

5. Романюк Р. Я. Підвищення поздовжньої сталості процесу тонколистової прокатки на основі розвитку теоретичних положень щодо контактної взаємодії полоси з валками: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.03.05 «Процеси та машини обробки тиском» / Р. Я. Романюк. – Дніпропетровськ, 2012. – 19 с. 6. Максименко О. П. Уточнение модели контактно-гидродинамической смазки при прокатке / О. П. Максименко, Н. П. Подберезный // Изв. вузов. Черная металлургия. – 1997. – No10. – С.53-55. 7. Максименко О. П. Оценка устойчивости процесса прокатки по эпюрам контактных напряжений / О. П. Максименко, Р. Я. Романюк // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2010. – No2. – С.110-114. 8. Уточнение методики расчета энергосиловых параметров при холодной полосовой прокатке с большим градиентом удельных натяжений / Я. Д. Василев, Д. В. Коноводов, А. В. Дементуенко [и др.] // Обработка материалов давлением: сб. науч. трудов. – Краматорск: ДГМА. – 2010. – No2 (23). – С.190-194. 9. Кузнецов Л. А. Применение УВМ для оптимизации тонколистовой прокатки / Л. А. Кузнецов. – М.: Металлургия, 1988. – 304 с. 10. Василев Я. Д. Производство полосовой и листовой стали / Я. Д. Василев, М. М. Сафьян // «Вища школа», 1975. – 192 с.

Bibliography (transliterated): 1. Grudev A. P. Teorija prokatki: [учебник dlja vusov] / A. P. Grudev. – Moscow: Metallurgija, 1988. – 240 p. 2. Grudev A. P. Zachvativajushaja sposobnost` prokatnich valkov / A. P. Grudev. – Moscow: «SP Internet Inzhiniring», 1988. – 283 p. 3. Vasilev J. D. Teoriya pozdovzhnyoi prokatki / J. D. Vasilev, O. A. Minaev. – Doneck: UNITEK, 2009. – 488 p. 4. Kurs prokatki / A. P. Chekmarev, A. F. Samarin, P. T. Emel`janenko, K. I. Burcev. – HKharkov: ONTI, 1936. – 371 p. 5. Romanjuk R. J. Pidvischennya pozdovzhnyoi stalosti procesu tonkolistovoi prokatki na osnjvi rozvitku teoreticnich polozhen shodo kontaktnoi vzayemodii polosi z valkami: avtoref. dis. na zdjbuttya nauk. stupenya kand. techn. nauk: spez. 05.03.05 «Prozesi ta maschini obrobki tiskom» / R. J. Romanjuk. – Dnipropetrovs'k, 2012. – 19 p. 6. Maximenko O. P. Utochnenie modely kontaktno-gidrodinamicheskoyi smazki pri prokatke / O. P. Maximenko, N. P. Podberезnyj // Izv. vusov. Chernaja metallurgija. – 1997. – No10. – P.53–55. 7. Maximenko O. P. Ocenka ustoichivosti processa prokatki po epuram kontaktnih napryazheniy / O. P. Maximenko, R. J. Romanjuk // Metallurgicheskaya i gornorudnaya promischlennost`. – 2010. – No2. – P.110–114. 8. Utochnenie metodiki rascheta energosilovich parametrov pri holodnoy polosovoy prokatke s bolschim gradientom udel`nich natyazheniy / J. D. Vasilev, D. V. Konovodov, A. V. Dementienko [i dr.] // Obrabotka materialov davleniem: sb. nauch. trudov. – Kramatorsk: DGMA. – 2010. – No2 (23). – P.190–194. 9. Kuznecov L. A. Primenenie UVM dlya optimizacii tonkolistovoy prokatki / L. A. Kuznecov. – Moscow: Metallurgiya, 1988. – 304 p. 10. Vasilev J. D. Proisvodstvo polosovoy i listovoy stali / J. D. Vasilev, M. M. Saf'jan // «Vischa skola», 1975. – 192 p.

