

УДК 621.791.037

©Роянов В.А.<sup>1</sup>, Коросташевский П.В.<sup>2</sup>**О КОЭФФИЦИЕНТЕ КРИТИЧЕСКОГО ПРОГИБА ЛОБОВЫХ КРОМОК ЛИСТОВ И ЛИСТОВЫХ ПОЛОТНИЩ ПРИ ИХ ПЕРЕМЕЩЕНИИ ПО НЕПРИВОДНЫМ РОЛИКОВЫМ ПОЛЯМ ЛИНИЙ СБОРКИ И СВАРКИ**

Установлено, что критические прогибы лобовой кромки листов и листовых полотнищ различных толщин из различных материалов при их перемещении по роликам одинаковых наружных диаметров отличаются незначительно. Выведен коэффициент критического прогиба и упрощенная формула расчета основного параметра неприводных роликовых полей с использованием этого коэффициента.

**Ключевые слова:** лобовая кромка, лист, листовое полотнище, критический прогиб, коэффициент.

*Роянов В.О., Коросташевський П.В. Про коефіцієнт критичного прогину лобових кромок листів і листових полотнищ при їх переміщенні по непривідним роликовим полям ліній збирання і зварювання. Встановлено, що критичні прогини лобової кромки листів і листових полотнищ різної товщини із різних матеріалів при їх переміщенні по роликам однакових зовнішніх діаметрів відрізняються незначно. Виведено коефіцієнт критичного прогину і спрощена формула розрахунку основного параметру непривідних роликових полів з використанням цього коефіцієнту.*

**Ключові слова:** лобова кромка, лист, листове полотнище, критичний прогин, коефіцієнт.

*V.O. Royanov, P.V. Korostashevsky. On the critical bent coefficient of front sheet edges and sheet panels when transporting at their motion through dead roller areas of welding and assembly lines. It was determined that the critical deflections of sheets and sheet panels of the different thicknesses and materials when they were moved upon the rolls of the same outer diameters were differed but slightly. The critical deflection coefficient and simple formula for the calculation of dead roller fields main parameter with this coefficient were determined.*

**Keywords:** front edge, sheet, sheet panel, critical deflection, coefficient.

**Постановка проблемы.** Существующие методики расчета основных параметров роликовых полей относительно сложны. Поэтому, дальнейшее исследование условий транспортирования листовых полотнищ по неприводным роликовым полям и разработка упрощенных методик расчета их основных параметров является важной научной и практической задачей.

**Анализ последних исследований и публикаций.** В поточно-механизированных линиях сборки и сварки листовых полотнищ полотнища перемещаются по неприводным роликовым полям. Роликовое поле является одним из главных элементов поточной механизированной линии, связывающим отдельные стенды между собой, определяющим работу транспортной системы и нормальное перемещение изделия. Возможности транспортирования листовых полотнищ в зоне различных стендов, предельно насыщенных оборудованием, особенно – в стендах автоматической сварки первой стороны листовых полотнищ, во многом определяются конструкцией роликовых полей, что, в свою очередь, предопределяет универсальность, металлоемкость и энергоемкость оборудования линий в целом. В публикациях [1-5] уделено достаточно внимания этой проблеме, в том числе, разработаны методики расчета критических вылетов и критических прогибов лобовой кромки полотнища при его перемещении по неприводному роликовому полю, выведена формула для определения критического шага роликов. Показан механизм взаимодействия лобовой кромки листового полотнища с неприводными роликами при

<sup>1</sup> д-р техн. наук, проф., ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

<sup>2</sup> канд. техн. наук, главный инженер проекта НТК ЧАО «АЗОВЭЛЕКТРОСТАЛЬ», г. Мариуполь

перемещении по ним. Однако, существующие методики относительно сложны, их формулы включают большое количество элементов, что требует их совершенствования с целью упрощения для использования в практических расчетах.

**Цель статьи** – совершенствование методик расчета основных параметров неприводных роликовых полей путем вывода и применения коэффициента критического прогиба лобовой кромки.

