

Со схемы приведенной на рис.6 во втором расчетном положении видно, что положение равнодействующей всех сил у экскаватора с телескопической стрелой находится ближе к оси опорно-поворотного круга, а это значит, что коэффициент устойчивости будет выше, чем у экскаватора с выдвижной стрелой.

### **Выводы**

Роторный экскаватор с телескопической стрелой:

- при переходе к разработке нового блока, переходе от подступа к подступу затрачивает на 3 % времени меньше чем роторный экскаватор с не выдвижной стрелой;
- целесообразно применять при селективной разработке пропластков или в условиях передвижения его по относительно слабым грунтам.
- за счет разрабатывания забоя стружкой равной толщины (меньшего удельного усилия резанья) имеет меньший удельный показатель затрат энергии на единицу произведенной продукции чем роторный экскаватор с не выдвижной стрелой того же класса;
- заменяя роторный экскаватор с выдвижной стрелой, имеет на один ленточный конвейер (консоли противовеса) меньше;
- более устойчивый, чем роторный экскаватор с выдвижной стрелой того же класса.

**Список литературы:** 1. Домбровский Н.Г. Многоковшовые экскаваторы. М.: Машиностроение, 1972. 432 с., 2. Гаврюков А. В. Резервы повышения машинного времени комбайна в скоростных проходческих забоях. // Уголь. Украины. 1998.- № 6.- С. 18., 3. Гаврюков А.В. Разработка способа и средств удлинения ленточных конвейеров при проведении горных выработок. Автореф дис. на соиск. учен. степени кандидата техн. наук. – Донецк 1997. – 18 с., 4. Гаврюков А.В. Натяжение тягового органа на концевом барабане ленточного конвейера, работающего при изменяющейся длине. // Изв. ВУЗов. «Строительство». 2001. - №11. – С. 110-114.

Сдано в редакцию 30.05.06

Рекомендовано д.т.н., проф. Михайлов А.Н.

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОПТИМИЗАЦИИ ЭНЕРГОПОРЕБЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДИСКРЕТНОГО ДЕЙСТВИЯ НА ПРИМЕРЕ ПОЛОСОВОГО ПРОКАТНОГО СТАНА**

**Гладчук Е.А. (ДонГУЭТ им. М. Туган-Барановского, г. Донецк, Украина)**

*There are the purpose and the research problem of the discrete action technical system technological possibility energy consumption optimum. The general scheme of the the rolling-mill technological possibility energy consumption optimum is given. There is the bond graph of the rolling-mill technological possibility energy consumption optimum. There are the results of the rolling-mill 2000 and 3000 experimental rolling. The research results technological possibility energy consumption optimum are given. There is to formulate a diraction of the receipt results use directions.*

Полосовой прокатный стан, как типовая техническая система дискретного действия, характеризуется неустойчивостью параметров состояния из-за неравенства краевых условий взаимодействия в очаге деформации [1]. Используемые в настоящее

время схемы прокатки полос основываются на положении, что управляющее воздействие автоматизированной системы управления технологическим процессом прокатки (АСУ ТП) сводится к устранению неравенства краевых условий взаимодействия в очаге деформации [2]. Однако опытные прокатки полос с целевым неравенством краевых условий взаимодействия в очаге деформации показали, что в этом случае имеет место снижение энергосиловых параметров процесса прокатки полос [3]. Предложенная в [4,5] для АСУ ТП полосового прокатного стана адаптивная функция управляющего воздействия  $f({}^nW)$  позволяет в принципе создать и стабильно поддерживать целенаправленное неравенство параметров очага деформации с целью улучшения технологических параметров полосового прокатного стана. Однако при этом, проблема обеспечения оптимизации энергопотребления в процессе прокатки не рассматривалась. В [6] рассмотрена возможность минимизации энергопотребления отдельной клетки полосового прокатного стана в режиме непосредственного автоматизированного управления процессом прокатки полосы. Однако приведенные результаты носят узкий характер и могут быть распространены с соответствующей корректировкой только на одноклетьевые полосовые прокатные станы.

