

The features of formation of surface segregation of sheet billet during plastic deformation and cracking when punching finger punches. The dependence of the formation of cracks profile characteristics of the corrugations on the working surface of punched punches. Presents the results of a pilot study using grids intensity of deformations and strain State blanks easily along the profile of the corrugations Reduction of the area found a brilliant hand and power costs while punching finger punches. The results of industrial testing resistance of corrugated punching press production line of punches in.

Key words: punch, hollow reeving, lug pattern, tension, shear, compression, crack.

УДК 669.04:621.771.22

В. С. БАРАНЕНКО, зам. директора структ. подразделения, ГП «УкрНТЦ «Энергосталь», Харьков

В. С. МЕДВЕДЕВ, докт. техн. наук, гл. науч. сотр., ГП «УкрНТЦ «Энергосталь», Харьков

Е. Н. ЧЕРЕДНИЧЕНКО, инженер 1 кат., ГП «УкрНТЦ «Энергосталь», Харьков

СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНДУКЦИОННОГО И ГАЗОВОГО НАГРЕВА ЗАГОТОВОК В ЛИТЕЙНО-ПРОКАТНЫХ МОДУЛЯХ

Рассмотрена эффективность газового и индукционного нагрева в литейно-прокатных модулях. Исследование проводилось на примере литейно-прокатного комплекса в составе МНЛЗ и прокатного стана 300. Определены энергозатраты и стоимость тепловой энергии индукционного и газового нагрева непрерывнолитых заготовок при горячем и холодном посаде. Показана экономическая эффективность индукционного нагрева заготовок. Экономия энергии при нагреве в индукционных устройствах по сравнению с газовыми составляет около 70 %.

Ключевые слова: газовый нагрев, индукционный нагрев, заготовка, тепловая энергия, энергозатраты, горячий посад, холодный посад.

Введение. ГП «УкрНТЦ «Энергосталь» является крупнейшим в СНГ инжиниринговым комплексом, который решает актуальные проблемы создания, реконструкции и развития предприятий горно-металлургического комплекса и других отраслей: от разработки и освоения новых технологий, проектирования до изготовления, поставки оборудования и ввода промышленных объектов в эксплуатацию.

В ГП «УкрНТЦ «Энергосталь» ведутся работы по созданию базовых и высокоэффективных экологичных металлургических мини- и микрозаводов для производства сортового проката широкого сортамента.

На металлургических заводах для производства прокатной продукции используют литейно-прокатные комплексы с разрывными схемами совмещения МНЛЗ и прокатного стана, предусматривающими горячий и холодный посад заготовок в нагревательные печи. Варианты таких схем могут быть различными, но во всех схемах присутствует нагревательная печь для подогрева непрерывнолитых заготовок при транзитной передаче с МНЛЗ на прокатный стан или нагрева холодных заготовок, подаваемых со склада [1].

Содержание работы. Процесс нагрева металла перед прокаткой, предназначенный для выравнивания температуры поверхности и температуры сердцевины заготовки, является важной и ответственной стадией технологии. От правильной ее организации зависят как производительность всего комплекса, так и качество выпускаемой продукции.

Основными критериями выбора способа нагрева металла – газовый или индукционный – являются качество нагрева, расход энергии и стоимость энергоносителей.

Технологические схемы производства сортового проката на литейно-прокатных комплексах с использованием нагревательной методической газовой печи с шагающими балками и индукционной нагревательной установки приведены на рис. 1 и 2.

© В. С. Бараненко, В. С. Медвелев, Е. Н. Чередниченко, 2012

Применяемые в черной металлургии газовые нагревательные печи и индукционные устройства имеют свои преимущества и недостатки [2]. К недостаткам эксплуатируемых газовых нагревательных печей относятся:

- несовершенство тепловой схемы подвода тепла к нагреваемым заготовкам и, как следствие, низкое качество нагрева;
- устаревшие горелочные устройства;
- низкий уровень герметизации рабочего пространства;
- устаревшие системы управления горелками и температурными режимами;
- высокий уровень вредных выбросов;
- низкая эффективность использования природного газа.

Более эффективным с точки зрения повышения качества нагрева заготовок, энергосбережения, снижения затрат на энергоносители и влияния на окружающую среду является электронагрев.