Надійшла (received) 15.10.2014

УДК 625.143.2

А. С. РУДЮК, канд. техн. наук, зам. ген. директора, ГП «УкрНТЦ «Енергосталь»;

Я. М. ПЫХТИН, председатель ТК 2/МТК 327, зав. отд., ГП «УкрНТЦ «Енергосталь»;

Л. И. ИВАНИСЕНКО, ст. науч. сотр., ГП «УкрНТЦ «Енергосталь»;

А. С. БЕСПОЯСОВА, мл. науч. сотр., ГП «УкрНТЦ «Енергосталь», Харьков

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫМ РЕЛЬСАМ ДЛЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

На основании результатов проведенного ранее сравнительного анализа требований европейского стандарта EN 13674-1:2011 «Железные дороги – Путь – Рельсы. Часть 1: Рельсы Виньоля 46 кг/м и более» [1] и российского стандарта ГОСТ Р 51685-2013 «Рельсы железнодорожные. Общие

технические условия» [2] и с учетом строительства нового рельсобалочного цеха разработан проект технических условий на высококачественные рельсы для железнодорожных магистральных путей.

Ключевые слова: рельсы, ресурс наработки тоннажа, технические требования, механические свойства, качество рельсов, химический состав.

Введение. В настоящее время условия эксплуатации железных дорог Украины, их перспектива вхождения в международную систему транспортных коридоров Европа – Азия требует развития и модернизации железнодорожного пути, использования новых энерго- и ресурсосберегающих технологий как при производстве, так и при эксплуатации элементов верхнего строения пути, в том числе и рельсов, что находит свое отражение в нормативных документах.

Для обеспечения эффективности ресурсосбережения при эксплуатации необходимо повышение качества железнодорожных рельсов, их надежности и эксплуатационной стойкости, которые определяют бесперебойную и безаварийную работу железнодорожного транспорта. От уровня требований нормативных документов зависит качество рельсов, их ресурс наработки пропущенного тоннажа и безопасность движения железнодорожного транспорта.

Актуальность разработки НД. В соответствии с решением в ноябре 2013 г. Межведомственной комиссии по рельсам и рельсовым скреплениям о необходимости разработки нормативного документа на высококачественные рельсы длиной до 100 м для использования их на железных дорогах Украины ГП «УкрНТЦ «Энергосталь» проводится работа по разработке проекта технических условий «Рельсы высококачественные для железных дорог широкой колеи».

Разработка такого нормативного документа, предусматривающего перспективные нормы и технические требования к рельсам, является актуальной и своевременной в связи с планируемым строительством нового рельсобалочного цеха на ПАО «МК «АЗОВСТАЛЬ».

Основой для разработки технических требований к высококачественным рельсам являются результаты проведенного ГП «УкрНТЦ «Энергосталь» сравнительного анализа требований наиболее современного и гармонизированного многими развитыми странами европейского стандарта на железнодорожные рельсы – EN 13674-1:2011 [Е] «Железные дороги – Путь – Рельсы. Часть 1: Рельсы Виньоля 46 кг/м и более» и нового российского стандарта ГОСТ Р 51685-2013 «Рельсы железнодорожные. Общие технические условия» [2].

В настоящее время максимальная длина рельсов для железных дорог широкой колеи по ДСТУ 4344:2004 [3] и другим нормативным документам

Украины составляет 25 м; по ГОСТ Р 51685-2013 – 100 м; по европейскому стандарту EN 13674-1:2011 (E) – свыше 60 м.

Задачи разработки и требования НД. Для повышения качества и конкурентоспособности рельсов в разрабатываемом проекте технических условий на рельсы необходимо дополнительно к действующим предусмотреть следующие требования:

- поставляемая длина рельсов – до 100 м;
- проведение контроля содержания водорода и кислорода в стали;
- введение, наряду с приемочными испытаниями, квалификационных испытаний рельсов (не реже одного раза в пять лет), предусматривающих, кроме сдаточных испытаний, определение вязкости разрушения (трещиностойкости), определение циклической долговечности и скорости развития усталостной трещины, остаточных напряжений в подошве рельса.

Трещиностойкость (статическая) K_{IC} рельсов должна быть не менее:

- одного образца – $30 \text{ МПа} \cdot \text{м}^{1/2}$;
- средняя для трех образцов – $32 \text{ МПа} \cdot \text{м}^{1/2}$.