Цель исследования – повышение эффективности управляющих возможностей АСУ ТП за счет целенаправленной реализации технологических возможностей оптимизации энергопотребления полосового прокатного стана в режиме непосредственного автоматизированного управления.

Задача исследования – корректировка функции управляющего воздействия  $f({}^nW)$  АСУ ТП для целенаправленной реализации технологических возможностей оптимизации энергопотребления полосового прокатного стана в режиме непосредственного автоматизированного управления.

В соответствии с [6], реализация технологических возможностей оптимизации энергопотребления полосового прокатного стана в режиме непосредственного автоматизированного управления возможна только в том случае, если клетки полосового прокатного стана оснащены индивидуальным приводом валков, то есть в условиях толстолистовых прокатных станов (ТЛС) и, возможно, широкополосных станов горячей прокатки (ШГСП). В ТЛС и ШГСП, как в типовой технической системе дискретного действия, в режиме непосредственного автоматизированного управления (рис. 1) имеют место пространственные энергетические потоки:

однонаправленный конечного  $\sum Y$  и текущего  $\sum Y^i$  ( $i = 0$  до начала прокатки,  $i \geq 1$  - в конкретном пропуске) энергопотребления полосового прокатного стана;

однонаправленный  $\sum X, \sum X^i$  исходного энергопотребления полосового прокатного стана до начала прокатки или до начала конкретного пропуска соответственно;

разнонаправленные  $\sum F = \begin{cases} -\sum F^{inv}; \\ \sum F^{const}, \end{cases}$  сопротивления пластической деформации в конкретных условиях прокатки полосы;

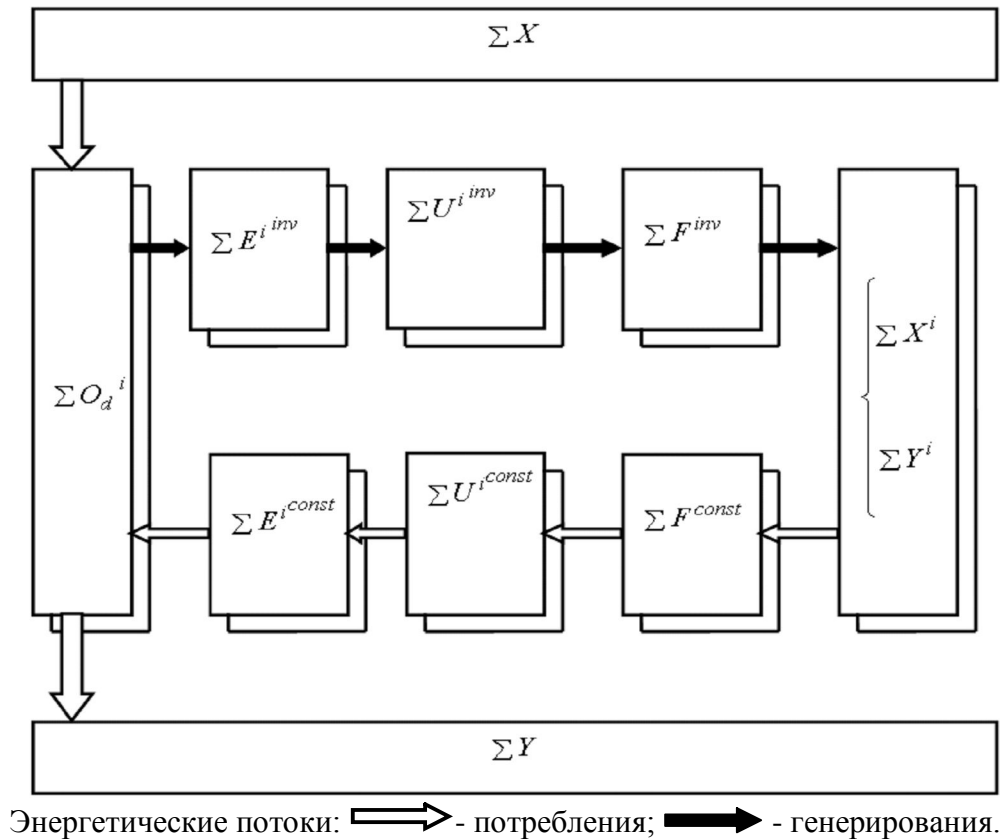


Рис. 1. Обобщенная схема энергопотребления технической системы дискретного действия „полосовой прокатный стан” в режиме непосредственного автоматизированного управления.

