

# ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНІ КОМПЛЕКСИ ТА СИСТЕМИ

УДК 621.771.25:681.5

© Куваев В.Н., 2010

В.Н. Куваев

## ИДЕНТИФИКАЦИЯ МЕЖКЛЕТЬЕВЫХ УСИЛИЙ ПРИ НЕПРЕРЫВНОЙ ПРОКАТКЕ ПО СТАТИЧЕСКОМУ МОМЕНТУ НАГРУЗКИ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ КЛЕТЕЙ

V.N. Kuvayev

## IDENTIFICATION OF INTERSTAND EFFORTS AT CONTINUOUS ROLLING ON STATIC LOADING MOMENT OF STAND'S ELECTRIC DRIVES

Предложена методика идентификации межклетевых усилий при непрерывной прокатке по статическому моменту нагрузки электроприводов клетей. Методика основывается на ситуационном анализе нагрузок электроприводов в процессе заполнения и освобождения группы клетей прокатом. Показано, что межклетевые усилия в прокате могут быть рассчитаны по каждой ситуации для всех межклетевых промежутков группы клетей. Для каждой ситуации уточняются значения составляющих статических моментов нагрузок, обусловленных нагрузкой формоизменения прокатки в клетях.

**Ключевые слова:** межклетевые усилия, электропривод, статический момент нагрузки, ситуационный анализ

Целью управления скоростным режимом прокатки, с точки зрения стабильности геометрических размеров готового проката по его длине, является максимальное приближение режима прокатки во всех межклетевых промежутках к режиму свободной прокатки, т.е. минимизация уровня межклетевых усилий в прокате. В то же время, за счет натяжения проката обеспечивается выравнивание скоростей проката на выходе и входе последовательно расположенных клетей – обеспечивается стабильность технологического процесса непрерывной прокатки в условиях воздействия на него неконтролируемых технологических возмущений. Возможная же степень приближения к режиму свободной прокатки определяется точностью идентификации величины межклетевых усилий, а динамика регулирования – периодом такой идентификации.

Одним из методов идентификации межклетевых усилий, используемых на практике для настройки скоростного режима прокатки в черновых группах клетей сортопрокатных станов, является метод, основанный на анализе статических моментов нагрузки электроприводов клетей.

Для выделения влияния межклетевых усилий из общей нагрузки электропривода клетки используется ее ситуационный анализ – сопоставление нагрузки электропривода клетки до и непосредственно после

захвата проката валками последующей, по ходу прокатки, клетки и/или до и после выхода проката из предыдущей клетки  $\Psi-5\beta$

Поскольку процесс непрерывной прокатки заготовки протекает одновременно в нескольких клетях, то существует тесная взаимосвязь межклетевых усилий в прокате, находящихся в различных межклетевых промежутках. Межклетевые усилия в промежутке изменяются по мере захвата/выхода проката из клетей, связанных с данным межклетевым промежутком прокатом одной заготовки. И подходы к идентификации межклетевых усилий в прокате должны учитывать данную особенность процесса непрерывной прокатки.

Рассмотрим возможность идентификации межклетевых усилий во всех межклетевых промежутках, связанных прокатом одной заготовки, по статическим моментам нагрузки электроприводов клетей в процессе прокатки одной заготовки.

Проанализируем взаимосвязь момента двигателя отдельной клетки с межклетевыми усилиями.

Момент на валу двигателя, необходимый для привода валков рабочей клетки прокатного стана, складывается из четырех величин [6]

$$M_{дв} | M_{пр} / i_p \quad 2 M_{тр} \quad 2 M_{хх} \quad 2 M_{дин} ,$$

где:  $M_{пр}$  – момент прокатки, т.е. момент, требуемый для преодоления сопротивления деформации прокатываемого металла и сил трения металла в калибрах валков;  $i_p$  – передаточное число редуктора клетки;  $M_{тр}$  – приведенный к валу двигателя момент добавочных сил трения, возникающий в узлах трения (подшипниках валков и передаточных механизмов) без учета момента, требующегося на вращение валков при холостом ходе;  $M_{хх}$  – момент холостого хода, т.е. момент, требующийся для привода валков во время холостого хода;  $M_{дин}$  – динамический момент на валу двигателя, необходимый для преодоления инерционных сил, возникающих при неравномерном вращении валков.

Первые три величины, составляющие нагрузку главного привода клетки, представляют собой в сумме статический момент.