Трещиностойкость (циклическая) K_{fC} при испытаниях полнопрофильных проб рельсов – не менее $28 \text{ МПа} \cdot \text{м}^{1/2}$.

Циклическая долговечность рельсов при усталостных испытаниях образцов из рельсов на растяжение-сжатие при постоянной полной амплитуде деформации 0,00135 – не менее $5 \cdot 10^6$ циклов.

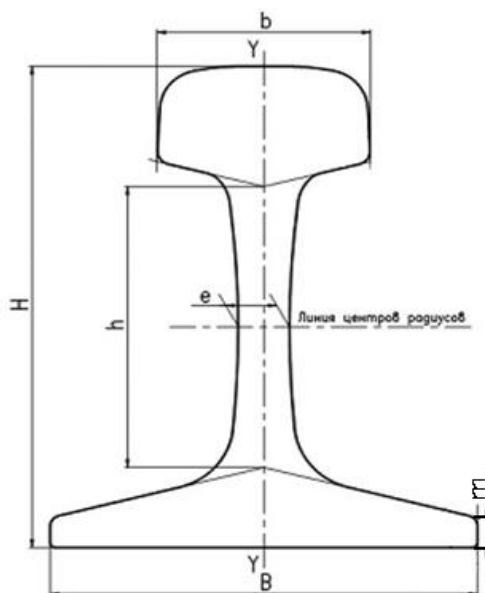


Рис. 1 – Основные размеры поперечного сечения рельса

Скорость развития усталостной трещины в термоупрочненных рельсах при испытаниях образцов из рельсов при размахе коэффициента интенсивности

напряжения $\Delta K = 10 \text{ МПа} \cdot \text{м}^{1/2}$ – не более $17 \text{ м}/10^9$ циклов, а при $\Delta K = 13,5 \text{ МПа} \cdot \text{м}^{1/2}$ – не более $55 \text{ м}/10^9$ циклов.

Остаточные напряжения в подошве рельса – не должны превышать $250 \text{ Н}/\text{мм}^2$.

Форма, основные размеры поперечного сечения рельсов и их предельные отклонения должны соответствовать приведенным на рис. 1 и в табл. 1 и 2.

Таблица 1. Основные размеры поперечного сечения рельсов

В миллиметрах

Размер поперечного сечения	Обозначение	Значение размеров рельсов типа			
		P50	UIC60	P65	P75
Высота рельса	H	152,0	172,0	180,0	192,0
Высота шейки	h	83,0	89,5	105,0	104,4
Ширина головки	b	72,0	74,3	75,0	75,0
Ширина подошвы	B	132,0	150,0	150,0	150,0
Толщина шейки	e	16,0	16,5	18,0	20,0
Высота боковой грани подошвы	m	10,5	11,5	11,2	13,5

Таблица 2. Предельные отклонения формы и размеров поперечного сечения рельсов

В миллиметрах

Параметры	Предельные отклонения параметров рельсов для классов профиля					
	P50		UIC60		P65 и P75	
	X	Y	X	Y	X	Y
Высота рельса	$\pm 0,5$	+0,8 -0,5	$\pm 0,6$	$\pm 0,8$	$\pm 0,6$	$\pm 0,8$
Высота шейки	$\pm 0,5$	$\pm 0,6$	$\pm 0,5$	$\pm 0,6$	$\pm 0,5$	$\pm 0,6$
Ширина головки	$\pm 0,5$	+0,6 -0,5	$\pm 0,5$	+0,6 -0,5	$\pm 0,5$	+0,6 -0,5
Ширина подошвы	$\pm 0,8$	+1,0 -1,5	$\pm 0,8$	+1,0 -1,5	$\pm 0,8$	+1,0 -1,5
Толщина шейки	+0,8 -0,5	+1,0 -0,5	+0,8 -0,5	+1,0 -0,5	+0,8 -0,5	+1,0 -0,5
Высота боковой грани подошвы	+0,75 -0,50	+1,0 -0,5	+0,75 -0,50	+1,0 -0,5	+0,75 -0,50	+1,0 -0,5
Отклонение формы поверхности катания головки от номинальной (по оси симметрии) для рельсов: класса прямолинейности А класса прямолинейности В	$\pm 0,4$		$\pm 0,4$		$\pm 0,4$	
	$\pm 0,5$		$\pm 0,5$		$\pm 0,5$	
Выпуклость подошвы (равномерная)	0,3	0,5	0,3	0,5	0,3	0,5
Вогнутость подошвы	не допускается					
Несимметричность головки относительно подошвы	$\pm 1,2$					
Примечание. По согласованию изготовителя с потребителем несимметричность головки рельса типа UIC60 относительно подошвы не должна превышать $\pm 1,3$.						