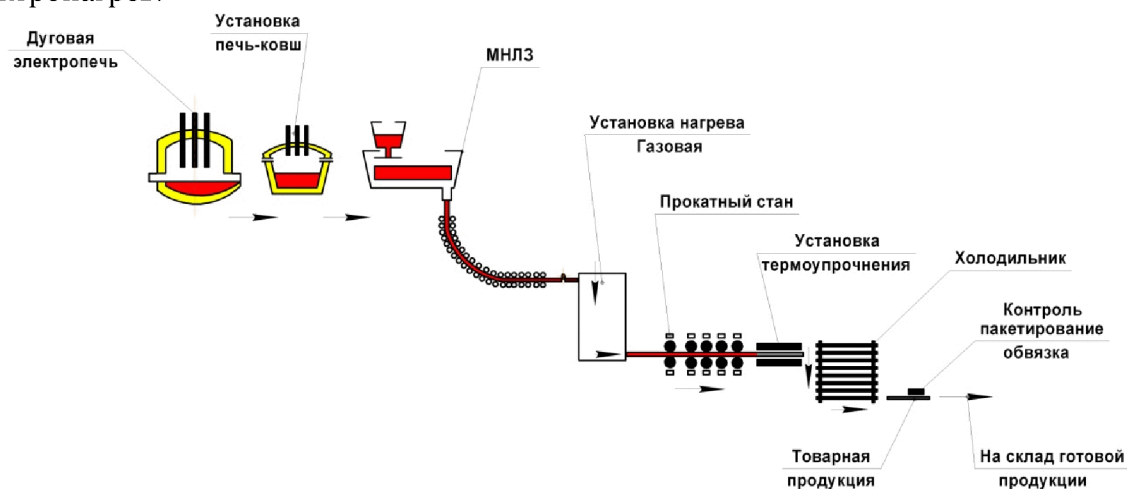


Рис. 1 – Технологическая схема производства сортового проката с газовой нагревательной установкой

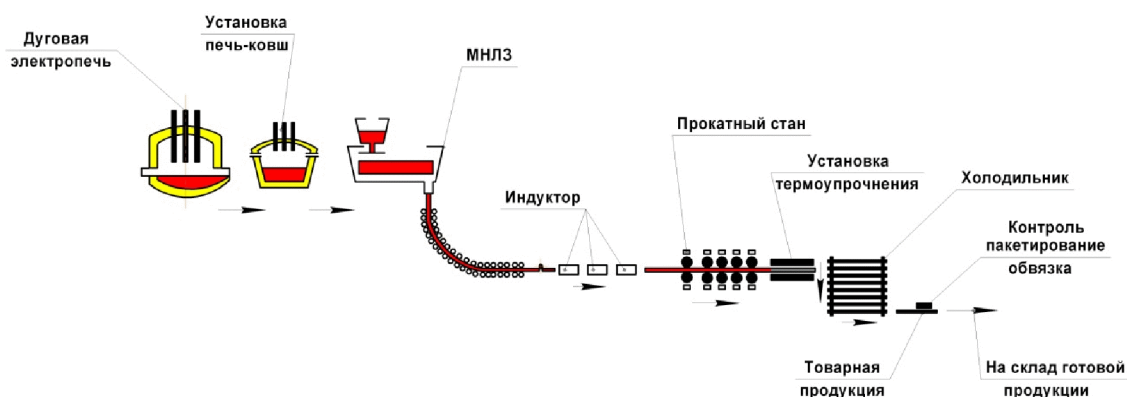


Рис. 2 – Технологическая схема производства сортового проката с индукционной нагревательной установкой

В условиях постоянно растущих цен на природный газ и электроэнергию особую актуальность приобретают вопросы выбора энергоносителей и их экономного расходования. Поэтому при проектировании литейно-прокатных комплексов целесообразность применения того или иного вида нагревательных устройств должна определяться на основе конкретного технико-экономического анализа производства с учетом затрат на энергоносители.

Приведем сравнение энергозатрат и экономической эффективности использования газового и индукционного нагрева непрерывнолитых заготовок на сортовом стане 300. При этом рассмотрим два режима работы нагревательных агрегатов – работа с горячего и холодного посада.

Нагреву подвергаются квадратные заготовки сечением 125×125 мм и длиной 2000 мм до температуры 1250 °С; начальная температура заготовок при горячем посаде 850 °С и при холодном – 20 °С; производительность печей – 30 т/ч; годовой фонд рабочего времени – 6000 ч; годовая производительность – 180 тыс. т.

Расчеты технико-экономических показателей нагрева заготовок в газовой печи с шагающими балками и в индукционной установке выполнены аналитическими методами [3, 4].

В результате расчетов определены:

- продолжительность нагрева одной заготовки;
- основные технические показатели работы печи: термический коэффициент полезного действия печи (η_t) и коэффициент использования топлива (КИТ) (табл. 1);
- затраты энергии (с учетом η_t) необходимой на нагрев металла и ее стоимость.

