

Формування ключових компетентностей за допомогою задач дозволяє реалізувати компетентнісний підхід на уроках математики як засіб підвищення математичної грамотності студентів.

Часто одна і та ж задача сприяє створенню умов для формування декількох ключових компетентностей.

Задачі, що сприяють формуванню ключових компетентностей, називаються компетентнісно-орієнтованими задачами. Таких задач у підручниках і посібниках небагато.

Тому для реалізації компетентнісного підходу через задачі єдиним виходом для викладачів є складання компетентнісно-орієнтованих задач самим.

#### Список літератури

1. Життєва компетентність особистості/ За ред. Л. В. Сохань, І. Г. Єрмакова та ін. – К., 2003.
2. Загребина, М.Г., Плотникова, А.Ю., Севостьянова, О.В., Смирнова И.В. Тесты внешней оценки уровня сформированности ключевых компетентностей учащихся: Методическое пособие для руководителей и педагогов образовательных учреждений / Под ред. И.С. Фишман [Текст]. – Вып. 2 – Самара, 2006.
3. Иванов Д.А., Митрофанов К.Г., Соколова О.В. Компетентностный подход в образовании. Проблемы, понятия, инструментарий. Учебно-методическое пособие [Текст] / Д.А. Иванов, К.Г. Митрофанов, О.В. Соколова.- М.: АПКИППРО, 2005.-101 с.
4. Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи: Бібліотека освітньої політики/ За ред. О. В. Овчарук. – К., 2004.
5. Компетентностный подход / Школьные технологии №1, 2005. - 7 с.
6. Компетентностный подход как способ достижения нового качества образования – Материалы для опытно-экспериментальной работы в рамках Концепции модернизации российского образования на период до 2010 года [Текст]. - М., 2002. - С. 7-54.
7. Лебедев, О.Е. Компетентностный подход в образовании [Текст] / О.Е. Лебедев // Школьные технологии №5, 2004 год, 3 с.
8. Равен Д. Педагогическое тестирование: Проблемы, заблуждения, перспективы/ Пер. с англ. – М., 1999.
9. Савченко О. Зміст шкільної освіти на рубежі століть// Шлях освіти, 2000.

Рукопись поступила в редакцию 19.03.12

УДК 621.771.06

В. П. ЧУМАКОВ, ст. преподаватель. М. Г. КОРЕНКО, ассистент,  
Н. В. СТАРОСТА, ассистент ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

### ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЖЕСТКОСТИ ПРОКАТНЫХ КЛЕТЕЙ

Детально проанализированы конструкции механизмов по созданию предварительного напряжения и предложена конструкция комбинированного гидромеханического нажимного механизма чистовых рабочих клетей станов для горячей прокатки сортовых полосовых профилей.

**Проблема и ее связь с практическими задачами.** Процесс горячей прокатки полосовых профилей осуществляют на непрерывных станах, включающих черновые и чистовые группы рабочих клетей. Основные показатели качества (геометрические размеры) формируются в чистовой группе рабочих клетей. Основным производителем данного вида металлопроката в Украине является мелкосортный стан 250-2 ПАО «АрселорМиттал Кривой Рог» чистовые рабочие клетки, которого имеют: узел станин открытого типа, механизмы установки валков механического типа с ручным приводом (рис.1).

**Анализ исследований и публикаций.** Целесообразным с точки зрения повышения модуля жесткости  $G$  и, как следствие, повышение точности геометрических размеров горячекатаных сортовых полосовых профилей является и создание предварительно напряженных конструкций чистовых рабочих клетей, обеспечивающих достижение требуемого эффекта без существенного увеличения их удельной металлоемкости [1,2].

Используемые всевозможные технологические и конструктивные схемы по созданию предварительно напряженных рабочих клетей прокатных станов можно условно подразделить на две основные группы: схемы создания предварительного напряжения по подушкам и схемы создания предварительного напряжения по буртам бочек рабочих валков. С точки зрения, более детального анализа, конструкции механизмов по созданию предварительного напряжения могут иметь самые различные исполнения.