$$\text{разнонаправленные } \Sigma U^i = \begin{cases} -\Sigma U^{i\text{inv}}; \\ \Sigma U^{i\text{const}} \end{cases}; \text{ переходного процесса в конкретных}$$

условиях прокатки полосы;

$$\text{разнонаправленные } \Sigma E^i = \begin{cases} -E^{i\text{inv}}; \\ E^{i\text{const}} \end{cases}; \text{ взаимодействия валков и проката в кон-}$$

кретных условиях прокатки полосы;

$\Sigma O_d$  - энергосиловые параметры прокатки полосы;

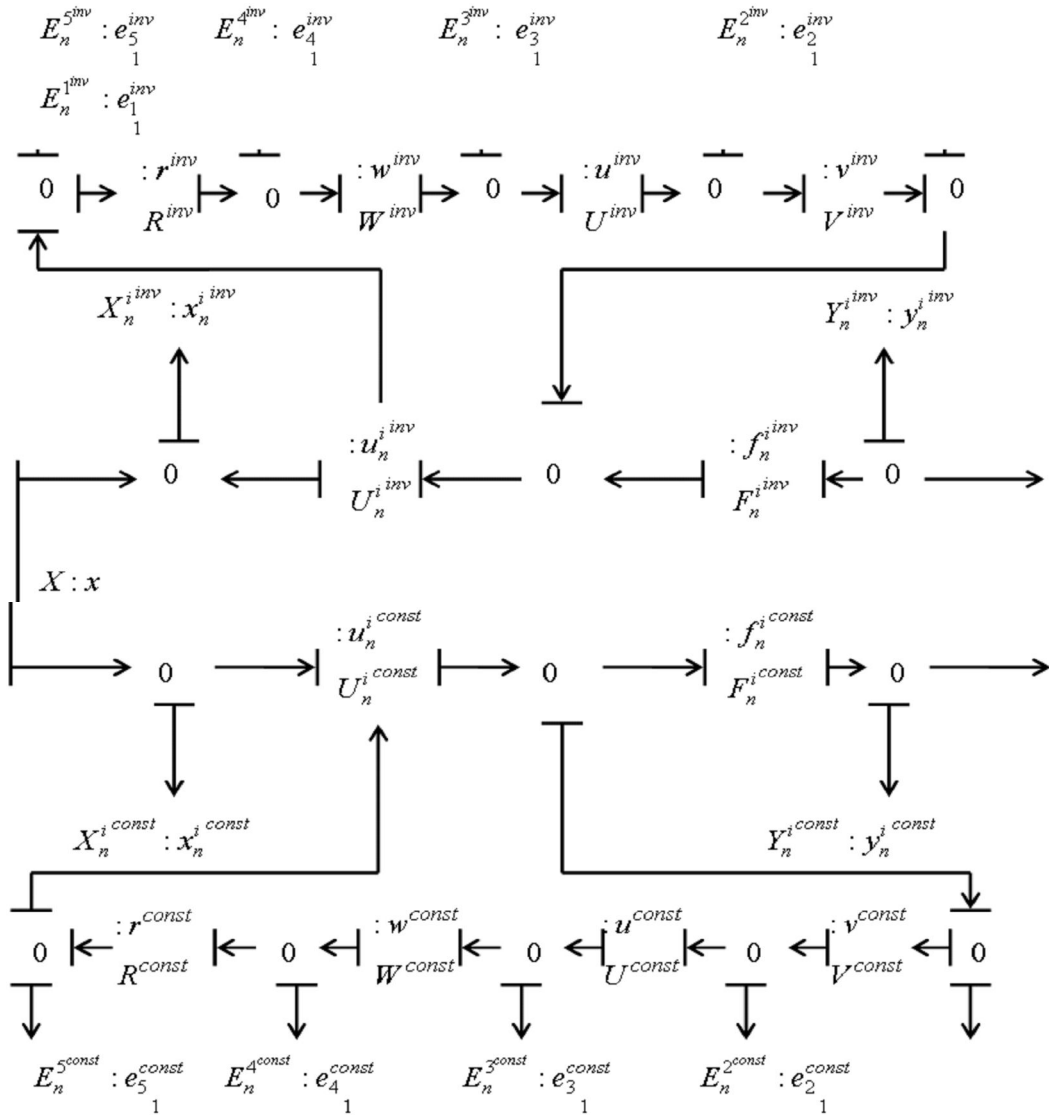
inv – энергетические потоки генерирования в технической системе дискретного действия „полосовой прокатный стан” в режиме непосредственного автоматизированного управления;