Эффективность использования тепловой энергии определяется двумя показателями полезного действия: термическим коэффициентом полезного действия η_t и коэффициентом использования энергии топлива КИТ. Более показательным с точки зрения сравнения видов нагрева является термический коэффициент полезного действия η_t , поскольку этот показатель учитывает конструкцию печи (футеровку, герметичность и др.) [5].

Сравнение эффективности использования природного газа и электроэнергии в процессах нагрева приведено в табл. 1.

Таблица 1. Сравнение эффективности использования природного газа и электроэнергии

Коэффициент полезного действия	Газовый нагрев	Индукционный нагрев
η_t	0,25	0,75
КИТ	0,34	1,0

Из анализа представленных в табл. 1 данных очевидны преимущества индукционного нагрева металла.

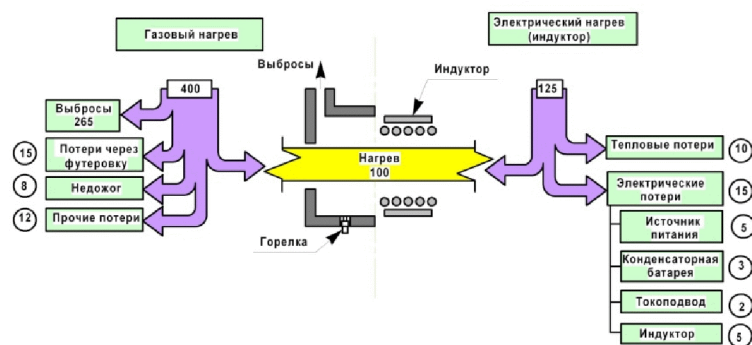
Сравнение эффективности использования тепловой энергии при нагреве металла, а именно тепловые балансы печей с газовым и индукционным нагревом, представлены на рис. 3. При составлении теплового баланса использовалась известная зависимость 1 кВт·ч = 860 ккал (3600,65 кДж).

Из рис. 3 следует, что расход энергии в индукционных установках существенно ниже, чем в печах с газовым нагревом, при меньших тепловых потерях.

Определяющим фактором при сравнении «газ – электроэнергия» является сопоставление стоимости необходимой энергии на нагрев металла. На рис. 4 показаны сравнения потребляемой тепловой энергии и ее стоимости в экв. кВт·ч (природный газ и электроэнергия).

В табл. 2 приведены результаты расчетов энергозатрат и стоимости энергии для нагрева заготовок при горячем и холодном посаде в газовых печах и индукционных устройствах. При расчете стоимости энергии исходили из тарифов 0,7 грн за 1 кВт·ч электроэнергии и 3,4 грн за 1 м³ природного газа.

Тепловой баланс нагревательных печей



Показатели тепловых балансов - в экв. 1 кВт·ч

Теплоноситель - природный газ

$$Q_n = 8200 \frac{\text{ккал}}{\text{м}^3}$$

Термический КПД = 0,25

КИТ = 0,34

Теплоноситель - электроэнергия

$$1 \text{ кВт}\cdot\text{ч} = 860 \text{ ккал} (3600,65 \text{ кДж})$$

Общий КПД = $\eta^2 \cdot \eta^T = 0,75$

КИТ = 1,0

Электрический КПД $\eta^2 = 0,85$ Тепловой КПД $\eta^T = 0,88$

Рис. 3 – Сравнение эффективности использования тепловой энергии при нагреве металла

Таблица 2. Энергозатраты и стоимость энергии при газовом и индукционном нагреве непрерывнолитых заготовок на сортовом стане 300 с учетом горячего и холодного посада

Показатели	Тип нагрева			
	газовый		индукционный	
	Посад заготовок			
	холодный	горячий	холодный	горячий
Полезная мощность, кВт	6440	2095	6440	2095
Затраты энергии с учетом η_t	2576 м ³	838 м ³	8587 кВт·ч	2793 кВт·ч
Годовое потребление энергии	15456000 м ³ ·ч	5028000 м ³ ·ч	51522000 кВт·ч	16758000 кВт·ч
Годовая стоимость энергии, тыс. грн	52550	17095	36065	11731
Стоимость энергии на нагрев одной тонны металла, грн/т	292	95	200	65

Как показывает анализ, экономия энергии при нагреве в индукционных устройствах составляет 66,8 % (холодный посад) и 70 % (горячий посад). При горячем посаде заготовок расход энергии на нагрев металла в 3,1 раза меньше, чем при холодном.

Стоимость энергии на нагрев металла, получаемой сжиганием природного газа, в 1,5 раза больше стоимости электроэнергии (в ценах 2011 г.).