**Изложение основного материала.** В настоящей работе приведены результаты дальнейших исследований взаимодействия лобовой кромки листов и листовых полотнищ при их перемещении по неприводным роликовым полям. При анализе значения критических прогибов лобовой кромки для листов различных толщин из различных материалов и роликов различных диаметров по кругу катания видно, что критические прогибы для листов разных толщин, но для роликов одинаковых наружных диаметров отличаются незначительно. При определении соотношения критических прогибов лобовой кромки и диаметров роликов разделив критический прогиб  $f_{kp}$  на наружный диаметр ролика  $D_p$ , получим практически не изменяющуюся величину. Назовем это отношение коэффициентом критического прогиба:

$$K_{f_{kp}} = \frac{f_{kp}}{D_p}. \quad (1)$$

Рассчитанные по формуле (1) коэффициенты критического прогиба  $K_{f_{kp}}$  для листов сталей 09Г2С, 12Х18Н10Т, 10Х11Н23Т3МР, алюминия АД0 и латуни Л70 толщиной 4, 6, 8, 10, 12 и  $16 \times 10^{-3}$  м и роликов различных диаметров показывают, что коэффициент критического прогиба является незначительно изменяющейся величиной (табл. 1).

Таблица 1

Значения коэффициентов критического прогиба  $K_{f_{kp}}$  лобовой кромки для листов различных толщин и материалов при перемещении по роликам различных диаметров

Толщина листов, $h \times 10^{-3}$ м	Диаметры роликов / диаметры цапф (подшипников), $D_p/d_n, \times 10^{-3}$ м							
	100/25	120/30	160/35	200/40	250/45	280/50	320/55	360/60
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Коэффициент $K_{f_{kp}}$ для листов из стали 09Г2С								
4,0	0,3512	0,3480	0,3563	0,3590	0,3612	0,3580	0,3560	0,3536
6,0	0,3554	0,3527	0,3622	0,3660	0,3694	0,3668	0,3656	0,3639
8,0	0,3579	0,3555	0,3658	0,3703	0,3744	0,3772	0,3715	0,3703
10,0	0,3597	0,3575	0,3683	0,3732	0,3779	0,3760	0,3756	0,3748
12,0	0,3610	0,3590	0,3701	0,3754	0,3806	0,3778	0,3787	0,3781
16,0	0,3628	0,3611	0,3728	0,3786	0,3843	0,3828	0,3832	0,3829
Коэффициент $K_{f_{kp}}$ для листов из стали 12Х18Н10Т								
4,0	0,3512	0,3479	0,3561	0,3589	0,3610	0,3578	0,3558	0,3534
6,0	0,3553	0,3526	0,3621	0,3659	0,3692	0,3666	0,3654	0,3637
8,0	0,3579	0,3555	0,3657	0,3701	0,3743	0,3720	0,3713	0,3701
10,0	0,3596	0,3574	0,3682	0,3731	0,3778	0,3758	0,3755	0,3746
12,0	0,3609	0,3589	0,3701	0,3753	0,3804	0,3787	0,3786	0,3780
16,0	0,3627	0,3610	0,3727	0,3785	0,3842	0,3827	0,3831	0,3828
Коэффициент $K_{f_{kp}}$ для листов из стали 10Х11Н23Т3МР								
4,0	0,3499	0,3465	0,3544	0,3568	0,3586	0,3552	0,3529	0,3503
6,0	0,3543	0,3514	0,3606	0,3641	0,3672	0,3644	0,3630	0,3611
8,0	0,3569	0,3544	0,3644	0,3686	0,3724	0,3700	0,3692	0,3678
10,0	0,3588	0,3565	0,3670	0,3717	0,3761	0,3740	0,3735	0,3724
12,0	0,3601	0,3580	0,3690	0,3740	0,3789	0,3770	0,3768	0,3760
16,0	0,3621	0,3602	0,3717	0,3773	0,3828	0,3812	0,3814	0,3810
Коэффициент $K_{f_{kp}}$ для листов из алюминия АД0								
4,0	0,3521	0,3490	0,3575	0,3605	0,3630	0,3599	0,3581	0,3558

