

Учитывая сложившуюся критическую ситуацию с ремонтом и техническим обслуживанием самоходной техники и ощутимые экономические потери, возникла задача по организации специализированных сервисных центров по ремонту и ТО самоходных машин. Эти предприятия должны иметь передвижные ремонтные мастерские и все возможности по специализированному ремонту техники. Причем, с привлечением заводов-изготовителей предполагается специализация как по маркам машин, так и по виду ремонтируемого оборудования (например, топливная аппаратура или гидравлика и т.д.). На них также планируется возложить функции по диагностике и входному контролю новой техники, поступающей в городское хозяйство, и инструментальному контролю самоходной техники, находящейся в эксплуатации, т.к. давно известно, что поддержание техники в исправном состоянии экономически целесообразнее покупки новой [7].

Выводы

Для координации и продвижения на рынок услуг технического сервиса самоходных машин нужно создавать предприятия технического сервиса строительной техники. Основными направлениями работы таких предприятий должно быть формирование единой технической политики в регионе в части обеспечения взаимосвязи эксплуатирующих предприятий с изготовителями техники и повышения ответственности изготовителя за качество своей продукции, развитие сервисных центров, оснащение их диагностическим и ремонтным оборудованием, организация поставки запасных частей для строительных машин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рекомендации по организации технического обслуживания и ремонта строительных машин / ЦНИИОМТП, ВНИИСТРОЙДОРМАШ. М, Стройиздат, 1978, 97 с.
2. Евтифеев В.Н., Сорокин В.И. Организация технического обслуживания и ремонта парка машин в сельском строительстве. М, 1989, 197 с.
3. Линецкий Г.И. Методические рекомендации по определению оптимальной мощности ремонтно-эксплуатационных средств управления механизации. Киев, 1971, с. 3–60.
4. Липецкий Г.И. Усовершенствование системы технической эксплуатации парков строительных машин. Киев, 1977, с. 38.
5. Луйк И.А. Теоретические основы планирования технической эксплуатации машинного парка. Киев, 1976, с. 54.
6. Малохвей Н.Ф. Опыт технического обслуживания и ремонта строительных машин за рубежом. Минск, 1974, с. 36.
7. Николаенко А.В. Повышение эффективности использования сельскохозяйственной техники. Л, Лениздат, 1977, 168 с.

УДК 669.35.074.669.539.5

Смаилова Гульбаршын Абылкасымовна – ст.преподаватель (Алматы, КазНТУ)

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЕТА СТЕПЕНИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕСУРСА ПЛАСТИЧНОСТИ ПРИ ПРОКАТКЕ НА НОВОМ НЕПРЕРЫВНОМ СТАНЕ

Важным фактором, определяющим качество тонколистовой продукции, является напряженно-деформированное состояние металла при прокатке. Ввиду сложности его описания, соответствующий расчет обычно не рассматривается при проектировании технологии прокатки на тонколистовых станах. Поэтому задачи, связанные с совершенствованием технологии производства тонколистовой стали с целью улучшения качества продукции, снижения издержек производства, являются актуальными. Они могут

быть решены путем разработки и практического освоения новых станов и технологических способов прокатки листового металла, оценки формоизменения и напряжений в очаге деформации и т. д.

Нами предложен стан для непрерывной прокатки горячекатанных тонких полос из сталей и сплавов [1]. Данный стан для прокатки полос из стали и сплавов (рисунок 1) содержит рабочие клетки, универсальные шпиндели, электродвигатель, шестеренные клетки, редуктор с коническими шестернями, моторную муфту, коренные муфты, пружинные уравнивающие устройства шпинделей, опорные неприводные валки, рабочие приводные валки, станину, опорную плиту, анкерные болты. При этом, имеющие от одного двигателя переменного тока привод клетки содержат рабочие и опорные валки постоянного диаметра. Необходимо отметить, что в последовательно расположенных клетях диаметр рабочих валков уменьшается в направлении прокатки, а диаметры опорных валков увеличивается. При этом диаметры рабочих и опорных валков определяются по формуле, соответственно:

$$D_i = \frac{\pi \cdot h_i \cdot n}{60}; \quad D_j = \frac{\pi \cdot h_j \cdot n}{60}, \quad (i=1, 2, \dots, N-1, N \text{ при } j=N, N-1, \dots, 2, 1), \quad (1)$$