Таким образом, индукционный нагрев заготовок оказывается более выгодным, чем нагрев в газовых печах. Особенно эффективен индукционный нагрев металла в сочетании с горячим посадом.

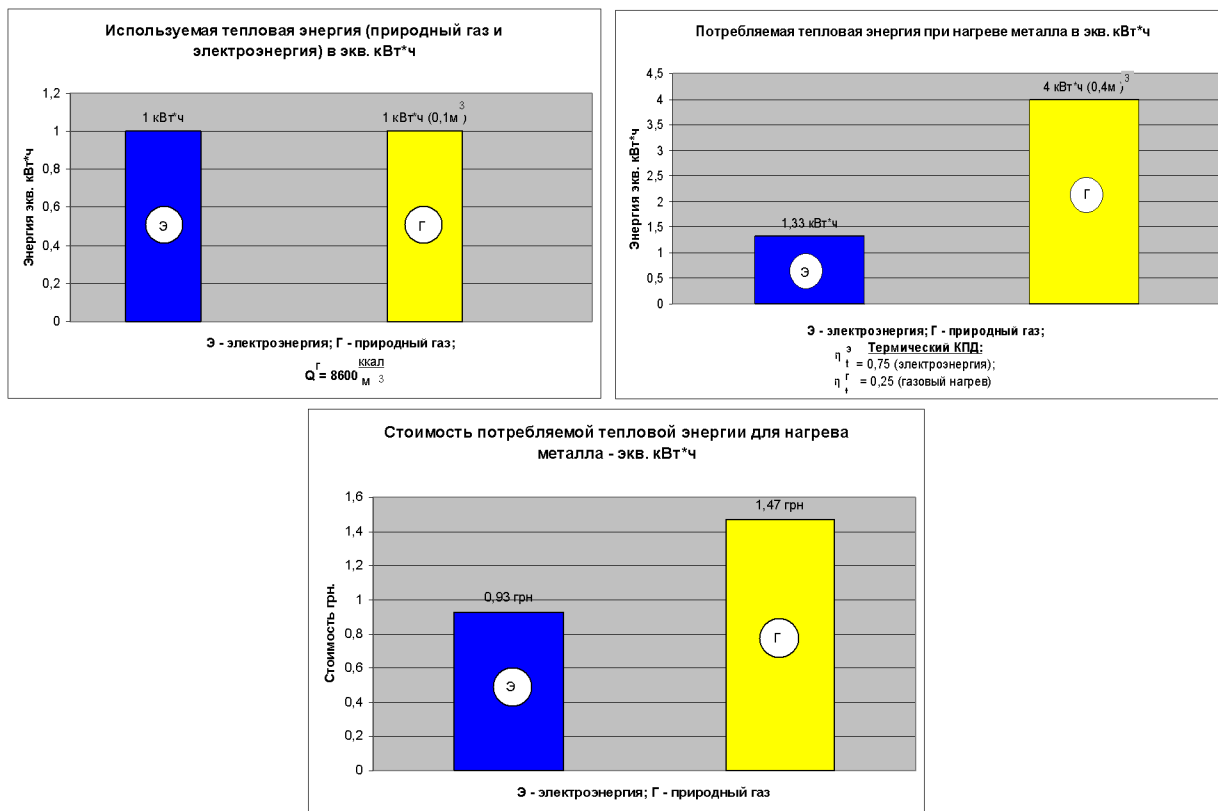


Рис. 4 – Сравнение потребляемой тепловой энергии и ее стоимости в экв. кВт·ч (природный газ и электроэнергия)

К другим преимуществам индукционного нагрева металла относятся:

- высокая скорость нагрева, что обеспечивает компактность установки (заготовка нагревается в 5 раз быстрее, чем при газовом нагреве);
- высокая точность и управляемость процессом нагрева;
- высокое качество нагрева (точность и равномерность температурного поля, отсутствие окалинообразования);
- экологическая чистота процесса нагрева;
- инвестиционная привлекательность и оптимальный срок окупаемости;
- высокая точность и стабильность регулирования мощности и температуры;
- мобильность и технологичность;
- малые габариты нагревательных устройств, что позволяет легко встраивать их в линии непрерывных прокатных станов;
- простота пуска и эксплуатации;
- улучшение условий труда (полное отсутствие вредных выбросов, минимум тепловыделений и загрязнений в цехе) [6].

Вывод. Индукционный нагрев металла особенно эффективен на металлургических заводах с использованием малотоннажных станов широкого сортамента, где случаются частые простои при перевалках, переходах с профиля на профиль и настройках стана.

Список литературы: 1. *Медведев В.С.* Энергосберегающие технологии производства сортовых профилей на литейно-прокатных комплексах металлургических мини-заводов / *В.С. Медведев* // Экология и промышленность. – 2008. – № 3. – С. 64–69. 2. *Сталинский Д.В.* Основные положения концепции повышения эффективности использования и экономии топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) в термических производствах машиностроительных и металлургических предприятий / *Д.В. Сталинский, А.С. Рудюк, В.С. Бараненко, В.К. Соленьий* // КАЗАНТИП-ЭКО-2011. Инновационные пути реше-

ния актуальных проблем базовых отраслей, экологии, энерго- и ресурсосбережения : сборник трудов XIX Международной научно-практической конференции, 6–10 июня 2011 г., г. Щелкино, АР Крым : в 3 т. Т. 1. / УкрГНТЦ «Энергосталь». – Х. : НТМТ, 2011. – С. 62–69. 3. *Кутаев Б.И.* и др. Теплотехнические расчеты металлургических печей / *Б.И. Кутаев.* – М. : Металлургия, 1970. – 528 с. 4. Теплотехнические расчеты металлургических печей / Под общей ред. к.т.н. Толегина А.С. – М. : Металлургия, 1970. 5. *Бараненко В.С.* Об эффективности использования энергетических ресурсов в термических производствах / *В.С. Бараненко, Т.В. Залкинд* // Труды научно-практического симпозиума «Оборудование и технологии термической обработки металлов и сплавов в машиностроении». – Харьков, 2000. – С. 210–215. 6. *Рудюк А.С.* Решение проблемы энергосбережения в термическом оборудовании / *А.С. Рудюк, В.К. Соленьий, В.С. Бараненко* // КАЗАНТИП-ЭКО-2010. Экология, энерго- и ресурсосбережение, охрана окружающей среды и здоровье человека, утилизация отходов: сборник трудов XVIII Международной научно-практической конференции, 7–11 июня 2010 г., г. Щелкино, АР Крым : в 2 т. Т. 1. / УкрГНТЦ «Энергосталь». – Х. : НТМТ, 2010. – С. 57–63.

Надійшла до редколегії 20.10.2012

УДК 669.04:621.771.22

Порівняння ефективності індукційного та газового нагріву заготовок в ливарно-прокатних модулях / Бараненко В.С., Медведєв В.С., Чередниченко Є.М. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х. : НТУ «ХПІ». – 2012. – №47(953). – С. 96-101. Бібліогр.: 6 назв.

Розглянуто ефективність газового та індукційного нагріву в ливарно-прокатних модулях. Дослідження проводилося на прикладі ливарно-прокатного комплексу у складі МБЛЗ і прокатного стану 300. Визначено енерговитрати і вартість теплової енергії індукційного та газового нагріву безперервнолитих заготовок при гарячому і холодному посаді. Показано економічну ефективність індукційного нагріву заготовок. Економія енергії при нагріві в індукційних пристроях у порівнянні з газовими становить близько 70 %.

Ключові слова: газовий нагрів, індукційний нагрів, заготовка, тепла енергія, енерговитрати, гарячий посад, холодний посад.

Performance of inductive and gas heating of billets in casting-rolling modules is examined. Researches were conducted by the example of casting-rolling complex of CCM and rolling mill 300. Power inputs and cost of heat energy of inductive and gas heating of continuous cast billets during hot and cold charging are determined. Cost efficiency of inductive heating of billets is shown. Energy saving during heating in inductive units is about 70 % in comparison with gas heating.

Keywords: gas heating, inductive heating, billet, heat energy, power inputs, hot charging, cold charging.

УДК 621.967.3:519.872

П. В. БОРОВИК, канд. техн. наук, доц., ДонГТУ, Алчевск

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СКОРОСТИ РЕЗКИ НА ЭНЕРГОСИЛОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОЦЕССА ГОРЯЧЕГО РАЗДЕЛЕНИЯ НА НОЖНИЦАХ

Приведены результаты теоретических исследований процесса горячей резки на ножницах с учетом скорости резки. Проанализировано влияние скорости резки на энергосиловые параметры процесса резки на ножницах. Указывается на необходимость учета скорости резки с целью повышения точности и развития методов расчета процесса горячей резки на ножницах.

Ключевые слова: ножницы, скорость резки, энергосиловые параметры

Введение. В технологических линиях прокатных станов используют разнообразные конструкции ножниц для разделения металлопроката с целью придания ему необходимой формы и размеров [1, 2]. При этом реализация процесса резки может осуществляться, как в холодном, так и в горячем состоянии. В настоящее время существует необходимость проведения разнообразных исследований процессов резки на ножницах, направленных на

© П. В. Боровик, 2012