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
6,0	0,3562	0,3535	0,3633	0,3673	0,3709	0,3684	0,3673	0,3658
8,0	0,3586	0,3563	0,3667	0,3714	0,3758	0,3736	0,3731	0,3720
10,0	0,3603	0,3582	0,3691	0,3742	0,3791	0,3773	0,3771	0,3763
12,0	0,3615	0,3596	0,3709	0,3764	0,3817	0,3800	0,3801	0,3796
16,0	0,3633	0,3616	0,3735	0,3794	0,3853	0,3839	0,3843	0,3842
Коеффициент $K_{fкр}$ для листов из латуни Л70								
4,0	0,3470	0,3432	0,3504	0,3521	0,3531	0,3493	0,3466	0,3435
6,0	0,3519	0,3487	0,3572	0,3601	0,3625	0,3594	0,3575	0,3552
8,0	0,3549	0,3521	0,3614	0,3651	0,3683	0,3656	0,3643	0,3625
10,0	0,3569	0,3544	0,3643	0,3685	0,3724	0,3699	0,3691	0,3676
12,0	0,3584	0,3561	0,3665	0,3711	0,3754	0,3732	0,3726	0,3715
16,0	0,3606	0,3585	0,3696	0,3747	0,3797	0,3779	0,3778	0,3771

Незначительные изменения коэффициента критического прогиба в зависимости от толщины листов и диаметров роликов для листов из стали 09Г2С просматриваются на графиках (рис. 1 и рис. 2) и диаграмме (рис. 3).

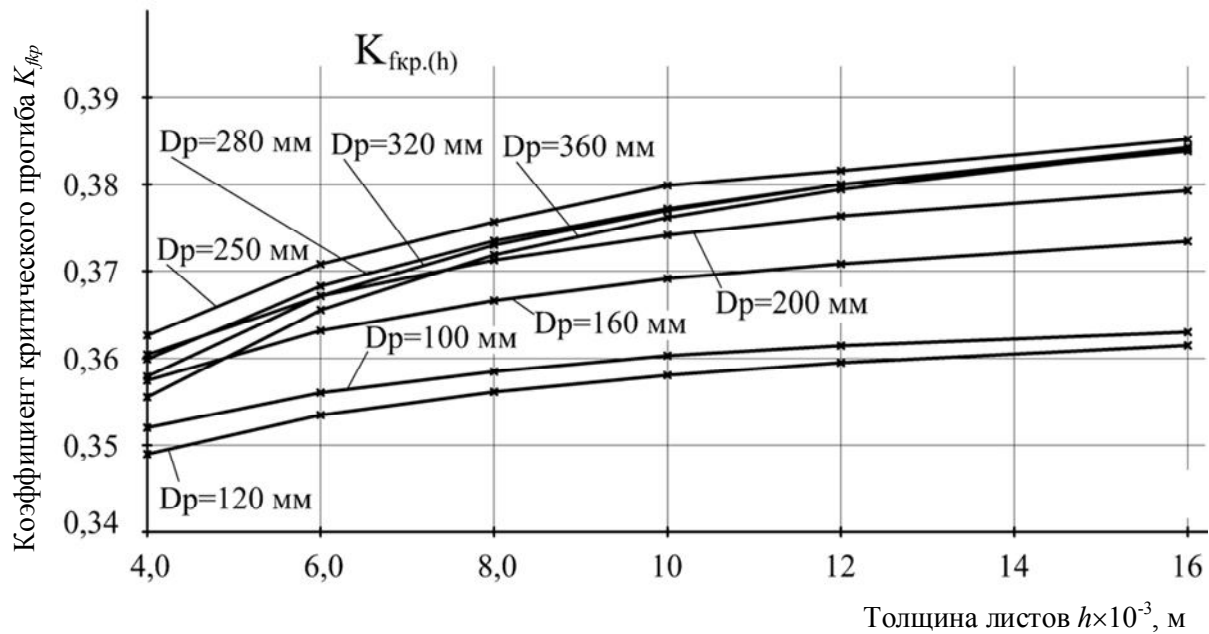


Рис. 1 – Изменение коэффициента критического прогиба  $K_{fкр}$  лобовой кромки листовых полотнищ из стали 09Г2С с изменением толщины листов