const – энергетические потоки потребления в технической системе дискретного действия „полосовой прокатный стан” в режиме непосредственного автоматизированного управления.

Энергопотребление технической системы дискретного действия „полосовой прокатный стан” полностью характеризуется энергией взаимодействия валков и полосы  $\Sigma E_n^i$ ,  $\Sigma E_m^i$  в конкретном пропуске  $i$ , которое определяется однозначностью конечных энергосиловых параметров прокатки полосы  $\Sigma O_{d_n}^i$ ,  $\Sigma O_{d_m}^i$  при текущих значе-

ниях энергопотребления на преодоления технологического сопротивления при прокатке полосы  $\sum F_n$ ,  $\sum F_m$  в условиях энергетических потерь при переходном процессе  $\sum U_n^i$ ,  $\sum U_m^i$ , в соответствии, как с энергетическими параметрами до начала  $\sum O_d = \sum X$  и по окончании  $\sum O_d^{i+1} = \sum Y$  прокатки полосы, так и до начала  $\sum O_{d_n}^i = \sum X_n^i$ ,  $\sum O_{d_m}^i = \sum X_m^i$  и по окончании  $\sum O_{d_n}^i = \sum Y_n^i$ ,  $\sum O_{d_m}^i = \sum Y_m^i$  конкретного пропуска  $i$  в клети

$$\sum X \Rightarrow \begin{cases} \sum O_{d_n}^i = \begin{cases} \sum E_n^{i\text{inv}} \Rightarrow \sum U_n^{i\text{inv}} \Rightarrow \sum F_n^{i\text{inv}} \Rightarrow \begin{cases} \sum X_n^i \\ \sum Y_n^i \end{cases} \\ \sum E_n^{i\text{const}} \Leftarrow \sum U_n^{i\text{const}} \Leftarrow \sum F_n^{i\text{const}} \Leftarrow \end{cases} \\ \sum O_{d_m}^i = \begin{cases} \sum E_m^{i\text{inv}} \Rightarrow \sum U_m^{i\text{inv}} \Rightarrow \sum F_m^{i\text{inv}} \Rightarrow \begin{cases} \sum X_m^i \\ \sum Y_m^i \end{cases} \\ \sum E_m^{i\text{const}} \Leftarrow \sum U_m^{i\text{const}} \Leftarrow \sum F_m^{i\text{const}} \Leftarrow \end{cases} \end{cases} \Rightarrow \sum Y, \quad (1)$$



