведущей трансмиссии. Это позволяет обеспечить формирование кривизны переднего конца длиной до 1м при заданной величине скоростной асимметрии.

Прокатка с разгоном валков после захвата металла позволяет получить хорошее приближение величины скоростной асимметрии к заданной в течении первых 0,5 с. в случае ведущего нижнего валка

Из анализа силовых параметров прокатки сделан вывод, что при заданном суммарном моменте прокатки (1,2 МНм) и скорости прокатки, не превышающей 3,24 м/сек ($5,4 \text{ с}^{-1}$), перегруз двигателей не происходит. Проведение разгона валков после захвата полосы в диапазоне скоростей выше номинальной недопустимо по причине перегруза двигателей ведущих валков в неустановившемся процессе прокатки ($M_{\text{дв. откл.}} = 0,165 \text{ МНм}$).

Величина коэффициента динамичности ведомого валка во всех случаях превышает коэффициент динамичности ведущего. Объясняется это перераспределением скоростей рабочих валков в неустановившихся процессах прокатки в сторону снижения величины скоростной асимметрии. Зависимость моментов прокатки на валках от величины скоростной асимметрии в этот период

ведет к перераспределению моментов в сторону их роста на ведомом валке и снижению – на ведущем.

При прокатке с разгоном валков значительная величина коэффициента динамичности объясняется большой величиной моментов инерции якорей двигателей. Динамические моменты сил упругости в механической части трансмиссии примерно в два раза меньше динамических моментов на якоре в связи с тем, что приведенный к валу двигателя момент инерции тихоходной части трансмиссии (валкового узла и шпинделей $0,27 \cdot 10^2 \text{ кгм}^2$).

Перераспределение упругих параметров трансмиссий и жесткости механических характеристик двигателей не оказывает существенного влияния на динамические нагрузки в приводах.

Выводы

1. Впервые 0,25...0,5с. После захвата полосы валками имеет место динамического спада скоростей, а, следовательно, и величины скоростной асимметрии, как рабочих валков, так и якорей двигателей. Полная стабилизация заданной величины скоростной асимметрии почти во все режимах прокатки достигается после этого периода.
2. Установлено, что в первые 0,2...0,3с. Имеет место существенное различие величины скоростной асимметрии рабочих валков и якорей двигателей, что не позволяет в период формирования переднего конца полосы вести целенаправленную корректировку скоростной асимметрии рабочих валков по сигналу тахогенераторов.
3. Наилучшие результаты поддержания заданной скоростной асимметрии рабочих валков получены при величине скоростной асимметрии 5% и ведущем нижнем двигателе. Однако, прокатка с разгоном рабочих валков при скоростной асимметрии 5% недопустима по причине перегрузки ведущего двигателя.
4. Использование блоков ограничения и выравнивания нагрузки двигателей несовместимо с режимом асимметричной прокатки, так как не позволяет получить требуемую величину скоростной асимметрии рабочих валков.

Список литературы. 1. Поваляев В.Д. Стабилизация скоростной асимметрии в условиях нестационарного процесса прокатки // Известия вузов. Черная металлургия – 1999 - №3 С. 36-19.