

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

более глубокое изучение явлений происходящих при реализации процесса и уточнение энергосиловых параметров. Это обусловлено интенсификацией прокатного производства и повышением требований к готовому металлопрокату.

Классические методики расчета процессов резки [1, 2] не учитывают влияние скорости реализации операции разделения проката, что снижает точность производимых расчетов. Более точный расчёт силы резки в зависимости от механических свойств разрезаемого металла, температуры нагрева, поперечного сечения, бокового зазора между ножами, степени притупления ножей, был предложен в методике В.Ф. Егорова и В.И. Люленкова [3]. Основными недостатками данной методики является ограниченная оценка влияния химического состава разрезаемых сталей и косвенный учет скорости резки на энергосиловые параметры процесса. Таким образом, существует необходимость развития методов расчета энергосиловых параметров процесса резки на ножницах, базирующихся на современных представлениях о течении и разрушении металла в ходе пластической деформации с использованием математического моделирования методом конечных элементов [4].

Целью данной работы является оценка влияния скорости резки на энергосиловые параметры процесса горячей резки металла на ножницах, путем математического моделирования на базе МКЭ, с учетом различных факторов, влияющих на течение процесса.

Для достижения данной цели проводились теоретические исследования в среде программного комплекса Abaqus на базе конечно-элементной математической модели, описывающей плоскую задачу резки параллельными ножами и учитывающей жесткость станины и термодинамические эффекты при деформации материала [5].

На первом этапе исследования производилась оценка достоверности результатов моделирования, путем сравнения их с экспериментальными данными. В качестве исходных данных для моделирования были взяты результаты экспериментальных исследований процесса горячей резки параллельными ножами приведенные в работе [1], которые были получены на образцах сечением 25x25 мм при скорости резки около 300 мм/с. Химический состав, разрезаемых образцов и температура реализации процесса приведены в таблице 1.

При построении кривых текучести материала, использовалась методика расчета сопротивления деформации Андреюка-Тюленева [6], которая учитывает влияние химического состава обрабатываемой стали и охватывать широкий диапазон марок сталей от углеродистых, до высоколегированных, в том числе жаропрочных. А, поскольку, использование данной методики дает завышенные результаты, то после расчета напряжений текучести использовался поправочный коэффициент $k_n = 0,53$.

Таблица 1. Химический состав сталей и температура резки [1]

Номер образца	Химический состав, %							Температура резки, °C
	C	Mn	Si	Cr	Ni	P	S	
I	0,20	0,52	0,24	0,04	–	0,026	0,030	650; 760; 970
II	0,47	0,58	0,23	0,05	–	0,027	0,030	660; 760; 980
III	0,40	0,55	0,33	1,10	0,13	0,024	0,027	670; 780; 1090
IV	0,75	0,63	0,31	0,15	–	0,028	0,020	700; 860; 1020

Для моделирования разрушения использовалась диаграмма пластичности стали Ст3, аналитическая зависимость для которой, в исследуемом диапазоне температур и скоростей деформаций, представлена в работе [7].

Для сравнения на рисунке 1 представлены кривые удельного сопротивления резке по результатам моделирования и экспериментальным данным, которые подтверждают адекватность результатов моделирования, т.к. разница между экспериментальными и рас-

четными данными величины максимального удельного сопротивления горячей резке не превысила 10%.

На втором этапе, был произведен расчет (при прочих равных условиях) при различной скорости резки (движения ножа) 25, 100, 200, 300, 400 и 500 мм/с, для оценки влияния скорости на энергосиловые параметры процесса.

Абсолютные значения скорости резки не являются показательными, поскольку при изменении толщины заготовки будет изменяться интенсивность скоростей деформации и напряженно-деформированное состояние металла. Таким образом, целесообразно использовать отношение скорости резки к толщине разрезаемой заготовки – относительную скорость 1, 4, 8, 12, 16 и 20 с⁻¹.