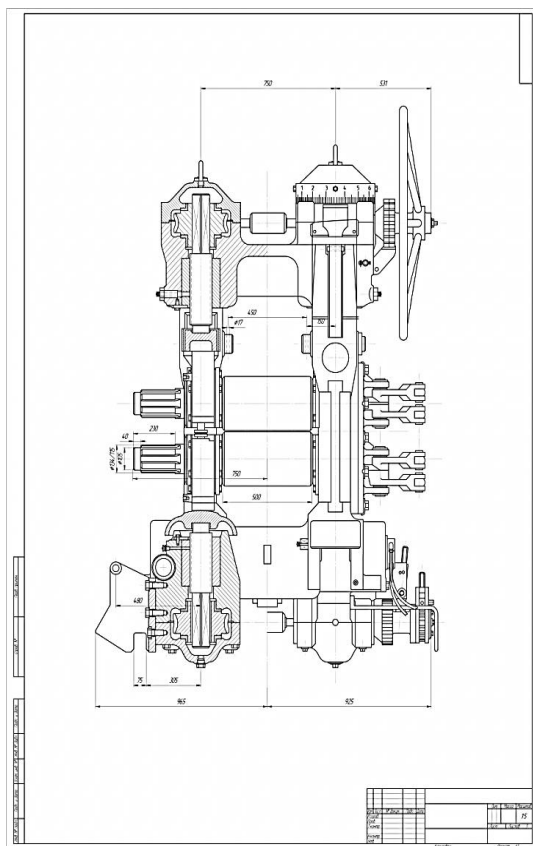


Рис. 1. Чистовая рабочая клетка мелкосортного стана 250-2 ПАО «АрселорМиттал Кривой Рог»

В частности, создание предварительного напряжения по подушкам рабочих валков является возможным за счет использования гидроприводов, клиновых пар, передач винт-гайка и так далее, а основным преимуществом в этом случае является отсутствие дополнительных нагрузок непосредственно на рабочие валки и их подшипниковые опоры.

Возможности создания предварительного напряжения по буртам рабочих валков конструктивно более ограничены, кроме того, к недостаткам данного технического решения следует отнести наличие дополнительных нагрузок на рабочие валки, а также наличие дополнительных ограничений на сортамент готового металлопроката по его толщине и ширине. Вместе с тем, точность, результирующих геометрических характеристик в этом случае в силу ряда причин является более высокой.

**Постановка задачи.** Целью работы является повышение качества готовой металлопродукции и обеспечение экономии материальных ресурсов при горячей прокатке сортовых полосовых профилей, развитие методов автоматизированного расчета и проектирования технологического процесса горячей

прокатки сортовых полосовых профилей и разработка предложений по совершенствованию технологии производства полосовой продукции на мелкосортных станах.

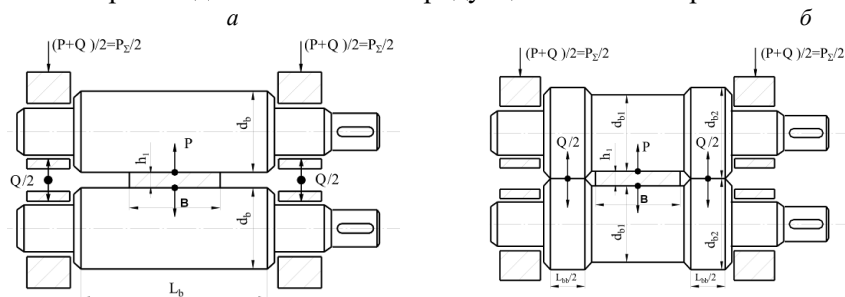


Рис. 2. Расчетные схемы чистовых рабочих клеток станов горячей прокатки, являющихся предварительно напряженными по подушкам (а) и по буртам (б) рабочих валков

**Изложение материалов и результаты.** С учетом аналитических форм записи поставленных задач и их последующих решений (рис.2), основанных на использовании общей концепции метода предельных оценок [3, 4], величина результирующей продольной разнотолщинности  $dh$  горячекатаных лент, полученных при создании предварительного напряжения по подушкам рабочих валков, может быть определена как:

$$dh = \frac{dh_{0n} \left( \frac{G_n}{G_n + G_n} + \frac{G_n}{G_n + G_n} \right) + \delta \left( \frac{G_n}{G_n + G_n} + \frac{G_n}{G_n + G_n} \right)}{\left( \frac{G_n}{G_n + G_n} + \frac{G_n}{G_n + G_n} \right) \frac{G_n}{G_n + G_n}}, \quad (1)$$

где  $dh_0$ ,  $\delta$  - количественная оценка продольной разнотолщинности исходной заготовки и размах изменения величины предварительного межвалкового зазора, обусловленного радиальным биением рабочих валков;

$G_n$  - модуль жесткости прокатываемых полосовых профилей при их пластическом деформировании, определяемый как отношение приращения силы прокатки к величине приращения абсолютного обжатия [4];

$G_{\text{в}}$  - модуль жесткости валкового узла, характеризуемый величиной упругих деформаций по отношению к осям нажимных механизмов при соответствующем значении силы прокатки;

$G_{\text{п}}$  - обобщенное значение модуля жесткости подушек рабочих валков, нажимного механизма и узла станин;

$G_{\text{н}}$  - модуль жесткости механизма предварительного напряжения рабочей клетки по подушкам рабочих валков.