где h_i – толщина прокатываемой полосы; n – число оборотов валков за проход прокатки; N – порядковый номер клетки, а расстояние между рабочими валками от одной клетки к другой против направлений прокатки увеличиваются на величину kh_k , h_k – конечная толщина прокатываемой полосы; k – порядковый номер клетки в обратном направлении прокатки.

Прокатку полос из стали и сплавов на непрерывном стане осуществляют следующим образом. Тонкие слябы поступает в печь для нагрева и передается рольгангом в первую клетку предлагаемого стана. При движении тонкого сляба через последовательно расположенные в направлении прокатки клетях, у которых расстояние между рабочими валками от одной клетки к другой против направлений прокатки увеличиваются на величину kh_k , происходит уменьшение высоты и достижение требуемой толщины полосы.

Стандартной программа по определению напряженно-деформированного состояния среде MSC.SuperForge позволяет рассчитать эквивалентные напряжения, деформации и температурное поле, т.е. конечные показатели напряженно-деформированного состояния [2]. Однако эта программа не позволяет произвести расчет ресурса пластичности во время прокатки горячекатанных полос, т.к. не выдает рассчитанные значения компонентов тензора напряжений и деформации.

В связи с вышесказанным, в статье, на основе данных, полученных в среде MSC.SuperForge предлагается методика расчета степени использования ресурса пластичности (СИРП) [2]. Для расчета СИРП по вышеполученным данным необходимо определить компоненты тензора напряжения и деформации в объеме очага деформации, а полученным данным рассчитать коэффициент жесткости схемы напряженного состояния. Данные величины рассчитывали в следующей последовательности.

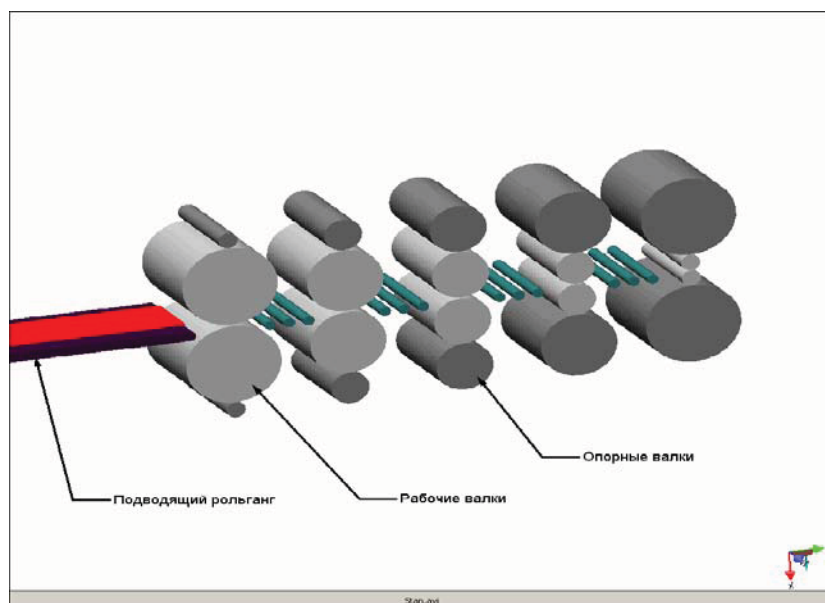


Рисунок 1. Общий вид непрерывного стана для прокатки тонких полос

При прокатке тонких полос условия постоянство объема можно записать в следующем виде [3]:

$$h_o \cdot b_o \cdot l_o = y_i \cdot z_i \cdot x_i, \quad (2)$$

где h_o, b_o, l_o – геометрические размеры очага деформации до деформации;

y_i, z_i, x_i – геометрические размеры очага деформации после прокатки в i клетки.