Наибольший вес в статическом моменте двигателя имеет момент прокатки. Выражение для момента прокатки в отдельной клетке при непрерывной прокатке, полученное на основе баланса энергии, имеет вид [7]

$$M_{пр} \approx p_{дм} \ln \sigma \omega_0 \omega_1 \left( \frac{D_k}{2} \right) \ln 2 s 0,$$

где  $p_{дм}$  – давление металла на валки при отсутствии переднего и заднего натяжения;  $\sigma$ ,  $s$  – коэффициенты вытяжки и опережения проката в клетке;  $F_{вых}$  – площадь поперечного сечения проката на выходе из клетки;  $D_k$  – катающий диаметр валков;  $\omega_0$ ,  $\omega_1$  – удельное заднее и переднее натяжение (межклетьевое усилие)

$$\omega_0 \approx \frac{T_3}{F_{вх}},$$

$$\omega_1 \approx \frac{T_п}{F_{вых}},$$

а  $T_3$ ,  $T_п$  – силы заднего и переднего межклетьевых усилий в прокате, т.е. полные усилия в прокате непосредственно перед и за клетью;  $F_{вх}$  – площадь поперечного сечения проката перед клетью.

В моменте добавочных сил трения выделяют две составляющие – основную ( $M_{тр1}$ ), связанную с силами трения в подшипниках валков, и составляющую добавочных сил трения, связанную с трением в передаточном механизме клетки ( $M_{тр2}$ ) [6]

$$M_{тр} \approx M_{тр1} + M_{тр2} / i_p,$$

где:

$$M_{тр1} \approx P_{уп} \mu_{ц} k_{пв},$$

$$M_{тр2} \approx \frac{1}{\xi_p} \left( M_{пр} + M_{тр1} \right),$$

$P_{уп}$  – усилие прокатки;  $d_{ц}$  – диаметр цапф валков;  $k_{пв}$  – коэффициент трения в подшипниках валков ( $k_{пв} = 0,003$ );  $\xi_p$  – к.п.д. редуктора ( $\xi_p = (0,96 \div 0,98) \sqrt{r_{ср}}$ , где  $r_{ср}$  – количество ступеней редуктора клетки).

Усилие прокатки определяется через удельное давление металла на валки ( $p_{дм}$ ) и горизонтальную проекцию площади соприкосновения металла с валком ( $F_k$ )

$$P_{уп} \approx p_{дм} F_k.$$

В свою очередь, удельное давление металла на валки при непрерывной прокатки является функцией переднего и заднего межклетьевых усилий [8]

$$p_{дм} \approx p_{дм}^0 \frac{\omega_0 \omega_1}{2}.$$

Такой характер составляющих момента двигателя делает целесообразным представить его в виде суммы двух составляющих – момента нагрузки  $M_{пн}$ , зависящего от условий прокатки

$$M_{пн} \approx \frac{1}{i_p} \left( M_{пр} + M_{тр1} + M_{тр2} \right) \quad (1)$$

и собственно момента холостого хода  $M_{хх}$ , зависящего только от текущего состояния оборудования, который можно считать постоянным в процессе непрерывной прокатки.

Подставив в (1) раскрытые выражения для членов правой части данного уравнения и преобразовав, получаем

$$M_{пн} \approx M_{нф} + M_{\omega_0} + M_{\omega_1},$$

где  $M_{нф}$  – нагрузка формоизменения при отсутствии переднего и заднего межклетьевых усилий

$$M_{нф} \approx \frac{1}{\xi_p \sqrt{i_p}} \left( \frac{D_k}{2} \ln 2 s 0 \ln \sigma d_{ц} k_{пв} F_k \right) p_{дм}^0; \quad (2)$$

$M_{\omega_0}$ ,  $M_{\omega_1}$  – моменты на валу двигателя клетки, вызванные действием заднего и переднего межклетьевых усилий

$$M_{\omega_0} \approx \frac{1}{\xi_p \sqrt{i_p}} \left( \frac{D_k}{2} \ln 2 s 0,5 \mu_{ц} k_{пв} F_k \right) \omega_0, \quad (3)$$

$$M_{\omega_1} = \frac{1}{\xi_p \cdot i_p} \left( \frac{D_k}{2} \cdot \ln \sigma \cdot \left( \frac{F_{\text{вых}}}{F_k} \right)^{k_{\text{пв}}} \right) \cdot \omega_1 \quad (4)$$