В случае создания предварительного напряжения чистой рабочей клетки по буртам калиброванных рабочих валков аналогичный показатель результирующей продольной разнотолщинности количественно соответствует:

$$d_{\text{п}} = \frac{d_{\text{н}} G_{\text{в}} (G_{\text{в}} G_{\text{п}} + G_{\text{н}} G_{\text{в}}) + d_{\text{в}} G_{\text{п}} G_{\text{н}} (G_{\text{в}} + G_{\text{н}})}{(G_{\text{н}} + G_{\text{в}}) G_{\text{в}} G_{\text{п}} + (G_{\text{н}} + G_{\text{в}}) G_{\text{н}} G_{\text{в}}}, \quad (2)$$

где  $G_{\text{в}}$  - обобщенное значение модуля жесткости узла станин, учитывающее дополнительно упругую деформацию на участке от буртов рабочих валков до оси их подшипниковых опор;

$G_{\text{п}}$  - модуль жесткости валкового узла, определяемый через разность упругих перемещений по середине бочки и буртов механизма предварительного напряжения.

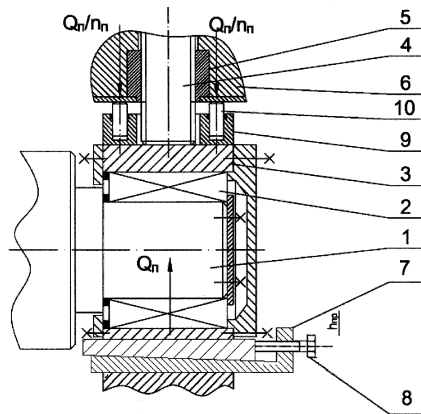
Из анализа представленных результатов следует, что с увеличением модуля жесткости прокатываемых лент при их пластическом формоизменении  $G_{\text{н}}$  наследственная составляющая  $d_{\text{н}}$  возрастает, а вносимая  $d_{\text{в}}$  - снижается. Аналогичный эффект в обоих рассматриваемых случаях имеет место при уменьшении модуля жесткости  $G_{\text{п}}$  чистовых рабочих клеток. Использование предварительного напряжения рабочих валков по их подушкам приводит к снижению наследственной  $d_{\text{н}}$  и увеличению вносимой  $d_{\text{в}}$  составляющих, при этом интенсивность указанных изменений с увеличением модуля жесткости механизма предварительного напряжения  $G_{\text{н}}$  возрастает.

С точки зрения практической реализации представляет интерес конструктивная схема предварительно напряженной чистой рабочей клетки, согласно которой данная клеть включает в себя рабочие валки, подушки которых размещены в окнах станин открытого типа, а также механизм предварительного напряжения рабочих валков по подушкам и нажимной механизм гидравлического типа.

Использование данного технического решения [5, 6] позволит повысить модуль жесткости рабочей клетки на 30-50 %, а это, в свою очередь, будет способствовать снижению продольной разнотолщинности готового металлопроката на 15-25 %.

Использование рассмотренной конструкции предварительно напряженной чистой рабочей клетки является возможным только при создании нового оборудования станов для горячей прокатки сортовых полосовых профилей. По отношению же к действующему оборудованию чистовых рабочих клеток, оснащенных либо механическими нажимными механизмами с ручным приводом, либо маломощными электромеханическими нажимными механизмами, создание предварительного напряжения требуемой величины является невозможным.

В данном случае перспективной представляется конструкция чистой рабочей клетки (рис. 3), включающая: рабочие валки 1, шейки которых посредством подшипниковых опор 2 размещены в подушках 3, фиксируемых в вертикальном положении нажимными винтами 4, которые, в свою очередь, сопряжены с гайками 5, размещенными неподвижно в верхних поперечинах узла станин 6. Кроме того, рассматриваемая конструкция содержит клиновую пару 7, регулирующую по высоте  $h_{\text{пр}}$  при помощи, например, винтовой передачи 8. Непосредственно сила предварительного напряжения требуемой величины  $Q_{\text{п}}$  создается в этом случае гидровставкой 9, корпус которой размещен на подушке 3 верхнего рабочего валка 1, а плунжера 10 данной гидровставки сопряжены с опорными поверхностями верхней поперечины узла станин 6.