Кинематическое условия постоянство секундных объемов можно записать в следующем виде [4]:

$$h_o \cdot b_o \cdot v_o = y_i \cdot z_i \cdot v_{xi}. \quad (3)$$

Здесь v_o – горизонтальная скорость полосы на входе в очаг деформации; v_{xi} – горизонтальная компонента скорости перемещения металла.

Решая совместно выражения (2) и (3) и учитывая принятое направление осей координат, определим горизонтальную компоненту скорости перемещения металла в очаге деформации:

$$v_{xi} = \pm v_o \frac{h_o b_o}{y_i z_i} = \pm v_o \frac{x_i}{l_o}. \quad (4)$$

Введя коэффициент поперечной деформации

$$A = -\frac{\xi_{zi}}{\xi_{xi}} = -\frac{\ln \frac{z_i}{b}}{\ln \frac{x_i}{l_o}} \quad (5)$$

и условия постоянство объема

$$\xi_x + \xi_y + \xi_z = 0, \quad (6)$$

где ξ_x, ξ_y, ξ_z – компоненты скорости деформации, можно рассчитать поле скоростей перемещения, а потом поле скоростей деформаций металла используя формулы:

$$\left. \begin{aligned} v_{xi} &= \pm v_o \frac{x_i}{l_o}; & \xi_{xi} &= \pm \frac{v_o}{l_o}; \\ v_{zi} &= -\frac{\ln \frac{z_i}{b}}{\ln \frac{x_i}{l_o}} \frac{v_o}{l_o} z; & \xi_{zi} &= -\frac{\ln \frac{z_i}{b}}{\ln \frac{x_i}{l_o}} \frac{v_o}{l_o}; \\ v_{yi} &= \left(\mp 1 + \frac{\ln \frac{z_i}{b}}{\ln \frac{x_i}{l_o}} \right) \frac{v_o}{l_o} y; & \xi_{yi} &= \left(\mp 1 + \frac{\ln \frac{z_i}{b}}{\ln \frac{x_i}{l_o}} \right) \frac{v_o}{l_o}. \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Компоненты скоростей сдвиговых деформации определим по формуле [3]:

$$\xi_{xy} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial v_{xi}}{\partial y} + \frac{\partial v_{yi}}{\partial x} \right); \quad \xi_{xz} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial v_{xi}}{\partial z} + \frac{\partial v_{zi}}{\partial x} \right); \quad \xi_{yz} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial v_{zi}}{\partial y} + \frac{\partial v_{yi}}{\partial z} \right). \quad (8)$$

Подставляя из выражений (7) поле скоростей перемещения в уравнение (8), получим:

$$\left. \begin{aligned} \xi_{xy} &= -\frac{v_o \frac{y}{l_o} \ln \frac{z}{b}}{2y \ln^2 \frac{x}{l_o}}; & \xi_{yz} &= \frac{v_o \frac{y}{l_o}}{2z \ln \frac{x}{l_o}}; & \xi_{zx} &= \frac{v_o \frac{z}{l_o} \ln \frac{z}{b}}{2y \ln^2 \frac{x}{l_o}}. \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Интенсивность скоростей деформации сдвига определяем, используя уравнение вида [3]:

$$H = \frac{2}{\sqrt{6}} \sqrt{(\xi_{xi} - \xi_{yi})^2 + (\xi_{xi} - \xi_{zi})^2 + (\xi_{yi} - \xi_{zi})^2 + 6(\xi_{xy}^2 + \xi_{xz}^2 + \xi_{yz}^2)}. \quad (10)$$