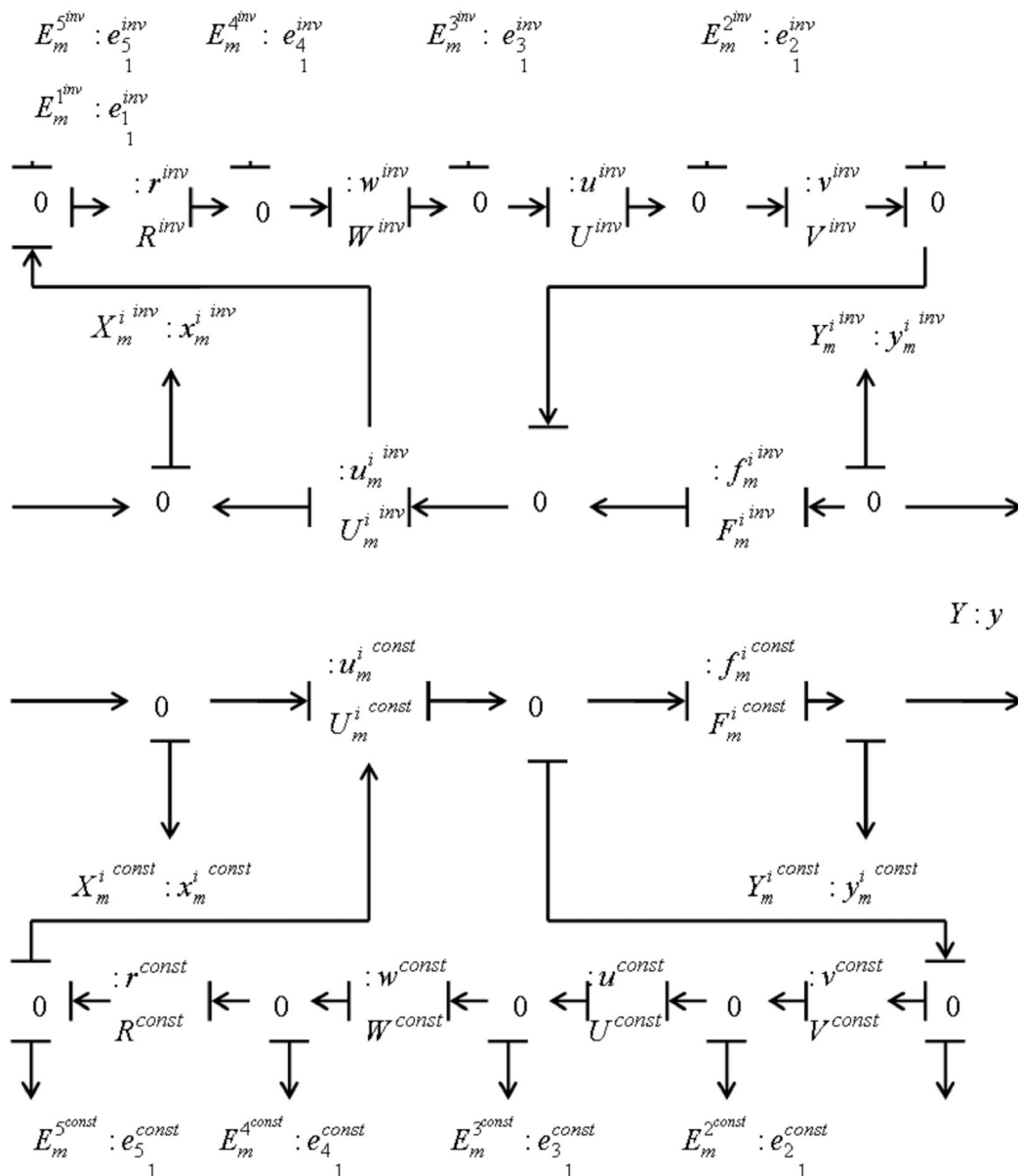


Рис. 2. Обобщенный связной граф энергопотребления технической системы дискретного действия „прокатный стан” в режиме непосредственного автоматизированного управления

где  $n$  и  $m$  – соответственно условное обозначение черновых и чистовых клетей полосового прокатного стана.