В ГОСТ Р 51685 [2] и EN 13674-1 рельсы подразделяют по точности размеров профиля на классы X и Y, которые в отличие от ДСТУ 4344 не увязаны с техническими характеристиками рельсов. В проекте технических условий рельсы также подразделяют на классы X и Y по точности изготовления профиля (классу профиля).

Далее приведены основные требования к высококачественным рельсам по проекту технических условий.

Длина рельсов и предельные отклонения по длине должны соответствовать приведенным в таблице 3.

Таблица 3. Длина рельсов и предельные отклонения по длине

Длина рельса, м	Предельные отклонения для рельсов класса профиля, мм		Наличие отверстий в шейке на концах рельсов
	X	Y	
25,00	+10 -20	± 25	Без отверстий
св. 25,00 до 100,00	± 30	± 50	
25,00 24,92 24,84	± 4	± 6	Отверстия на обоих концах
12,52	± 4	± 7	Отверстия на одном конце
12,50 12,46 12,42 12,38	± 4	± 7	Отверстия на обоих концах

Примечание 1. По согласованию с потребителем изготавливают рельсы другой длины, но не менее 6,0 м (с краткостью 0,1 м).

Примечание 2. Длина рельсов указана при температуре 20 °С. Результаты измерений, проведенных при других температурах, должны быть скорректированы с учетом температурного коэффициента линейного расширения рельсов.

Торцы рельсов должны быть перпендикулярными к продольной оси рельсов. Отклонения плоскости торцов от перпендикулярности не должно превышать 0,5 мм.

Требования к прямолинейности рельсов

Отклонение (d) от прямолинейности рельсов на базовой длине L для высококачественных рельсов должно соответствовать значениям, указанным в таблице 4.

Таблица 4. Предельные отклонения от прямолинейности рельсов

Участок рельса	Направление отклонения	Класс А		Класс В	
		d, мм	L, м	d, мм	L, м
Основная часть рельса	В вертикальной плоскости	≤ 0,30	3,0	≤ 0,40	3,0
		и		и	
	В горизонтальной плоскости	≤ 0,20	1,0	≤ 0,30	1,0
Концы рельса	В вертикальной	≤ 0,45	1,5	≤ 0,60	1,5
	Длина конца	2 м		1,5 м	
	В вертикальной	≤ 0,40	1,5	≤ 0,50	1,5

	плоскости вверх	$\leq 0,30$	и 1,0	$\leq 0,30$	1,0
	В вертикальной плоскости вниз	е не более 0,2 мм при F не менее 0,6 м *			
	В горизонтальной плоскости	$\leq 0,60$	и 2,0	$\leq 0,70$	1,5
		$\leq 0,40$	1,0		

Окончание таблицы 4

Переходная зона	Длина зоны	2 м		1,5 м	
	В вертикальной плоскости	$\leq 0,30$	2,0	$\leq 0,40$	1,5
	В горизонтальной плоскости	$\leq 0,60$	2,0	$\leq 0,60$	1,5
Рельс в целом	В вертикальной плоскости	Для рельсов длиной 25 м и более прогиб ≤ 10 мм			
		Для рельсов короче 25 м			
		Прогиб не более 1/2500 длины рельса		Прогиб не более 1/2200 длины рельса	
	В горизонтальной плоскости	Прогиб не более 46 мм на длине 25 м		Прогиб не более 52 мм на длине 25 м	

*е – нормируемая величина отклонения конца рельса вниз;

F – расстояние от торца до начала отклонения конца рельса вниз.