По графикам изменения коэффициента критического прогиба  $K_{fкр}$  с изменением толщины листов  $h$  (рис. 1 и диаграмма рис. 3) видно незначительное увеличение коэффициента  $K_{fкр}$  с увеличением толщины листов для каждого диаметра роликов.

Графики изменения коэффициента  $K_{fкр}$  с изменением диаметров роликов (рис. 2 и диаграмма рис. 3) показывают его незначительное увеличение, а затем некоторое уменьшение с увеличением диаметров дисков роликов. При этом характер графиков и диаграммы зависит от соотношения диаметров цапф (внутренних диаметров подшипников) роликов  $d_n$  и диаметров дисков по кругу катания.

Из-за изменения этого соотношения незначительно меняются величины критического вылета и критического прогиба лобовой кромки. При одинаковом соотношении  $d_n$  для всех диаметров роликов по кругу катания значения  $K_{fкр}$  с ростом диаметров роликов  $D_p$  плавно уменьшаются (рис. 4). Однако на практике при конструктивном выборе диаметров роликов и

диаметров цапф с увеличением диаметра роликов по кругу катания диаметр цапф роликов  $d_n$  изменяется незначительно, что трансформирует форму графиков  $K_{fkr}$  (рис. 2). Это видно по графику изменения  $K_{fkr}$  в зависимости от диаметров роликов для листов толщиной 8мм из стали 09Г2С с реальным соотношением диаметров цапф  $d_n$  и диаметров дисков роликов  $D_p$  (рис. 2).

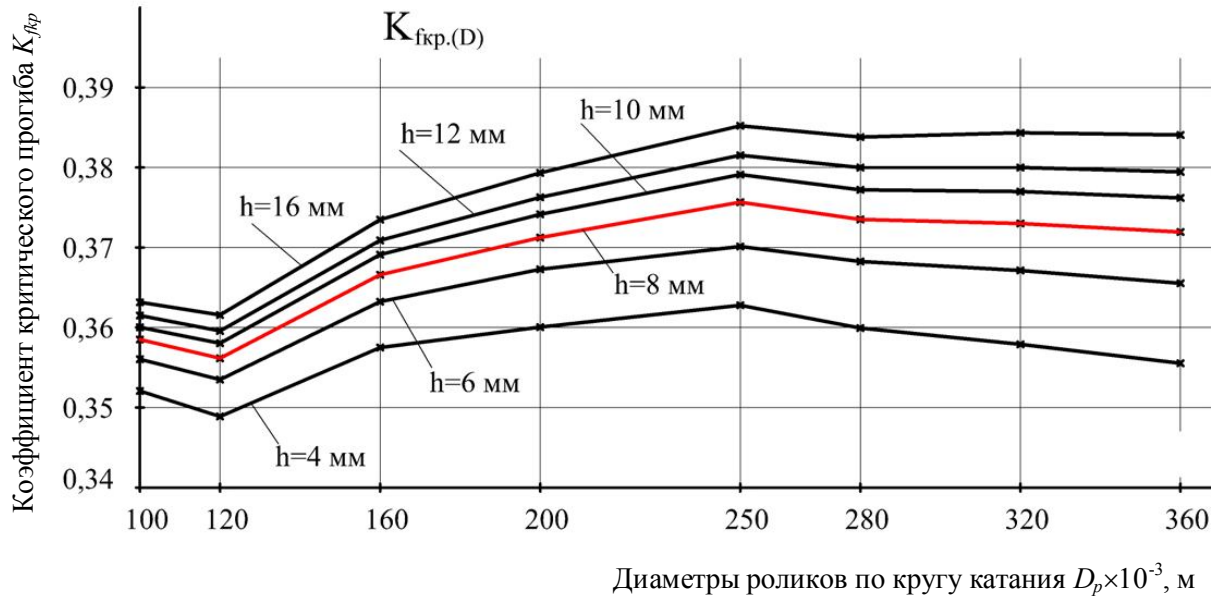


Рис. 2 – Изменение коэффициента критического прогиба  $K_{fkr}$  лобовой кромки листовых полотниц из стали 09Г2С с изменением диаметров роликов роликового поля