Подставляя в уравнение (10) найденные значения компонентов тензора скоростей деформаций, находим:

$$H = \frac{2}{\sqrt{6}} \sqrt{1 - \frac{\ln \frac{z}{b}}{\ln \frac{x}{l_o}} + \frac{\ln^2 \frac{z}{b}}{\ln^2 \frac{x}{l_o}} + \frac{3}{2} \left(\frac{y^2 \ln^2 \frac{z}{b}}{x^2 \ln^4 \frac{x}{H}} + \frac{z^2 \ln^2 \frac{z}{b}}{x^2 \ln^4 \frac{x}{H}} + \frac{y^2}{z^2 \ln^4 \frac{x}{H}} \right)}. \quad (11)$$

Зная компоненты тензора скорости деформации, определим компоненты тензора напряжения, используя следующую формулу [3]:

$$\sigma_{ij} - \frac{1}{3} \sigma_{ij} \delta_{ij} = \frac{2G}{H} (\xi_{ij} - \frac{1}{3} \xi_{ij} \delta_{ij}). \quad (12)$$

или

$$\left. \begin{aligned} \sigma_x - \sigma_o &= \frac{2T}{H}(\xi_x - \xi_o); & \sigma_y - \sigma_o &= \frac{2T}{H}(\xi_y - \xi_o); \\ \sigma_z - \sigma_o &= \frac{2T}{H}(\xi_z - \xi_o); & \tau_{xy} &= \frac{2T}{H}\xi_{xy}; \\ \tau_{xz} &= \frac{2T}{H}\xi_{xz}; & \tau_{zy} &= \frac{2T}{H}\xi_{zy}. \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

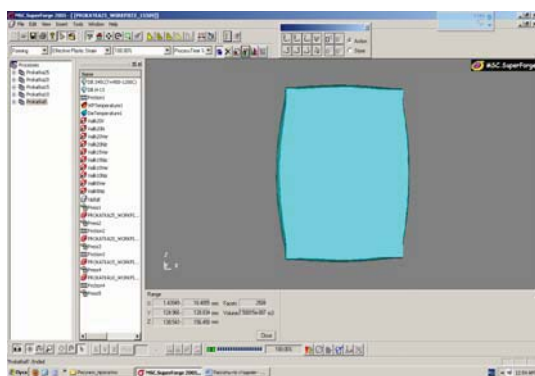
Зная величину интенсивности скорости деформации сдвига и используя гипотезу «единой кривой», при этом, подставляя в последние три уравнения системы (12) значения скоростей деформации сдвига, найденные по уравнению (9), определяем касательные напряжения[5].

Нормальное напряжение σ_x находим из дифференциального уравнения равновесия вида

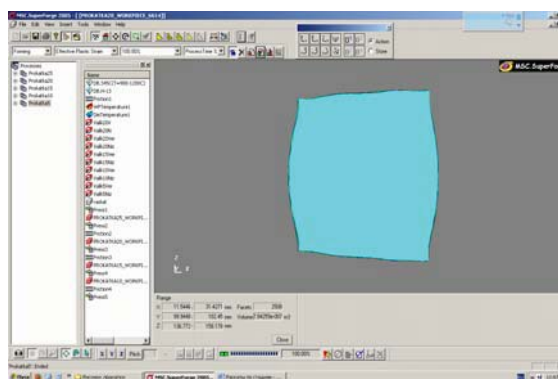
$$\frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial z} = 0. \quad (14)$$

Взяв частные производные $\partial \tau_{xy}/\partial y$ и $\partial \tau_{xz}/\partial z$ и интегрируя уравнение (14), определяем напряжение σ_x . Далее, зная величину интенсивности скорости деформации сдвига и используя гипотезу «единой кривой» из первого уравнения системы (13), находим среднее напряжение, а используя следующие два уравнения, определяем нормальные напряжения σ_y и σ_z .

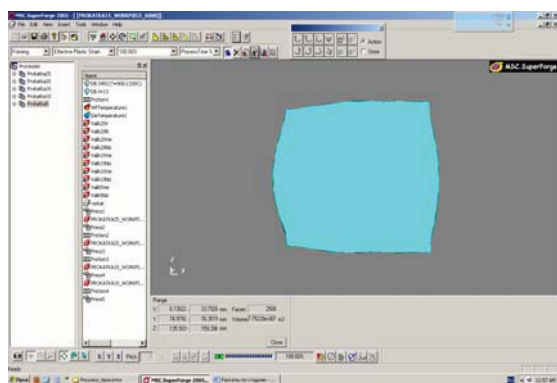
При определении напряженно-деформированного состояния использовали данные замеров, приведенные на рисунке 2.



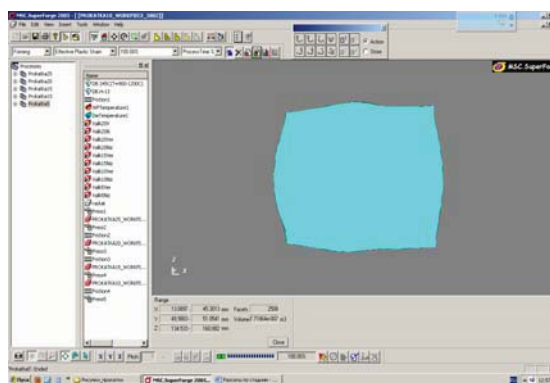
а)



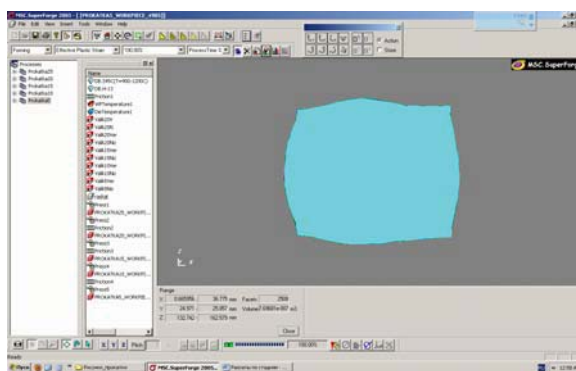
б)



в)



г)



д)

а) в 1 клетки; б) в 2 клетки; в) в 3 клетки; г) в 4 клетки; д) в 5 клетки

Рисунок 2. Геометрические размеры очага деформации после прокатки

Условия разрушения стали и сплавов при прокатке в предлагаемом стане оценивали по степени использования ресурса пластичности (СИРП) [5]:

$$\psi = \int_0^t \frac{H(\tau)d\tau}{\Lambda_p [k_{жс}(\tau)]} = \int_0^\varepsilon \frac{H(\varepsilon)d\varepsilon}{\Lambda_p [k_{жс}(\varepsilon)]}, \quad (15)$$

где Λ_p – предельная пластичность металла, зависящей от напряженного состояния; H – интенсивность скоростей деформаций сдвига; $k_{жс} = \sigma/T$ – коэффициент жесткости схемы напряженного состояния; $T = \frac{1}{\sqrt{6}} \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_x - \sigma_z)^2 + 6(\tau_{xy}^2 + \tau_{xz}^2 + \tau_{zy}^2)}$ – интенсивность касательного напряжения; σ – среднее напряжение.

Для определения Λ_p при деформировании стали Ст.3 использовали уравнение регрессии, полученное в работе [5]:

$$\Lambda_p = 2,58 + 3,1(T_n/1000)^2 - 0,73(T_n/1000)\ln \xi - 0,64(\sigma/T) + 0,1(\sigma/T)\ln \xi. \quad (16)$$

Здесь T_n – температура нагрева; ξ – скорость деформаций.

Вышеприведенную методику и данные, полученные в среде MSC.SuperForge используя рассчитанный СИРП, показал, что при прокатке в предлагаемом стане стали Ст.3 нарушения сплошности материала полосы нет (рисунки 3 и 4, l_i, h_i, v_i – расстояние до исследуемой точки по длине, высоте и ширине; l_0, h_0, v_0 – длина, высота и ширина очага деформации соответственно).

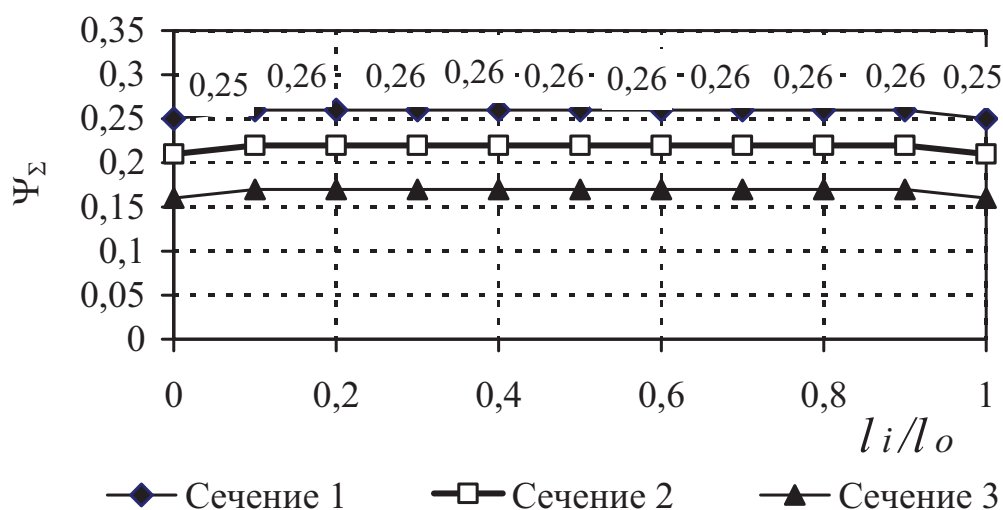


Рисунок 3. Распределение СИРП по сечению полос при прокатке в стане новой конструкции ($v_i/v_o = 0,1$) (сечение 1 - $h_i/h_o = 0,9$; сечение 2 - $h_i/h_o = 0,75$; сечение 3 - $h_i/h_o = 0,5$)

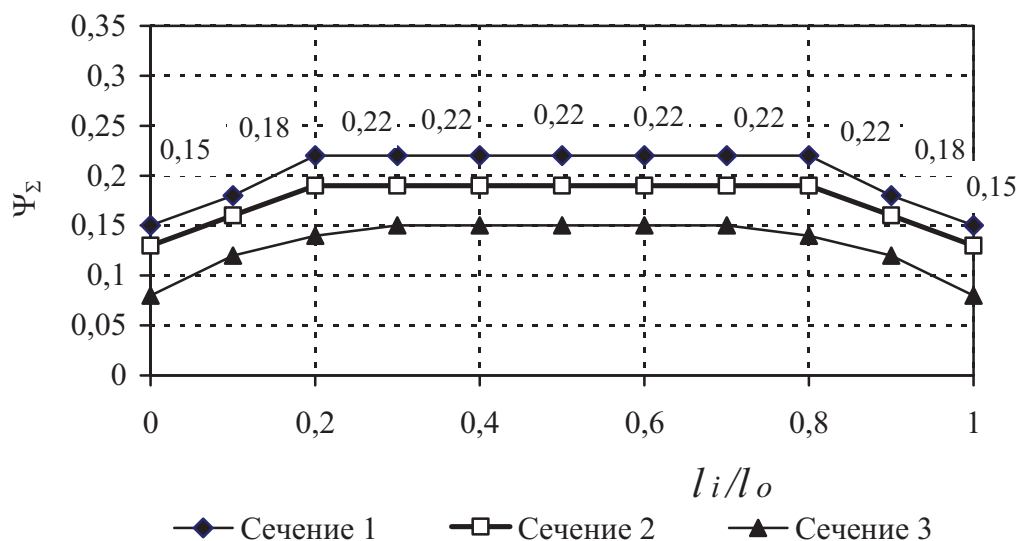


Рисунок 4. Распределение СИРП по сечению полос при прокатке в стане новой конструкции ($v_i/v_o = 0,5$) (сечение 1 - $h_i/h_o = 0,9$; сечение 2 - $h_i/h_o = 0,75$; сечение 3 - $h_i/h_o = 0,5$)

Выводы

1. Предложена новая конструкция непрерывного стана.
2. На основе полученных данных в среде MSC.SuperForge разработана методика расчета степени использования ресурса пластичности при прокатке тонких слябов на новом непрерывном стане.
3. Расчетным путем доказано отсутствие нарушения сплошности при прокатке в предлагаемом стане.

ЛИТЕРАТУРА

1. Машеков С.А., Машекова А.С., Смаилова Г.А. и др. Патент 20969. Непрерывный стан для прокатки полос из сталей и сплавов / Бюл. №3. Оpubл. 16.03.2008
2. Машеков С.А., Смаилова Г.А. и др. Исследование НДС заготовки при прокатке на непрерывном стане горячекатаных тонких полос с применением MSC.SUPERFORGE // Алматы, Вестник КазАТК, 2009, № 6, с. 112-117.
3. Мастеров Б.А., Берковский В.С. Теория пластической деформации и обработка металлов давлением. М., Metallургия. 1989, 400 с.
4. Машеков С.А., Кузьминов И.И., Смаилова Г.А. и др. Технология прокатного производства. Алматы, Tetaprint, 2007, 334 с.
Паршин В.А., Зудов Е.Г., Колмогоров В.Л. Деформируемость и качество. М., Metallургия, 1979, 192 с.

УДК 622.647

Сарсенова Гульшат Омархановна - преподаватель (Алматы, КазНТУ)
Омаров Казбек Алтынсарович - д.т.н., профессор (Алматы, КУ «Алатау»)
Булатов Нуржан Кажмуратович - к.т.н., ст.преподаватель (Алматы, КазНТУ)

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОЗДУШНОЙ
ПОДУШКИ В КОНВЕЙЕРАХ**

Повышение эффективности эксплуатации конвейеров использованием средств, воздушной подушки, и специальных устройств является востребованной и актуальной задачей.

Новизной работы является учет основных параметров, характеризующих эффективность использования воздушной подушки, то есть расхода и давления воздуха на поддержание грузонесущего органа.

Воздушная подушка снижает сопротивление движению грузонесущего органа и является средством повышения эффективности эксплуатации конвейеров. Использование воздушной подушки в конвейерах целесообразно только тогда, когда она позволяет получить лучшие технико-экономические показатели по сравнению с другими типами конвейеров. Только в этом случае можно обоснованно применять воздушную подушку.

Эффективность применения воздушной подушки зависит от многих факторов: от величины давления и расхода воздуха, создающего воздушную подушку под грузонесущим органом; от схемы циркуляции воздуха и схемы образования; от параметров желоба; от свойств транспортируемого груза; от условий транспортирования; правильного формирования груза на грузонесущем органе в месте загрузки и т.д.

Основными показателями, характеризующими эффективность использования воздушной подушки, являются расход и давление воздуха, необходимые на поддержание грузонесущего органа.

Значительные аэродинамические сопротивления в системе подводящих воздухопроводов приводят к большим энергозатратам, достигающим 50% мощности, необходимой на образование воздушной подушки [1, 2]. Поэтому вопрос выбора схемы циркуляции воздуха является главным, от которого, в первую очередь, зависит эффективность использования воздушной подушки. Из обзора конструкции конвейеров на воздушной подушке видно, что большинство конвейеров имеют разомкнутую схему циркуляции воздуха.