Соотношение второго и первого слагаемых, заключенных в скобках в (1-4) –  $\frac{d_{\text{ц}}}{D_k} \left( \frac{F_k}{F_{\text{вых}}} \right)^{k_{\text{пв}}}$ , для черновых клетей сортопрокатных станов составляет менее 1%, что позволяет при практических расчетах пренебрегать вторым слагаемым, а если учесть, что  $\frac{1}{12} \cdot 0,5 - 1$ , то (1-4) можно переписать в виде

$$M_{\text{нф}} = \frac{1}{i_p} \left( F_{\text{вых}} \right)^{\frac{D_k}{2}} \ln \sigma \cdot p_{\text{дм}}^{\text{нф}}, \quad (5)$$

$$M_{\omega_0} = \frac{1}{i_p} \left( F_{\text{вых}} \right)^{\frac{D_k}{2}} \omega_0 \cdot k_M \cdot \omega_0, \quad (6)$$

$$M_{\omega_1} = \frac{1}{i_p} \left( F_{\text{вых}} \right)^{\frac{D_k}{2}} \omega_1 \cdot k_M \cdot \omega_1. \quad (7)$$

В правых частях выражений (5-7) технологически зависимыми параметрами являются  $F_{\text{вых}}$ ,  $D_k$ ,  $\sigma$ ,  $p_{\text{дм}}^{\text{нф}}$ ,  $\omega_0$ ,  $\omega_1$ . Однако, влияние возмущений технологического процесса на отклонение этих параметров от базовых, например, от их средних значений, различны.

Так, поскольку прокатка сортового проката осуществляется в стесненных калибрах, а валки клетей имеют достаточно большую жесткость, относительное изменение  $F_{\text{вых}}$  и  $D_k$  в процессе прокатки незначительны (менее 1%), что позволяет считать их постоянными величинами.

На коэффициент вытяжки ( $\sigma$ ) при непрерывной прокатке существенное влияние оказывает точность настройки скоростного режима прокатки через межклетьевого усилия перед клетью. Однако, если мы говорим о повышении точности настройки скоростного режима прокатки, то подразумеваем, что „грубо-скоростной“ режим уже настроен известными методами [1] и прокат в межклетьевом промежутке находится в зоне упругой деформации. Тогда выравнивание скоростей проката на входе и выходе межклетьевого промежутка происходит, в основном, за счет изменения нейтральных углов прокатки в очагах деформации соответствующих клетей, и влиянием технологических возмущений на уширение и вытяжку металла в калибрах можно в первом приближении пренебречь (график на с.331 [9]).

Факторы, определяющие удельное давление металла на валки клетки  $p_{\text{дм}}^{\text{нф}}$ , в сжатой форме приведены в [6]. Оно является мультипликативной функцией сопротивления деформации металла с коэффициентами-множителями, учитывающие влияние формы очага де-

формации и распределения в нем зон опережения, прилипания и отставания, а также коэффициента внешнего (поверхность проката – поверхность вала) трения.

Анализ выражения для расчета сопротивления деформации металла при горячей прокатке позволил выделить фактор, существенно влияющий на удельное давление металла на валки клетки – температуру проката. Так, изменение температуры металла на 50°C в процессе горячей прокатки (именно такая максимальная величина неравномерности нагрева заготовки регламентируется технологическими инструкциями сортопрокатных цехов) приводит к изменению сопротивления деформации металла примерно на 6%, тогда как изменение скорости и степени деформации, в области их варьирования в процессе прокатки, дает расчетные отклонения в сотых долях процента и менее. Другие параметры, входящие в формулы для расчета этих коэффициентов, для условий непрерывной сортовой прокатки можно принять постоянными и пренебречь влиянием на них отклонений параметров технологического процесса, имеющих место при реальном процессе прокатки. Это позволяет пренебречь влиянием коррекции скоростного режима прокатки на удельное давление металла на валки клетки.

Что же касается величины межклетьевых усилий перед и за клетью, то в силу взаимосвязи клетей через прокатываемый металл все технологические возмущения скоростного режима прокатки, возникающие в очагах деформации клетей, прокатывающих одну заготовку, приводят к изменению усилий в тех межклетьевых промежутках, в которых находится прокат этой заготовки. Одним же из основных источников возмущений скоростного режима прокатки также является неравномерность нагрева заготовки по ее длине [10].