Определение участков рельса по длине приведено в таблице 5.

Скручивание не должно превышать 1,9 мм для рельсов класса А и 2,5 мм – для класса В.

Таблица 5. Определение участков рельса по длине

Участки рельса по длине, подлежащие контролю прямолинейности	
<p>1 Основная часть – участок рельса за вычетом участков длиной 2,0 м от торцов рельсов.</p> <p>2 Конец рельса – участок рельса длиной 1,5 м или 2,0 м от торца рельса.</p> <p>3 Переходная зона – участок рельса длиной 1,5 м или 2,0 м на расстоянии 1,0 м от торца рельса.</p> <p>4 Рельс в целом.</p>	
Расположение мест контроля прямолинейности	
<p>1 Контроль прямолинейности по поверхности катания головки рельса в вертикальной плоскости.</p> <p>2 Контроль прямолинейности по боковым граням головки в горизонтальной плоскости (5 – 10 мм ниже точки сопряжения выкружки и боковой грани).</p>	

Требования к технологии производства рельсов

Рельсы должны изготавливаться из непрерывнолитых заготовок из стали кислородно-конвертерного или электросталеплавильного производства, подвергнутой внепечной обработке и вакуумированию. Технология производства должна обеспечить отсутствие флокенов в рельсах. Массовая доля водорода в

жидкой стали перед разливкой не должна превышать 2,5 ppm для категорий 280, 320, 350 и 1,5 ppm для категории 370; массовая доля общего кислорода не должна превышать 20,0 ppm. Коэффициент вытяжки при прокатке рельсов типов Р50, UIC60 и Р65 должен быть не менее 9,6, при прокатке рельсов типа Р75 – не менее 7,6.

Технология производства и контроля качества рельсов должна предусматривать:

- удаление окалины при прокатке;
- правку рельсов в двух плоскостях на роликоправильных машинах (РПМ) и прессах;
- автоматический контроль точности профиля и отклонения от прямолинейности рельсов;
- автоматизированный ультразвуковой контроль внутренних дефектов по элементам поперечного сечения по всей длине рельса;
- автоматизированный неразрушающий контроль качества поверхности рельсов;
- систему идентификации рельсов по всему технологическому потоку.

Допускается однократная повторная правка на РПМ в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

В проекте технических условий установлены следующие технические требования к высококачественным рельсам:

- химический состав рельсовой стали, определяемый по ковшевой пробе, с классификацией ее по классам прочности (среднего значения твердости) – 280 – для нетермоупрочненных рельсов и 320, 350 и 370 – для термоупрочненных рельсов (таблица 6);

– в готовых рельсах допускаются отклонения по массовой доле химических элементов от норм, приведенных в таблице 6, %:

углерод.....	± 0,02
марганец.....	± 0,05
кремний.....	± 0,02
ванадий.....	+ 0,05
хром.....	± 0,01
азот.....	± 0,002
алюминий.....	+ 0,002
фосфор.....	+ 0,005
сера	+ 0,005
ниобий.....	+0,003;

– макроструктура рельсов должна соответствовать требованиям ДСТУ 3123 [4] или шкалам, согласованным с потребителем. В рельсах не допускаются

расслоения, внутренние трещины, пятнистая ликвация, темные и светлые корочки, инородные металлические и шлаковые включения;

– строчки оксидных включений длиной не более 0,5 мм;

– глубина обезуглероженного слоя на поверхности головки рельсов не более 0,5 мм;

– на поверхности рельса не должно быть раскатанных загрязнений, трещин, рванин, скворечников, плён, закатов, раковин от окалины, подрезов и вмятин, поперечных рисок и царапин;

– поверхность торцов рельсов должна быть без рванин, следов усадки в виде расслоений и трещин. Заусенцы и наплывы металла на кромках торцов должны быть удалены. Допускаются фаски до 3 мм по контуру головки и шейки и до 5 мм – по контуру подошвы;

Таблица 6. Химический состав рельсовой стали

В процентах

Категория прочности	Марка стали	Массовая доля элементов										
		Углерод	Марганец	Кремний	Ванадий	Титан	Азот	Ниобий	Хром	Фосфор	Сера	Алюминий
280	74Ф	0,69-0,80	0,80-1,30	0,18-0,40	0,030-0,070	-	-	-	-	0,025	0,020	0,005
	74Т	0,69-0,80	0,80-1,30	0,18-0,40	-	0,007-0,025	-	-	-	0,025	0,020	0,005
280 320 350	76Ф	0,71-0,82	0,80-1,30	0,25-0,60	0,030-0,070	-	-	-	-	0,025	0,020	0,005
	76Т	0,71-0,82	0,80-1,30	0,25-0,45	-	0,007-0,025	-	-	-	0,025	0,020	0,005
320 350 370	76ХФ	0,71-0,82	0,75-1,25	0,25-0,60	0,030-0,150	-	-	-	0,15-0,80	0,025	0,020	0,005
350 370	76ФБ	0,71-0,82	0,85-1,05	0,25-0,50	0,010-0,030	-	-	0,005-0,015	-	0,025	0,020	0,005
370	90АФ	0,83-0,95	0,75-1,25	0,25-0,60	0,080-0,150	-	0,010-0,020	-	-	0,025	0,020	0,005
	90ХАФ	0,83-0,95	0,75-1,25	0,25-0,60	0,080-0,150	-	0,010-0,020	-	0,20-0,60	0,025	0,020	0,005
	R400НТ	0,90-1,05	1,00-1,30	0,20-0,60	не более 0,030	-	не более 0,009	-	не более 0,30	0,025	0,020	0,004

Примечание 1. К обозначению марки стали добавляют спереди букву «К» для кислородно-конвертерной и букву «Э» для электропечной стали.

Цифры в обозначении марки стали (кроме марки R400НТ по DIN EN 13674-1[1]) указывают условно среднюю массовую долю углерода в сотых долях процента. Буквы «Ф», «Т», «Б» и «Х», стоящие после цифр, означают, что сталь содержит добавки ванадия, титана, ниобия и хрома соответственно.

В стали марки R400НТ буква «R» означает, что сталь предназначена для изготовления рельсов, число «400» – нижний предел твердости по Бринеллю, буквы «НТ» – термообработку.

Примечание 2. Рельсы категории 280 поставляют в нетермоупрочненном состоянии, категорий 320, 350 и 370 – термоупрочненными путем закалки поверхности катания головки с прокатного нагрева.

– механические свойства рельсов при испытаниях на растяжение и ударная вязкость при испытании на ударный изгиб должны соответствовать нормам, указанным в табл. 7;

Таблица 7. Механические свойства рельсов и ударная вязкость

Категория рельсов	Временное сопротивление, σ_b , Н/мм ²	Относительное удлинение, δ , %	Ударная вязкость КСУ, Дж/см ²
	не менее		
280	900	6,0	-
320	1080	6,0	15
350	1196	8,0	15
370	1280	9,0	15

– твердость рельсов должна соответствовать нормам, приведенным в табл. 8.

Таблица 8 – Твердость рельсов

Место определения	Значения твердости рельсов категорий, НВ			
	280	320	350	370
На поверхности катания головки	262-321	312-363	341-401	363-401 (400-440)
На глубине 10 мм от поверхности катания головки по вертикальной оси рельса	-	302-363	341-401	363-401 (≥ 390)
На глубине 10 мм от поверхности выкружки рельса	-	-	341-401	363-401 (≥ 390)
На глубине 20 мм от поверхности катания головки по вертикальной оси рельса	-	302-363	321-401	341-401 (≥ 370)
Примечание. для категории 370 в скобках приведены значения твердости для рельсов из стали марки R400HT.				

Выводы. Разработка проекта и внедрение технических условий на высококачественные рельсы будет способствовать производству и поставке на железные дороги высококачественных рельсов, обеспечивающих повышение эксплуатационной надежности, ресурсосбережения при эксплуатации и уровня безопасности движения на железнодорожном транспорте, доступу украинских товаропроизводителей на мировые рынки рельсов и их участие в международной производственной кооперации и привлечению инвестиций.