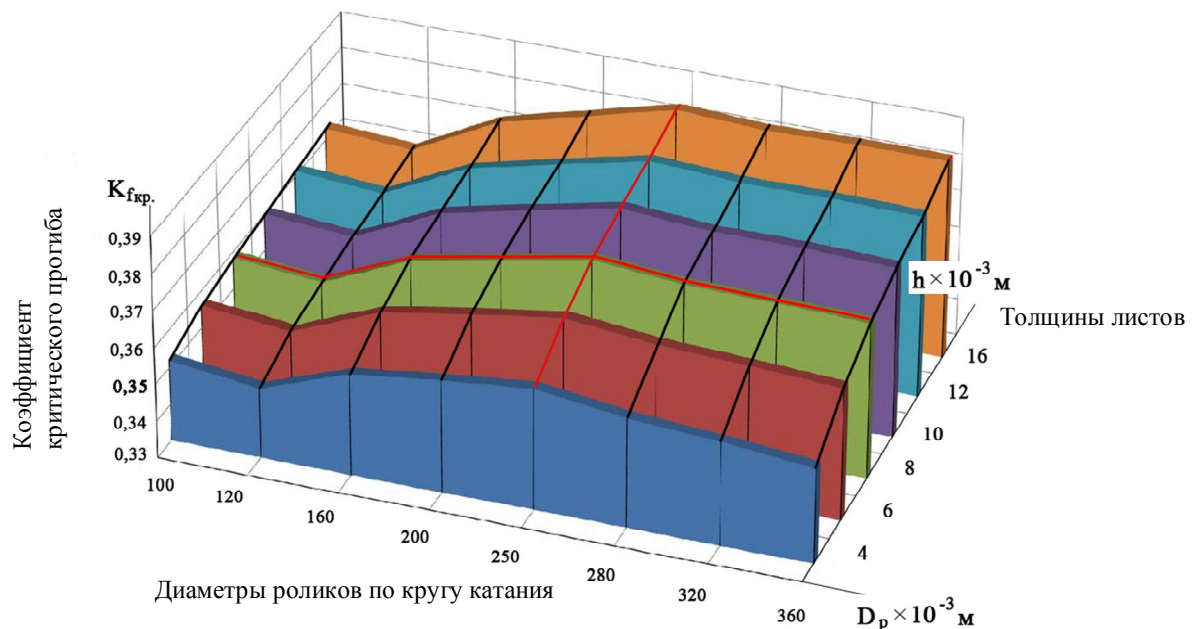


Рис. 3 – Диаграмма изменения коэффициента критического прогиба  $K_{fkr}$  лобовой кромки листовых полотниц из стали 09Г2С толщиной 4, 6, 8, 10, 12 и 16  $\times 10^{-3}$  м

Значения коэффициентов критического прогиба для листов из различных материалов практически одинаковые, что позволяет использовать этот коэффициент как постоянную величину для формулы расчета критического вылета лобовой кромки.