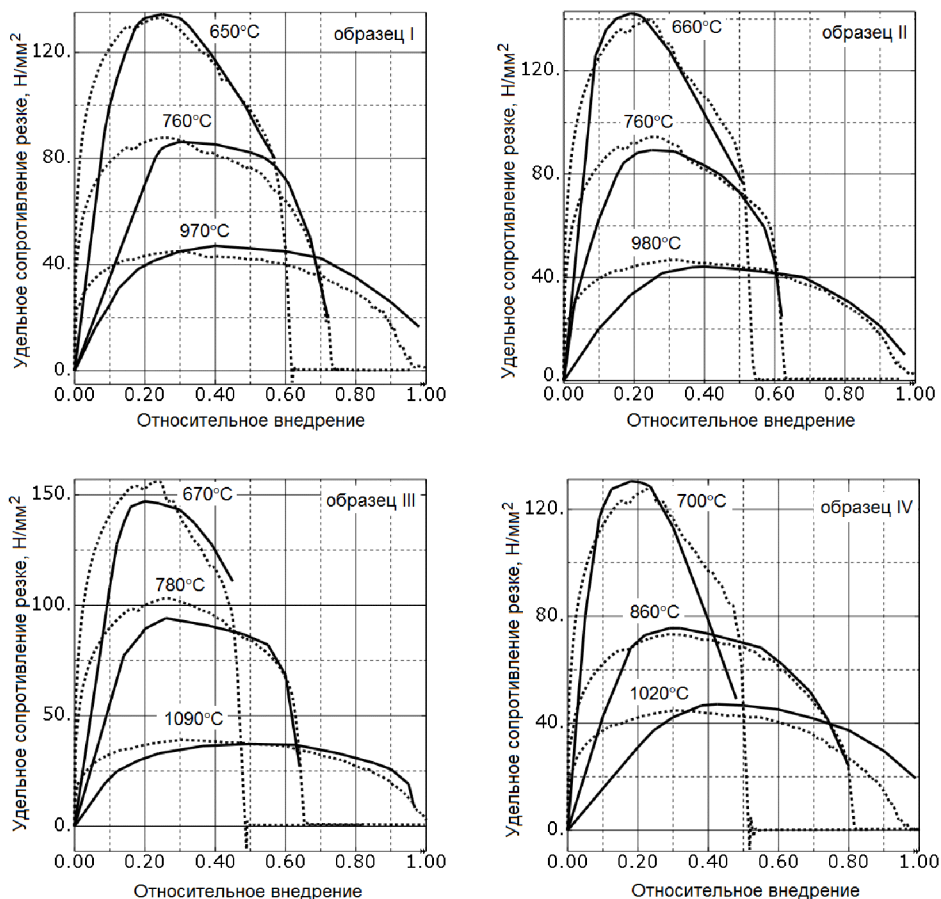


Рис. 1 – Кривые удельного сопротивления резке по результатам моделирования (пунктирная линия) и экспериментальным (сплошная линия) данным, согласно условий [1] (см. табл. 1)

По результатам моделирования были получены кривые удельного сопротивления резке (рис. 2) при различной скорости для условий [1] и определена удельная работа резки в зависимости от относительной скорости резки (рис. 3).

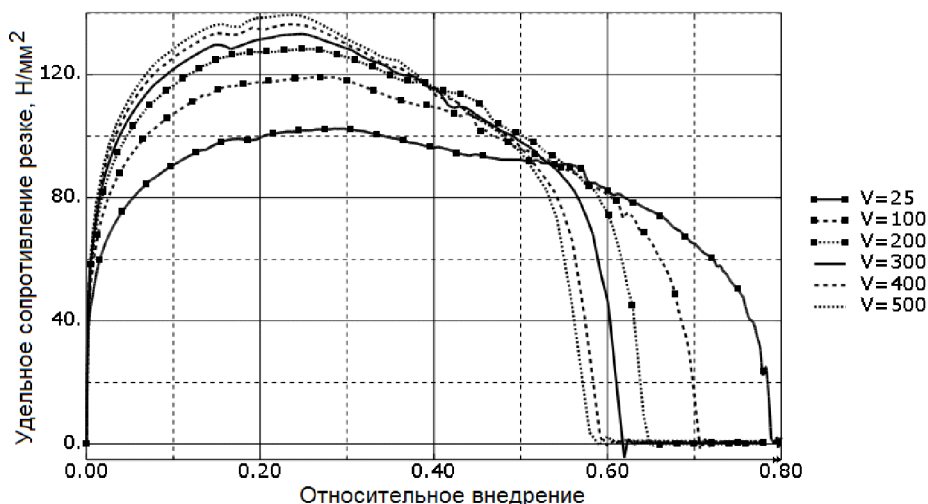


Рис. 2 – Кривые удельного сопротивления резке при различной скорости резки для образца I при температуре 650°C

Из рис. 2 видно, что удельное сопротивление резки существенно зависит от скорости резки, а именно с увеличением скорости увеличивается удельное сопротивление резке и уменьшается относительное внедрение ножей в металл, при котором наступает полное разделение заготовки. Следует отметить, что эти зависимости носят логарифмический характер. Данная тенденция наблюдается при всех моделируемых условиях [1] (см. табл. 1), а значение максимального удельного сопротивления резке τ_{max} изменяется в широком диапазоне и зависит от марки стали, но почти не зависит от температуры резки (табл. 2).

Таблица 2. Отношение максимального значения удельного сопротивления резке в исследуемом диапазоне относительной скорости резки

T, °C	Образец I			Образец II			Образец III			Образец IV		
	650	760	970	660	760	980	670	780	1090	700	860	1020
$\frac{\tau_{max}(20c^{-1})}{\tau_{max}(1c^{-1})}$	1,36	1,368	1,374	1,41	1,413	1,426	1,178	1,177	1,152	1,196	1,177	1,18

Анализ полученных зависимостей удельной работы резки показывает, что в большинстве представленных случаев (см. рис. 3), ее максимальное значение соответствует определенной величине относительной скорости резки в зависимости от температуры реализации процесса и марки стали.

Кроме того, на рис. 4 представлены отношения среднего сопротивления резки к его максимальному значению по результатам моделирования. Как можно видеть из представленных данных средние значения (сплошная линия) данного отношения вполне соответствуют рекомендациям работы [1], согласно которых $\tau_{cp} = (0,75 \dots 0,85) \cdot \tau_{max}$. Однако, как показывают результаты моделирования, при снижении относительной скорости резки разброс величины данного отношения возрастает.

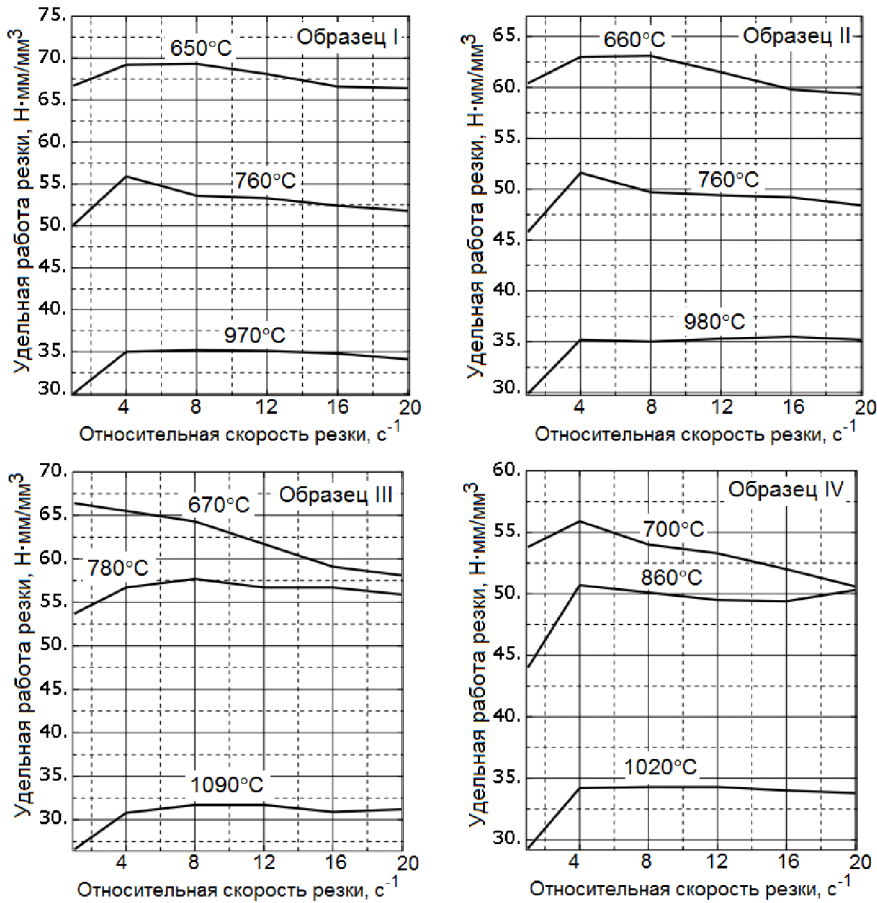


Рис. 3 – Удельная работа резки по результатам моделирования

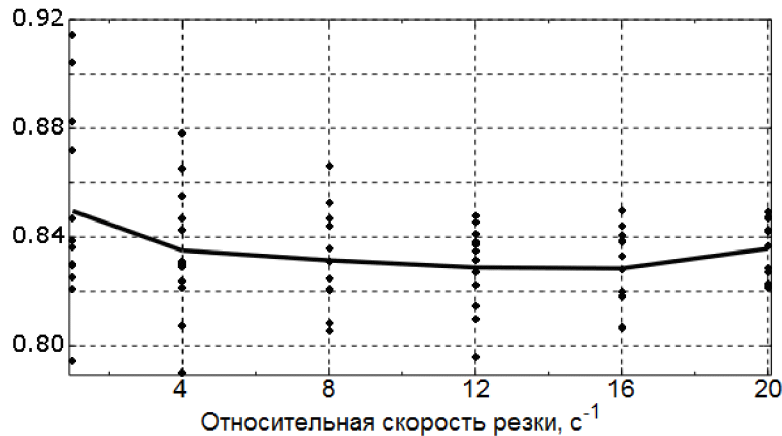


Рис. 4 – Отношение среднего удельного сопротивления резке к максимальному по результатам моделирования

Таким образом, можно утверждать, что скорость резки оказывает влияние на энергосиловые параметры процесса. При этом необходимо отметить, что степень влияния определяется не только скоростью резки, но и химическим составом разрезаемой стали. Существующие методы расчета требуют совершенствования за счет учета большего числа факторов и расширения представления о протекании процесса горячей резки.