**Рис. 3.** Предлагаемая конструкция комбинированного гидромеханического нажимного механизма чистовых рабочих клетей станов для горячей прокатки сортовых полосовых и ленточных заготовок

С учетом данного технического решения технология создания предварительного напряжения в чистой рабочей клетке заключается в следующем:

перед прокаткой нового типоразмера сортовых полосовых профилей клиновья пара 7 при помощи болтового соединения 8 настраивается на требуемую толщину;

после этого подают давление рабочей жидкости в плунжерные полости гидроставки 9, создавая тем самым при помощи плунжеров 10 количеством  $\mathcal{I}$  требуемую упругую деформацию клиновья пары 7 и, как следствие, требуемую величину силы предварительного напряжения;

по мере требуемого позиционирования подушек верхнего рабочего вала при помощи гидроставок 9 их фиксируют винтами механического нажимного механизма, после чего давление рабочей жидкости из рабочих полостей плунжеров 10 убирают и осуществляют непосредственно процесс горячей прокатки полосовых профилей.

**Выводы и направление дальнейших исследований.** Следует указать на возможность более широкого использования рассмотренной конструкции комбинированного гидромеханического нажимного механизма. Если непосредственно в процессе горячей прокатки гидравлическая часть данного механизма в виде корпуса 9 с плунжерами 10 будет развивать суммарную силу, составляющую  $80 \div 90$  % от силы прокатки, то сила, действующая на нажимные винты, будет соответствовать всего лишь  $10 \div 20$  %.

Отмеченное позволит даже маломощным электромеханическим нажимным механизмом чистовых рабочих клетей работать в системе автоматического регулирования толщины, отрабатывая, в частности, низкочастотные составляющие стохастического изменения исходной толщины и температуры прокатываемых сортовых полосовых профилей.

В случае необходимости снижения модуля жесткости рабочей клетки, имеющего место при прокатке сортовых полосовых профилей целесообразным является использование комбинированного гидромеханического нажимного механизма [5, 6], основанного на введении в силовую линию рабочей клетки элементов с изменяющимся значением модуля жесткости.

Предложенное техническое решение по созданию предварительного напряжения рабочих клетей и целенаправленного изменения их модуля жесткости в достаточно широком диапазоне, позволит повысить качество готовой металлопродукции и обеспечит экономию материальных ресурсов при горячей прокатке сортовых полосовых профилей.

#### Список литературы

1. Мернин И. М. Точность прокатки в предварительно напряженных клетях / И. М. Мернин. – Ижевск : Удмуртия, 1970. – 120 с.
2. Развитие методов расчета механизмов предварительного напряжения рабочих клетей листовых и сортовых прокатных станов / А. В. Сатонин, М. В. Федоринов, З. А. Александрова, В. В. Смолякова // Захист металургійних машин від поломок : міжвуз. темат. зб. наук. пр. – Маріуполь, 2008. – Вип. № 10. – С. 95–98.
3. Полухин В. П. Математическое моделирование и расчет на ЭВМ листовых прокатных станов / В. П. Полухин. – М. : Металлургия, 1972. – 512 с.
4. Федоринов В. А. Математическое моделирование напряжений, деформаций и основных показателей качества при прокатке относительно широких листов и полос : монография / В. А. Федоринов, А. В. Сатонин, Э. П. Грибков. – Краматорск : ДГМА, 2010. – 243 с.
5. Рабочая клетка прокатного стана: А.с. 1339947, СССР, МКИ В 21 В 13/14 / В.Ф. Потапкин, В.Г. Пашков, А.В. Сатонин, Ю.К. Доброносков, В.В. Рубановский (СССР). - №4031721/22-02; Заявлено 28.02.86.
6. Методы расчета и совершенствование конструкций механического оборудования для производства относительно узкого металлопроката/ А. В. Сатонин, С. Н. Шаркова, А. М. Х. Рамадан, В. В. Ногченко // Удосконалення процесів та обладнання обробки тиском в металургії та машинобудуванні. Краматорськ-Слав'янськ : ДДМА.-2000. –С. 63-65.