Энергопотребление технической системы дискретного действия „полосовой прокатный стан” в режиме непосредственного автоматизированного управления, описываемое выражением (1), формально может быть представлено как абстрактная обобщенная модель системы преобразований, состояние которой определяется состоянием её операнда  $\sum O_d^i$  – энергосиловых параметров процесса прокатки в виде конечного набора преобразований:

$$\sum O_d^i = \sum E_{nm}^i, \quad (2)$$

где

$$\sum E_{nm}^i = \begin{cases} \left\{ \begin{array}{l} \sum E_n^{i\,inv}; \\ \sum E_n^{i\,const}; \end{array} \right. \\ \left\{ \begin{array}{l} \sum E_m^{i\,inv}; \\ \sum E_m^{i\,const}; \end{array} \right. \end{cases} \quad (3)$$

Тогда для технической системы дискретного действия „полосовой прокатный стан” возможно построение обобщенного связного графа энергопотребления (рис. 2).

В соответствии с этим обобщенным связным графом, используя преобразование Розенберга – Карноппа и теорем Ричардсона и Келли, имеет место адаптивная функция описания технологически возможного энергопотребления технической системы дискретного действия „полосовой прокатный стан” в режиме непосредственного автоматизированного управления в виде (4).

Таким образом, технологически возможное энергопотребление технической системы дискретного действия „полосовой прокатный стан” в режиме непосредственного автоматизированного управления в полной мере определяется оптимизацией значения набора преобразований  $E_{nm}^i \begin{pmatrix} nm \\ e_i \\ 1 \end{pmatrix}$ .

Корректировка функции управляющего воздействия  $f({}^nW)$  АСУ ТП в режиме непосредственного автоматизированного управления в соответствии с выражением (4) была выполнена для ШСГП 2000 ОАО НЛМК (РФ) при прокатке полос 8,0 x 1680 мм из стали 08 пс и для ТЛС 3000 ОАО ММК им. Ильича (Украина) при прокатке полос 11,0 x 2215 мм из стали 09Г2БТ. Сравнение параметров прокатки по схеме без корректировки и с корректировкой показало в, последнем случае, снижение энергосиловых параметров прокатки для ШСГП 2000 ОАО НЛМК (РФ) на 11,6%, а для ТЛС 3000 ЗАО ММК им. Ильича (Украина) на 14,6%, что соответственно обеспечило снижение энергопотребления на 9,3% и 10,3% соответственно.

$$E_{nm}^i \begin{pmatrix} nm \\ e_i \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{cases} \left\{ \begin{array}{l} E_1^i \begin{pmatrix} e_i^{inv} \\ 1 \end{pmatrix} \frac{E_n^{i\,inv} \begin{pmatrix} n \\ e_i^{inv} \\ 1 \end{pmatrix} - nE_n^{i\,inv} \begin{pmatrix} n \\ e_1^{inv} \\ 1 \end{pmatrix}}{E_n^{i\,inv} \begin{pmatrix} n \\ e_1^{inv} \\ 1 \end{pmatrix} - nE_n^{i\,inv} \begin{pmatrix} n \\ e_i^{inv} \\ 1 \end{pmatrix}}; \\ E_1^i \begin{pmatrix} e_i^{const} \\ 1 \end{pmatrix} \frac{E_n^{i\,const} \begin{pmatrix} n \\ e_i^{const} \\ 1 \end{pmatrix} - nE_1^{i\,const} \begin{pmatrix} n \\ e_1^{const} \\ 1 \end{pmatrix}}{E_1^{i\,const} \begin{pmatrix} n \\ e_1^{const} \\ 1 \end{pmatrix} - nE_n^{i\,const} \begin{pmatrix} n \\ e_i^{const} \\ 1 \end{pmatrix}}; \end{array} \right. \\ \left\{ \begin{array}{l} E_n^i \begin{pmatrix} e_i^{inv} \\ 1 \end{pmatrix} \frac{E_m^{i\,inv} \begin{pmatrix} m \\ e_i^{inv} \\ 1 \end{pmatrix} - mE_m^{i\,inv} \begin{pmatrix} m \\ e_n^{inv} \\ 1 \end{pmatrix}}{E_m^{i\,inv} \begin{pmatrix} m \\ e_n^{inv} \\ 1 \end{pmatrix} - mE_m^{i\,inv} \begin{pmatrix} m \\ e_i^{inv} \\ 1 \end{pmatrix}}; \\ E_n^i \begin{pmatrix} e_i^{const} \\ 1 \end{pmatrix} \frac{E_m^{i\,const} \begin{pmatrix} m \\ e_i^{const} \\ 1 \end{pmatrix} - mE_n^{i\,const} \begin{pmatrix} m \\ e_n^{const} \\ 1 \end{pmatrix}}{E_n^{i\,const} \begin{pmatrix} m \\ e_n^{const} \\ 1 \end{pmatrix} - mE_m^{i\,const} \begin{pmatrix} m \\ e_i^{const} \\ 1 \end{pmatrix}}; \end{array} \right. \end{cases} \quad (4)$$