Из формулы коэффициента критического прогиба (1) критический прогиб:

$$f_{kp} = K_{f_{kp}} D_p. \quad (2)$$

Приравнявая полученное значение  $f_{kp}$  из формулы (2) и из ранее полученных формул ((1)) получим:

$$K_{f_{kp}} D_p = \frac{243}{80} K_{TM} l_{kp}^4. \quad (3)$$

Из формулы (3) выводим формулу для расчета величины критического вылета лобовой кромки  $l_{kp}$  с использованием коэффициента критического прогиба  $K_{f_{kp}}$ :

$$l_{kp} = \sqrt[4]{\frac{80 K_{f_{kp}} D_p}{243 K_{TM}}} = 0,758 \sqrt[4]{\frac{K_{f_{kp}} D_p}{K_{TM}}}; \quad l_{kp} = 0,758 \sqrt[4]{\frac{K_{f_{kp}} D_p}{K_{TM}}}. \quad (4)$$

При уменьшении соотношения диаметров цапф и диаметров дисков роликов при увеличении диаметров последних диапазон значений коэффициента критического прогиба уменьшается. Это дает возможность выбрать значения конструктивных коэффициентов критического прогиба лобовой кромки для практического использования при расчетах прогибов консольно свисающих кромок листов и листовых полотнищ различных толщин из различных материалов для роликов оптимальных диаметров (рис. 4 – красной линией отмечены конструктивные значения соотношения диаметров роликов и их цапф).

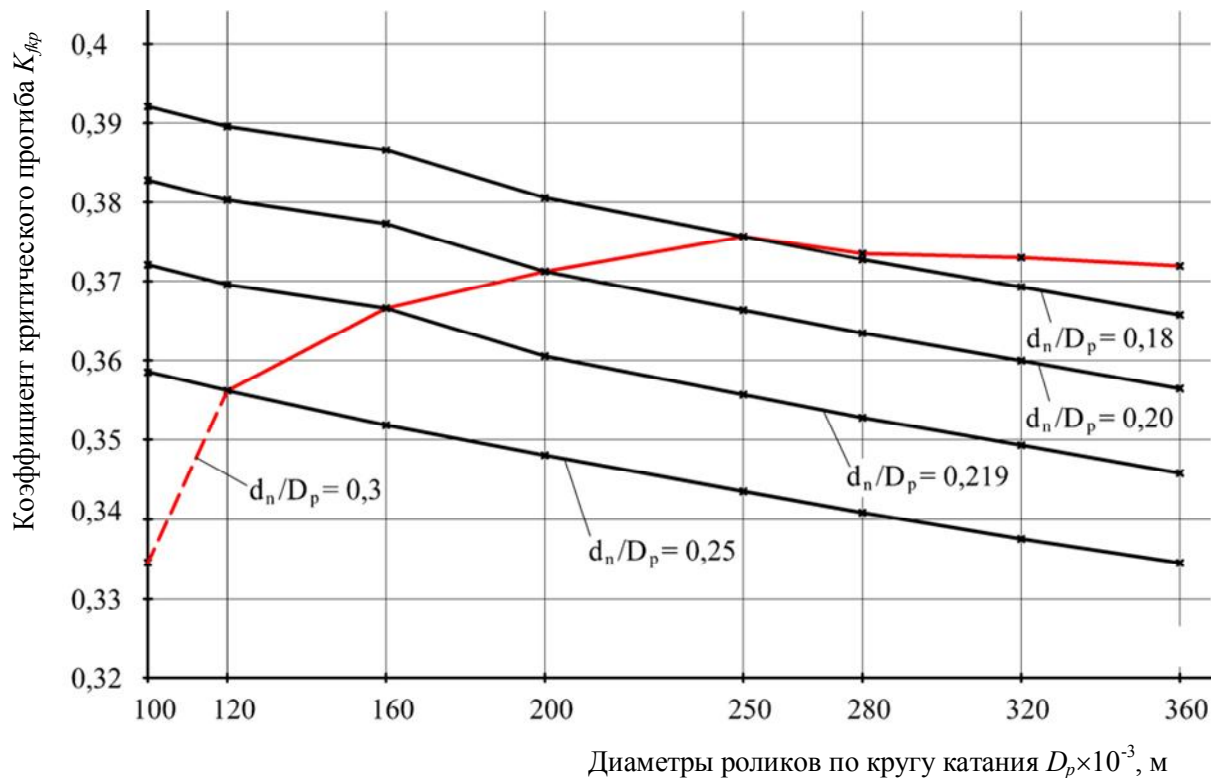


Рис. 4 – Изменение коэффициента критического прогиба  $K_{f_{kp}}$  лобовой кромки листовых полотнищ из стали 09Г2С толщиной 8 мм для различных диаметров роликов  $D_p$  и соотношений диаметров роликов и их цапф  $d_n/D_p$