По результатам работы можно сделать следующие **выводы**:

1. Увеличение скорости резки способствует повышению удельного сопротивления резке и уменьшению относительного внедрения ножей в металл, при котором наступает полное разделение заготовки, а сами зависимости носят логарифмический характер.

2. Удельная работа резки с увеличением скорости резки растет и принимает максимум при определенном ее значении, зависящем от марки стали и температуры резки, после чего наблюдается некоторый спад и стабилизация.

Результаты работы могут быть использованы при исследованиях и развитии методов расчета процесса горячей резки на ножницах.

Список литературы 1. Целиков А.И. Прокатные станы : учебник для вузов / А.И. Целиков, В.В. Смирнов. – М. : Metallurgizdat, 1958. – 432 с. 2. Королев А.А. Конструкция и расчет машин и механизмов прокатных станов / А.А. Королев. – М. : Metallurgiya, 1985. – 375 с. 3. Иванченко Ф.К. Розрахунок машин і механізмів прокатних цехів : Навч. посібник / Ф.К. Иванченко, В.М. Гребеник, В.І. Ширяев. К. : Вища шк., 1995. – 455 с. 4. Боровик П.В. Новые подходы к математическому моделированию технологических процессов обработки давлением: Монография / П.В. Боровик, Д.А. Усатюк. – Алчевск : ДонДТУ, 2011. – 299 с. 5. Боровик П.В. Влияние деформационного нагрева на результаты математического моделирования процесса резки на ножницах / П.В. Боровик. / Сборник научных трудов / ДонГТУ. – Алчевск, 2012. – Вып. 37. – С. 135-140. 6. Коновалов Ю.В. Расчет параметров листовой прокатки: Справочник / Ю.В. Коновалов, А.Л. Остапенко, В.И. Пономарев. – М. : Metallurgiya, 1986. – 430 с. 7. Паршин В.А. Деформируемость и качество / В.А. Паршин, Е.Г. Зудов, В.Л. Колмогоров. – М. : Metallurgiya, 1979. – 192 с.

Поступила до редколегії 24.10.2012

УДК 621.967.3:519.872

Оцінка впливу швидкості різання на енергосилові параметри процесу гарячого розділення на ножницях / Боровик П.В. Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2012. – №47(953). – С. 101-106. Бібліогр.: 7 назв.

Наведено результати теоретичних досліджень процесу гарячого різання на ножницях з урахуванням швидкості різання. Проаналізовано вплив швидкості різання на енергосилові параметри процесу різання на ножницях. Вказується на необхідність врахування швидкості різання з метою підвищення точності та розвитку методів розрахунку процесу гарячого різання на ножницях.

Ключові слова: ножниці, швидкість різання, енергосилові параметри

The results of theoretical research of the hot cutting process by shears with the account of cutting speed it was showed. Influence of cutting speed on the energy-power parameters of the cutting process by shears it was analyzed. Showed that needed to consider the cutting speed in order to increase accuracy and have developing of calculating methods for the hot cutting process by shears.

Keywords: shears, cutting speed, energy-power parameters.

УДК 621.771

В. С. ГАПОНОВ, докт. техн. наук, проф., НТУ «ХПІ»,
Ю. Д. МУЗЫКИН, канд. техн. наук, проф., НТУ «ХПІ»,
В. В. ТАТЬКОВ, канд. техн. наук, вед. научн. сотр., НТУ «ХПІ»,
С. М. ВЫШНИВЕЦКИЙ, зам. нач. ЦГПТЛ, ОАО «Запорожсталь»; Запорожье,
А. И. ВОЙТОВИЧ, механик ЦГПТЛ, ОАО «Запорожсталь», Запорожье,
П. П. МОСКАЛЕНКО, зам.гл.механика по прокатному производству,
ОАО «Запорожсталь», Запорожье

ПОВЫШЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ПРОКАТНОМ ОБОРУДОВАНИИ

Выполнен анализ причин разрушения резьбовых соединений в прокатном оборудовании и показано, что основным направлением повышения их несущей способности и надежности работы является жесткий контроль предварительной затяжки при котором данный параметр становится детерминированным.

© В. С. Гапонов, Ю. Д. Музыкин, В. В. Татьков, С. М. Вышнiveцкий,
А. И. Войтович, П. П. Москаленко, 2012