Список литературы: 1. Railway applications – Track – Rail – Part 1: Vignole railway rails 46 kg/m and above. (Железные дороги – Путь – Рельсы. Часть 1: Рельсы Виньоля 46 кг/м и более) EN 13674-1:2011 – [Дата введения в действие 2011-02-09]. 2. Рельсы железнодорожные. Общие технические условия ГОСТ Р 51685-2013 – [Дата введения в действие 01.07.2014] – 102 с. – (Национальный стандарт

Российской Федерации). 3. Рейки звичайні для залізниць широкої колії. Загальні технічні умови. (Рельсы обычные для железных дорог широкой колеи. Общие технические условия) ДСТУ 4344:2004 – [Дата введення в действие 2005-10-01]. – К.: Держспоживстандарт України 2004. – IX, 28 с. – (Национальный стандарт Украины). 4. Рейки залізничні. Метод оцінки макроструктури. (Рельсы железнодорожные. Метод оценки макроструктуры) ДСТУ 3123-95 – [Дата введення в действие 01.07.1996]. – К.: Держспоживстандарт України. – 106 с. – (Национальный стандарт Украины).

Bibliography (transliterated): 1. Railway applications – Track – Rail – Part 1: Vignole railway rails 46 kgm and above. (Zheleznye dorogi – Put' – Rel'sy. Chast' 1: Rel'sy Vin'olja 46 kgm i bolee) EN 13674-1:2011 – [Data vvedeniya v dejstvie 2011-02-09]. 2. Rel'sy zheleznodorozhnye. Obshhie tehniczeskie uslovija GOST R 51685-2013 – [Data vvedeniya v dejstvie 01.07.2014] – 102 p. – (Nacional'nyj standart Rossijskoj Federacii). 3. Rejky zvychajni dlja zaliznyh' shyrokoj' kolii'. Zagal'ni tehniczni umovy. (Rel'sy obychnye dlja zheleznyh' dorog shirokoj' kolei. Obshhie tehniczeskie uslovija) DSTU 4344:2004 – [Data vvedeniya v dejstvie 2005-10-01]. – Kyev: Derzhspozhivstandart Ukraini 2004. – IX, 28 p. – (Nacional'nyj standart Ukrainy). 4. Rejky zaliznychni. Metod ocenki makrostruktury. (Rel'sy zheleznodorozhnye. Metod ocenki makrostruktury) DSTU 3123-95 – [Data vvedeniya v dejstvie 01.07.1996]. – Kyev: Derzhspozhivstandart Ukraini. – 106 p. – (Nacional'nyj standart Ukrainy).

Поступила (received) 10.11.2014

УДК 621.923

И. А. РЯБЕНКОВ, канд. техн. наук, ГП ХМЗ “ФЭД», Харьков;
Ф. В. НОВИКОВ, докт. техн. наук, ХНЭУ, Харьков

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭНЕРГОЕМКОСТИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСЛОВИЙ ЕЕ УМЕНЬШЕНИЯ

В работе получены аналитические зависимости для определения энергоемкости обработки при резании лезвийными и абразивными инструментами. Установлено, что при шлифовании энергоемкость обработки всегда больше, чем при резании лезвийными инструментами в связи с отрицательными передними углами режущих абразивных зерен и трением связки круга с обрабатываемым материалом. Показано, что на энергоемкость обработки существенное влияние оказывает радиальная составляющая силы резания. Полученные теоретические решения использованы при выборе оптимальных методов механической обработки деталей машин.

Ключевые слова: механическая обработка, шлифование, точение, обрабатываемый материал, энергоемкость обработки, сила резания, производительность обработки, единичное зерно.

Введение. Создание конкурентоспособной машиностроительной продукции требует обеспечения условий высококачественной обработки деталей машин за счет существенного снижения силовой и тепловой напряженности процесса резания лезвийными и абразивными инструментами. Это достигается применением прогрессивных конструкций инструментов и оптимальных условий обработки, снижающих интенсивность трения в зоне резания и обеспечивающих высокую остроту режущих кромок инструмента, в результате чего снижается энергоемкость обработки – обобщенный показатель