Приведенные (табл. 2) значения конструктивных коэффициентов критического прогиба позволяют существенно упростить и ускорить процедуры практических расчетов критических параметров неприводных роликовых полей (в первую очередь, критических вылетов лобовой кромки и шагов роликов) при разработке специального технологического оборудования линий сборки и сварки листовых полотнищ и иных рольганговых комплексов оборудования для транспортирования листов.

Дальнейшие исследования в этом направлении позволят разработать алгоритм программы для расчета параметров, необходимых для конструирования неприводных роликовых полей.

Таблиця 2

Значения конструктивных коэффициентов критического прогиба  $K_{кр}$  для листов различных толщин и роликов различных диаметров

Толщина листов, $h, \times 10^{-3}$ м	Диаметры роликов, $D_p, \times 10^{-3}$ м							
	100	120	160	200	250	280	320	360
4,0	0,350	0,350	0,360	0,360	0,365	0,360	0,360	0,360
6,0	0,355	0,355	0,365	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370
8,0	0,360	0,360	0,370		0,375	0,375	0,375	0,375
10,0				0,375	0,380	0,380	0,380	0,380
12,0								
16,0	0,365	0,365	0,375	0,380	0,385	0,385	0,385	0,385

**Выводы**

1. При исследовании критических прогибов консольно свисающих лобовых кромок листов и листовых полотнищ различных толщин из различных материалов выяснено, что критические прогибы лобовых кромок для роликов одинаковых наружных диаметров отличаются незначительно. Делением критических прогибов на наружный диаметр роликов получен практически не изменяющийся для листов различных толщин из различных материалов коэффициент - коэффициент критического прогиба лобовой кромки.
2. Установлено, что конструктивные значения коэффициента критического прогиба для разных толщин листов и диаметров роликов находятся в пределах 0,350 – 0,385. Выведена формула для расчета величины критического вылета лобовой кромки листов (листовых полотнищ) с использованием коэффициента критического прогиба, что упрощает расчеты основных параметров неприводных роликовых полей.

**Список использованных источников:**

1. Роянов В.А. Выбор параметров роликового поля линий сборки и сварки тонколистовых полотнищ / В.А. Роянов, П.В. Коросташевский // Автоматическая сварка. – 2007. – №7. – С. 19– 24.
2. Роянов В.А. Определение оптимального соотношения шага роликов и расстояния между смежными рядами роликов транспортных систем линий сборки и сварки тонколистовых полотнищ / В. А. Роянов, П.В. Коросташевский // Вісник Приазовського державного технічного університету. – Маріуполь, 2008. – №18. – С. 184 – 187.
3. Роянов В.А. Принципы конструирования оборудования транспортных систем универсальных линий сборки и сварки листовых полотнищ / В. А. Роянов, П.В. Коросташевский // Вісник Донбаської державної машинобудівної академії. – Краматорськ, 2010. - №2(19). – С. 245 – 250.
4. Пат. 32090 Україна, МПК В23К 37/04. Установка для зварювання листових полотнищ / Коросташевський П.В., Роянов В.О., Нікітченко С.П., Готовченко І.В. - № u200709907; заявл.04.09.2007; опубл. 12.05.2008, Бюл. №9.
5. Пат. 61072 Україна, МПК В23К 37/04. Поточкова механізована лінія для складання й зварювання листових полотнищ / Коросташевський П.В., Роянов В.О. - № u201014473; заявл.03.12.2010; опубл. 11.07.2011, Бюл. №13.