Результаты экспериментальных исследований распределения температуры по длине проката, приведенные в [11], позволяют говорить о его стохастичности, а исследования, проведенные на современных станах, оборудованных печами с шагающим подом, показали наличие существенной составляющей неравномерности нагрева заготовки с периодом по длине заготовки, равным расстоянию между балками нагревательной печи [10, 12].

Тогда, для ситуационного анализа межклетьевых усилий в прокате, статический момент двигателя клетки может быть представлен аддитивной функцией трех основных величин: удельного давления металла, удельного межклетьевого усилия непосредственно перед клетью и удельного межклетьевого усилия непосредственно за клетью. При этом первая из этих величин имеет детерминированную составляющую с периодом по длине проката, зависящим от расстояния между осями балок в нагревательной печи.

Особенностью прокатки заготовок в черновой группе клетей мелкосортных станов является то, что процесс заполнения и освобождения межклетьевых промежутков группы клетей прокатом одной заготовки не является строго последовательным во времени. Так, например, при прокатке заготовок в черновой группе клетей мелкосортно-проволочного ста-

на МПС 250/150 ОАО „АрселорМиттал Стил Кривой Рог“ выход заготовки из валков первой клетки происходит до захода проката в валки седьмой клетки, а из валков второй – до захода в валки девятой клетки.

Другой особенностью прокатки в клетях мелко-сортных станов является наличие межклетевых промежутков, в которых прокатку осуществляют с петлей либо свободным прогибом проката между клетями. В случае прокатки с петлей межклетевые усилия в прокате равны нулю, а при прокатке со свободным прогибом – могут быть рассчитаны по величине стрелы прогиба по известным зависимостям [13]. Очевидно, межклетевые усилия для такого промежутка могут быть определены непосредственно по результатам контроля величины прогиба проката, т.е. данный межклетевой промежуток либо замыкает группу клетей, для которой осуществляется идентификация статистических характеристик межклетевых усилий, либо предшествует ей.

Таким образом, всегда известны межклетевые усилия в прокате перед первой клетью группы и за последней клетью группы.

Перепишем выражение для момента двигателя произвольной  $i$ -ой клетки, приняв индекс промежутка перед клетью по индексу клетки

$$M_{i\pm c} = M_{i\text{нф}} + 2 M_{i\omega_i} + 4 M_{i\omega_{i21}} + 2 M_{i\text{хх}}. \quad (8)$$

После подстановки в (8) уравнений (6, 7) перепишем его в виде

$$M_{i\pm c} = M_{i\text{нф}} + 2 k_{M_i} \omega_i + 4 k_{M_i} \omega_{i21}, \quad (9)$$

сгруппировав неконтролируемые, в общем случае, переменные в правой части.

В выражении (9)

$$M_{i\pm c} = M_{i\pm c} + 4 M_{i\text{хх}}.$$

Для ситуации, при которой прокат находится в валках клетей с  $k$ -ой по  $m$ -ую клеть группы, мы имеем  $1/m + 4k + 2 \cdot 10$  уравнений вида (9) с  $1/2 \cdot (m + 4k + 2) \cdot 30$  переменных в правой части.

Поскольку известны межклетевые усилия перед  $k$ -ой и за  $m$ -ой клетями, наша система уравнений имеет  $1/2 \cdot (m + 4k + 2) \cdot 10$  неизвестных, из которых  $1/m + 4k + 2 \cdot 10$  неизвестных – удельные межклетевые усилия между клетями с  $k$ -ой по  $m$ -ую ( $\omega_i, i = k, \dots, m + 4 \cdot 10$ ), а  $1/m + 4k + 2 \cdot 10$  неизвестных – моменты нагрузки электроприводов от формоизменения в клетях с  $k$ -ой по  $m$ -ую.

Легко видеть, что система уравнений вида (9) имеет решение только когда  $m = k$ , а при непрерывной прокатке это может быть только в двух случаях: когда прокат находится только в первой клетке группы ( $m = k = 1$ ), либо только в последней,  $n$ -ой, клетке группы ( $m = k = n$ ).

Во всех остальных случаях мы приходим к необходимости априори принимать значения  $1/m + 4k + 2 \cdot 10$  переменных, а именно, моментов нагрузки формоизменения электроприводов клетей. Другими словами, в

каждой из ситуаций идентифицируются усилия в прокате между клетями и момент нагрузки электропривода от формоизменения в одной из клетей, а нагрузки электроприводов от формоизменения в остальных клетях должны приниматься по результатам решения систем уравнений, соответствующих другим ситуациям.

Поскольку каждая из систем уравнений характеризует ситуацию нахождения проката заготовки в определенных клетях группы, то общее количество систем уравнений, которое может быть составлено по результатам прокатки одной заготовки, составляет  $1/2 \cdot (m + 2) \cdot 10$  систем.

Наиболее очевидная последовательность идентификации энергосиловых параметров непрерывной прокатки в группе клетей имеет место в процессе заполнения группы прокатом. В этом случае, в качестве значений нагрузок формоизменения всех клетей, кроме последней,  $m$ -ой клетки, принимаются значения нагрузок формоизменения, рассчитанные на предыдущих стадиях прокатки:

для  $i = k, \dots, m - 1$

$$\omega_{i21} = \frac{1}{k_{M_i}} \cdot (M_{i\text{нф}}/A) + 4 M_{i\pm c} \cdot \omega_i, \quad (10)$$

а для последней,  $m$ -ой клетки

$$M_{m\text{нф}} = M_{m\pm c} + 2 k_{M_m} \omega_m. \quad (11)$$

В уравнениях (10–14) наличие в индексе переменной обозначения ( $A$ ) указывает на априори принятое значение данной переменной. В уравнении (10)  $\omega_k = 0$  либо рассчитывается по стреле прогиба, если  $k = 1$ , и прокатку перед группой ведут со стабилизацией прогиба проката. Межклетевые усилия за  $m$ -ой клетью до захвата проката  $1/m + 2 \cdot 10$ -ой клетью равны нулю. Уравнения (10) решаются в порядке следования индексов.

При освобождении же группы клетей в качестве априори принятых значений нагрузок формоизменения могут быть выбраны нагрузки любых  $1/m + 4k + 2 \cdot 10$  клетей из общего числа  $1/m + 4k + 2 \cdot 10$  клетей, в которых прокатывается заготовка. Поскольку на момент освобождения группы клетей имеются рассчитанные при заполнении группы значения моментов формоизменения во всех клетях, то имеет место  $1/m + 4k + 2 \cdot 10$  вариантов идентификации межклетевых усилий в конкретной ситуации.

Приняв априори величины моментов от формоизменения в клетях  $1/k, \dots, j - 1, j + 1, \dots, m$ , т.е. выбирая  $j$ -ую клеть в качестве опорной, получаем следующие зависимости для расчета идентифицируемых параметров (с учетом последовательности индексов):

для  $i = k + 1, \dots, j$

$$\omega_i = \frac{1}{k_{M_{i41}}} \cdot (M_{i41\text{нф}}/A) + 4 M_{i41\pm c} \cdot \omega_{i41}, \quad (12)$$

для  $i = m, \dots, j + 1$

$$\omega_i \mid 4 \frac{1}{k_{M_i}} \int M_{i \text{ нф} / A_0} 4 M_{i+c} \cup \omega_{i21}, \quad (13)$$

$$M_{j \text{ нф}} \mid M_{j+c} 4 k_{M_i} \int \omega_{i21} 4 \omega_i \cup. \quad (14)$$

В уравнении (12) межклетьевые усилия перед  $k$ -ой клетью равны нулю, а за  $m$ -ой клетью либо равны нулю, либо, если  $m \mid n$  и прокатку за группой ведут со стабилизацией прогиба проката, рассчитываются по стреле прогиба.

Очевидно, что при постоянных моментах (нагрузках) от формоизменения, все варианты решений должны быть тождественными, т.е. в результате решения уравнения (14) расчетное значение момента формоизменения должно быть максимально близким к его априори принятому значению  $-M_{j \text{ нф}} \circ M_{j \text{ нф} / A_0}$ .

Данная особенность идентификации энергосиловых параметров при освобождении группы клетей прокатом позволяет уточнять величины моментов формоизменения, принимаемые априори, используя метод наименьших квадратов и добиваясь

$$\frac{j \mid m}{j \mid k} \mid M_{j \text{ нф}} 4 M_{j \text{ нф} / A_0} \cup \heartsuit \min.$$

Таким образом, предложенная методика идентификации межклетьевых усилий для каждой ситуации – положения проката одной заготовки в группе клетей, позволяет рассчитать значения всех трех составляющих статического момента нагрузки электроприводов клетей и полностью идентифицировать межклетьевые усилия в прокате.

**Выводы.** Ситуационный анализ статических моментов нагрузок электроприводов клетей позволяет идентифицировать межклетьевые усилия во всех межклетьевых промежутках группы клетей в каждой из ситуаций заполнения и освобождения группы клетей прокатом одной заготовки.

#### Список литературы

1. Баур К. Применение ЭВМ для управления проволочными и мелкосортными станами // Черные металлы. 1982. – №8. – С.11–15.
2. Системы регулирования межклетьевых усилий одноточных сортовых прокатных станов / М.П. Пустыльник, В.Н. Куваев, В.И. Стахно, А.П. Егоров // В кн.: „АСУ ТП и средства автоматизации черной металлургии на базе микропроцессорной техники“ / МЧМ СССР, М.: Металлургия, 1986, с. 74–79
3. Система цифрового управления скоростным режимом прокатки / Р.В.Лямбах, В.И. Стахно, А.П. Егоров, В.Н. Куваев, М.П. Пустыльник // Сталь. – 1985. – №3. – С. 53–55.
4. Матвеев Б.Н. Методы повышения качества сорта и катанки // Производство проката. – 2001. – №1. – С. 40–47.
5. Никитина Л.А., Матвеев Б.Н. Перспективные технологии, используемые в производстве прутков и катанки за рубежом // Черная металлургия. – 2003. – №3. – С. 36–44.

6. Теория прокатки: Справочник / Целиков А.И., Томленов А.Д., Зюзин В.И., Третьяков А.В., Никитин Г.С. – М.: Металлургия, 1982. – 335 с.

7. Выдрин В.Н., Федосиенко А.С., Крайнов В.И. Процесс непрерывной прокатки. – М.: Металлургия, 1970. – 456 с.

8. Целиков А.И. Основы теории прокатки – М.: Металлургия, 1965. – 247 с.

9. Прокатка на мелкосортных станах / Чекмарев А.П., Гречко В.П., Гетманец В.В., Ховрин Б.В. – М.: Металлургия, 1967. – 363 с.

10. Куваев В.Н., Коротенко Л.М. Исследования возмущений скоростного режима прокатки с прогибом раската между клетями // Гірнична електромеханіка та автоматика: Наук.техн.зб. – 1998. – №1(60). – С. 125–132.

11. Теоретические и экспериментальные исследования процесса непрерывной прокатки на сортовых станах: Отчет по НИР. – №ГР 76063444; Инв. №Б521425. – Челябинск, 1975. – 113 с.

12. Исследование колебаний межклетьевых усилий на среднесортном стане 450 / Козырский О.Л., Карпинский Ю.П., Лаптев Л.П. и др. // Сталь. – 1985. – №11. – С. 47–48.

13. Чигринский В.А., Чернышев А.Н., Силич А.Н. Влияние скорости прокатки на прогиб раската между клетями непрерывного мелкосортного стана // Модернизация и автоматизация оборудования прокатных станов: Сб. науч. тр-ов Ин-та черной металлургии: Т.27 – М.: Металлургия, 1967. – С. 70–80.

Запропоновано методику ідентифікації міжклетьових зусиль при безперервній прокатці по статичному моменту навантаження електроприводів клітей. Методика ґрунтується на ситуаційному аналізі навантаження електроприводів у процесі заповнення і звільнення групи клітей прокатом. Показано, що міжклетьові зусилля в прокаті можуть бути розраховані по кожній ситуації для всіх міжклетьових проміжків групи клітей. Для кожної ситуації уточнюються значення складових статичних моментів навантажень, обумовлених навантаженням формозміни прокатці в клітях.

**Ключові слова:** міжклетьові зусилля, електропривод, статичний момент навантаження, ситуаційний аналіз

A method of identification of the interstand efforts at continuous rolling on static loading moment of stands' electric drives is offered. The method is based on the situational analysis of electric drives' loadings in the process of filling and liberation of group of stands by rolling metal. It is shown that interstand efforts in metal can be calculated on every situation for all interstand intervals of group's stands. For every situation the values of static moments of loadings are specified conditioned by loading of metal form-change in stands.

**Keywords:** interstand efforts, electric drive, static moment of loading, situational analysis

Рекомендовано до публікації д.т.н. В.В. Ткачовим 16.06.10