Вывод: корректировка функции управляющего воздействия  $f(nW)$  АСУ ТП в виде выражения (4) может обеспечить повышение эффективности управляющих возможностей АСУ ТП за счет целенаправленной реализации технологических возможностей оптимизации энергопотребления полосового прокатного стана в режиме непосредственного автоматизированного управления.

**Список литературы:** 1. Гладчук Е.А. Многоуровневое прогнозирование параметров технической системы дискретного действия на примере прокатного стана. В. сб. Прогрессивные технологии и системы машиностроения: Международный сб. научных трудов. – Донецк: ДонНТУ, 2003. Вып. 25. – С. 77 – 81. 2. Гладчук Е.А., Анализ переходного процесса в клети 2000//Производство проката – 2003.- № 4. – С. 31- 34. 3. Горелик В.С., Клименко И.В. Классификация и анализ процессов листовой прокатки с асимметричным очагом деформации// Металлы. – 1997. - № 3. – С. 38 – 48. 4. Гладчук Е.А. Возможности управления геометрией и механическими свойствами толстого раската в общем случае процесса прокатки// Металлы и литьё Украины. – 2001.- № 1-2. – С. 35 - 38. 5. Гладчук Е.А. Целевое формирование показателей продукции технической системы дискретного действия на примере широкополосного проката. В. сб. Прогрессивные технологии и системы машиностроения: Международный сб. научных трудов. – Донецк: ДонНТУ, 2004. Вып. 27. – С. 65 – 70. 6. Гладчук Е.А. Возможность минимизации энергопотребления технической системы дискретного действия в режиме непосредственного автоматизированного управления на примере прокатной клети. В. сб. Прогрессивные технологии и системы машиностроения: Международный сб. научных трудов. – Донецк: ДонНТУ, 2006. Вып. 31. – С. 53 – 59.

Сдано в редакцию 16.05.06

Рекомендовано д.т.н., проф. Михайлов А.Н.

## **ВИЗНАЧЕННЯ ПОПЕРЕДНЬО НАПРУЖЕНОГО СТАНУ СКЛАДЕНОЇ КАМЕРИ ВИСОКОГО ТИСКУ, ЗІБРАНОЇ З ПОЧАТКОВИМ НАТЯГОМ**

**Гладчук Є.О., Шульга А.В., (ДонДУЕТ, м. Донецьк, Україна)**

Останні кілька років характеризуються значним зростанням інтересу до технологій впливу високого тиску на численні біологічні об'єкти і їхні композиції з метою консервації й поліпшення споживчих властивостей харчових продуктів.

У цей час промислові посудини високого тиску являють собою: рулонірованні посудини більших габаритних розмірів, сталеві товстостінні зварені посудини з бандажем з кілець, і складені камери високого тиску, що представляють собою «циліндр у циліндр» [1, 2, 3].

На факультеті обладнання переробних і харчових виробництв Донецького державного університету економіки і торгівлі розроблена та ефективно працює експериментальна установка високого тиску, що добре себе зарекомендувала своєю надійністю та експлуатаційними характеристиками.

Метою дослідження був аналіз напруженого стану складеної камери високого тиску розрахунковими методами.

Для цього необхідно виконати наступні завдання:

– сформулювати й прийняти гіпотези, необхідні для математичного рішення завдання;