**Bibliography:**

1. Royanov V.A. Selection of parameters of the roller field of the line of sheet panel assembly and welding / V. A. Royanov, P. V. Korostashevsky // Automatic welding. – 2007. – №7. – P. 19– 24. (Rus.)
2. Royanov V.A. Definition the optimal relation rollers spacing and distance between the rows of rollers of the transport systems lines of thinly sheet panels assembly and welding / V. A. Royanov, P. V. Korostashevsky // Herald of the Mariupol State Technical University. – Mariupol, 2008. – №18. – P. 184 – 187. (Rus.)
3. Royanov V.A. The design's principles of the equipment of the transport systems universal lines of

- the sheet panels assembly and welding / V. A. Royanov, P. V. Korostashevsky // Herald of the Donbass State Engineering Academy. – Kramatorsk, 2010. - №2(19). – P. 245 – 250. (Rus.)
4. Pat. 32090 Ukraine, IPC B23K 37/04. The mounting for the welding of the sheet panels / Korostashevsky P. V., Royanov V.A., Nikitchenko S. P., Gotovchenko I. V. - № u200709907; decl. 04.09.2007; publ. 12.05.2008, Bul. №11. (Ukr.)
  5. Pat. 61072 Ukraine, IPC B23K 37/04. The stream mechanize line of the sheet panels assembly and welding / Korostashevsky P. V., Royanov V.A.- № u201014473; decl. 03.12.2010; publ. 11.07.2011, Bul. №13. (Ukr.)

Рецензент: А.Д. Размышляев  
д-р техн. наук, проф. ГВУЗ «ПГТУ»

Статья поступила 28.03.2012

УДК 621.791.927.5

©Размышляев А.Д.<sup>1</sup>, Миронова М.В.<sup>2</sup>, Ярмонов С.В.<sup>3</sup>, Выдмыш П.А.<sup>4</sup>

#### ОСОБЕННОСТИ ПРОПЛАВЛЕНИЯ ОСНОВНОГО МЕТАЛЛА ПРИ ДУГОВОЙ НАПЛАВКЕ С ВОЗДЕЙСТВИЕМ ПОПЕРЕЧНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ

*Показано, что при дуговой наплавке под флюсом, когда проволока и основной металл из немагнитных материалов, воздействием поперечного магнитного поля, возможно уменьшить глубину проплавления основного металла в 2 раза.*

**Ключевые слова:** дуговая наплавка, поперечное магнитное поле, индукция магнитного поля, геометрические параметры валика.

**Размышляев О.Д., Миронова М.В., Ярмонов С.В., Выдмыш П.А. Особливості проплавлення основного металу при дуговому наплавленні з дією поперечного магнітного поля.** Показано, що при дуговому наплавленні під флюсом, коли дріт і основний метал з немагнітних матеріалів, дією поперечного магнітного поля, можливо зменшити глибину проплавлення основного металу в 2 рази.

**Ключові слова:** дугове наплавлення, поперечне магнітне поле, індукція магнітного поля, геометричні параметри валика.

**O.D. Razmyshljaev, M.V. Mironova, S.V. Yarmonov, P.O. Vydmysh. Parent metal penetration features at arc surfacing with transversal magnetic-field action.** It was shown that the penetration depth could be two times decreased when non-magnetic wire parent metal was used at submerged arc welding.

**Keywords:** arc surfacing, transversal magnetic field, magnetic field induction, bead geometric parameters.

**Постановка проблемы.** Проблема формирования наплавленного валика и его размеров определяет эффективность использования легирующих элементов в наплавленном слое, уменьшение отходов при механической его обработке.

**Анализ последних исследований и публикаций.** В работе [1] показано, что при сварке плавящимся электродом (СПЭ) в защитных газах с воздействием поперечного магнитного поля (ПОМП) дуга колеблется синхронно с изменением напряженности магнитного поля, а ампли-

<sup>1</sup> д-р техн. наук, профессор, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

<sup>2</sup> канд. техн. наук, доцент, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

<sup>3</sup> аспирант, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

<sup>4</sup> магистр, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь