

УДК 624.014: 693.977

L'UN DES TECHNIQUES LES PLUS EFFICACES DU POINT DE VUE DE LA CONSTRUCTION DES BATIMENTS A FAIBLE HAUTEUR OU DE LA SURELEVATION DES BATIMENTS EXISTANTS EST L'UTILISATION DES CONSTRUCTIONS EN ELEMENTS A PARIOS MINCES EN ACIER (CEPMA)

*Sc.D., Prof., Savytskyi M.V., ing. Zinkevych O.G., Ph.D Zinkevych A.N,
ing. Bereza I.V.*

La Prydniprovs'ka académie d'Etat de Genie Civil et d'Architecture

Introduction

La technologie de la construction sur la base des constructions en éléments à parois minces en acier (CEPMA) est une technologie d'ossature, qui permet de bâtir des édifices à bref délai.

La base de la construction est composée d'une ossature métallique de différents types, qui est puis protégée contre le froid et revêtue. La construction d'ossature fait l'objet du processus rapide et économique. L'application des panneaux de CEPMA augmente la qualité et l'exactitude de la construction, réduit les délais et les dépenses.

Pour la plupart des éléments constructifs des bâtiments (les éléments du mur, le recouvrement et la couverture) faites des CEPMA on utilise le parement (OSB, plâtre cartoné ou les feuilles fibreaux de gypse etc.). Ce parement peut accomplir la fonction de protection et constructive.

Les profils étudiés sont caractérisés par la rigidité différente par rapport aux axes centraux. La prise en compte du travail des plaques du parement, qui assurent la fixation du profil comprimé, permet de réduire la longueur de calcul d'élément pour éviter le flambement.

Caractéristiques de la construction étudiée

A titre de l'exemple pour le calcul on prends la construction du mur de la carcasse du bâtiment de CEPMA (fig. 1).

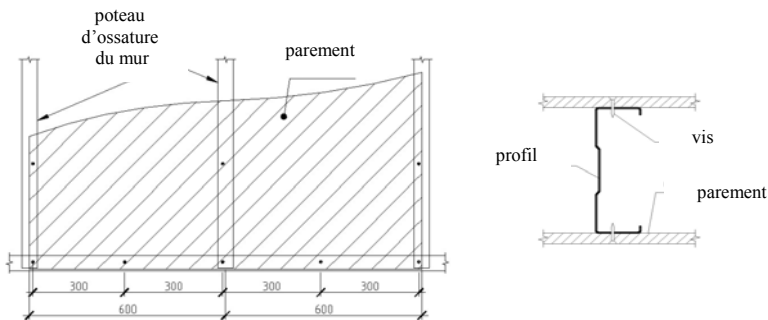


Fig. 1. Construction standard du mur en carcasse de CEPMA

Les éléments de la carcasse du mur sont fabriqués de profils légers en acier selon standard TY Y B.2.6-27.3-02070772-001:2009 [1]. Les caractéristiques géométriques des profils sont présentées dans le tab. 1.

Tableau 1
Caractéristiques géométriques des profils

Type du profil hxbxt, (mm)	Section transversale	Aire de la section A, cm ²	Moment de l'inertie I _x , cm ⁴	Moment de l'inertie I _y , cm ⁴	Rayon de l'inertie i _x , cm	Rayon de l'inertie i _y , cm
KЦЦ 140-0,8 140x47x0,8	}	1,859	54,1	3,77	5,39	1,42
KЦЦ 140-1,2 140x47x1,2		2,779	80,38	5,59	5,37	1,41
KЦЦ 90-0,8 90x47x0,8	}	1,45	19,56	3,33	3,66	1,51
KЦЦ 90-1,2 90x47x1,2		2,179	28,96	4,93	3,64	1,51

Les caractéristiques du parement et des éléments de jonction définissent la rigidité des noeuds de jonction des profils avec les plaques de parement.

Pour cette étude on utilise les données expérimentales de la rigidité des noeuds de jonction des profils avec le parement en OSB ou en plâtre cartonné, qui sont présentées dans le [2] (tab. 2).

Tableau 2
Paramètres de la rigidité du noeud de la jonction
d'un élément de carcasse avec le parement [2]

Parement		Elément de jonction – vis autoforeuse de diamètre, mm	Rigidité du noeud (pour une plaque) * кN/cm
Type du matériau	Epaisseur du parement, mm		
Plâtre cartonné	9,5	3,51	1,36.. 2,66
	12,5	3,51	1,49.. 4,54
	16	3,51	1,7.. 5,57
	12,5	4,17	1,97.. 10,03
OSB	9	4,17	4,1.. 12,69

Remarque : * diapason du changement des valeurs de la rigidité du noeud (le support élastique), qui a été présenté en [2].

Exposé du problème

Selon [3] le travail effectif des profils à parois minces peut être assuré par 2 conditions qui limitent la distance maximale entre les noeuds de jonction du profil avec le parement.

La première condition exclut la flèche du profil qui travaille avec le parement dans le plan du mur. La distance admissible entre les noeuds se détermine suivant la formule

$$a_{\max 1} = \frac{8EI_y \nu}{A^2 R_y^2} \quad (1)$$

où E - module d'élasticité du métal, MPa; I_y - moment d'inertie du profil dans le plan de la rigidité minimale, cm^4 ; ν - flexibilité du support élastique kN/cm ; A - aire totale de la section du profil, cm^2 ; R_y - limite d'écoulement de l'acier, MPa.

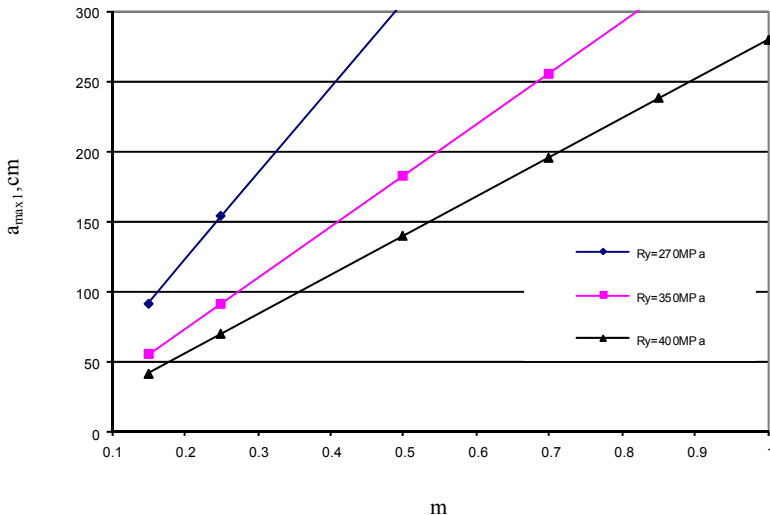


Fig. 2. Relation entre la distance maximale admissible des noeuds de jonction des éléments avec le parement et les caractéristiques géométriques des profils

Les calculs préliminaires montrent que les profils légers en acier à parois minces se caractérisent par la rigidité assez faible ($m = 0.7...1.6$ et $m = I_y/A^2$). C'est pourquoi, même quand on utilise le parement de la rigidité minimale (la fixation suivant une plaque de plâtre cartonné vers chaque aile du profil) on n'observe pas la courbure du profil avec le parement dans le plan du mur, mais les valeurs maximales admissibles obtenues de la distance entre les noeuds des jonctions $a_{\max 1}$ (fig. 2) dépassent considérablement les valeurs acceptées $a \approx 100...300$ mm.

Donc, la première condition pour les profils en question et les types du parement peut être négligée.

La deuxième condition limitant la distance maximale admissible des jonctions du profil avec le parement est basée sur l'idée que l'effort de perte de la stabilité dans le plan de la rigidité maximale (le flambement par flexion) du profil avec la longueur de calcul $B_x = L$ est égal à l'effort de la perte de stabilité dans le plan de la rigidité minimale du profil avec la longueur de calcul $B_y = 2a$ (la distance entre les noeuds de jonction compte tenu que un est inefficace). C'est-à-dire la flexibilité du profil dans deux plans doivent être égaux $B_x/i_x = B_y/i_y$.

$$a_{\max 2} = \frac{Li_y}{2i_x} \quad (2)$$

où L - longueur totale d'élément, cm; i_x, i_y - rayons d'inertie de la section du profil dans le plan de la rigidité maximale et minimale, cm.

Il est à noter que la formule (2) ne tient pas compte de l'influence de flexibilité des noeuds de jonctions des éléments de la carcasse avec le parement sur leur longueur de calcul dans le plan de la rigidité minimale.

But du travail

Le but du présent travail consiste à estimer de l'influence de la rigidité des noeuds des jonctions des plaques de parement avec les éléments de carcasse avec leur distance maximale admissible qui assure le travail effectif des profils à parois mince en acier .

Influence de flexibilité des jonctions des profils avec le parement sur la longueur de calcul d'élément dans le plan de la rigidité minimale

Le problème de la définition du coefficient de la longueur libre pour le profil comprimé continu sur les supports élastiques a été considéré en [4]. Le schéma de calcul du profil est présenté sur la fig. 3.

La longueur de calcul d'élément comprimé B_{ef} dépend de sa longueur géométrique B de la façon suivante:

$$B_{ef} = \mu B \quad (3)$$

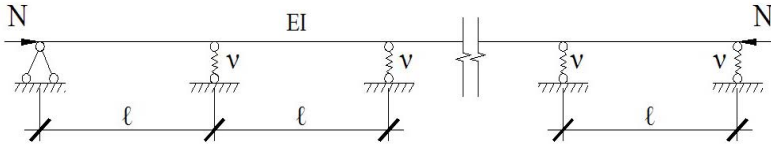


Fig. 3. Schéma de calcul du profil comprimé aux supports élastiques.

où μ – coefficient de la longueur de calcul (libre) d'élément.

La valeur du coefficient de la longueur de calcul μ est établie en tenant compte du coefficient de la rigidité m , qui pour le problème considéré est défini comme

$$m = \frac{vB^3}{EI} \quad (4)$$

où v – effort correspondant au déplacement unitaire linéaire du support élastique, kN/cm; B – distance entre les supports élastiques (les noeuds de la fixation); EI – rigidité de flexion d'élément.

La relation entre le coefficient de longueur de calcul μ et le coefficient de la rigidité m pour le schéma de calcul considéré est présentée sur la fig. 4.

La valeur du coefficient de rigidité m se limite par le coefficient limite de rigidité m_0 et au cas où $m \geq m_0$, le coefficient de la longueur de calcul est admis $\mu = 1$.

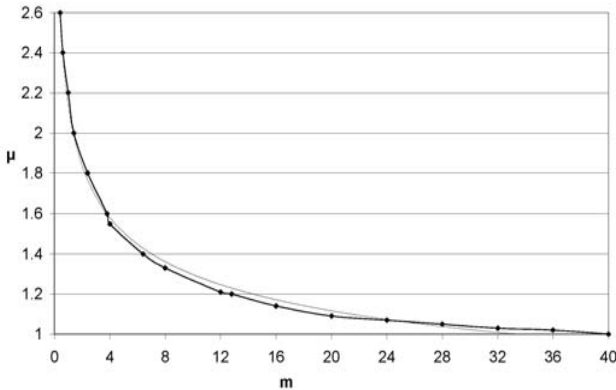


Fig. 4. Relation entre le coefficient de la longueur de calcul μ et du coefficient de la rigidité m pour le profil comprimé continu sur les supports élastiques [4]

Pour faciliter les calculs la relation de la fig. 4 a été exprimé par l'équation

$$\mu = 2.135m^{-0.2164} \quad (5)$$

Les coefficients des longueurs de calcul obtenus ont été comparés avec les résultats de modélisation numérique des profils fixés par les jonctions flexées à l'aide du logiciel "Lira" [5].

Le schéma de calcul du profil est présenté sur la fig. 5.

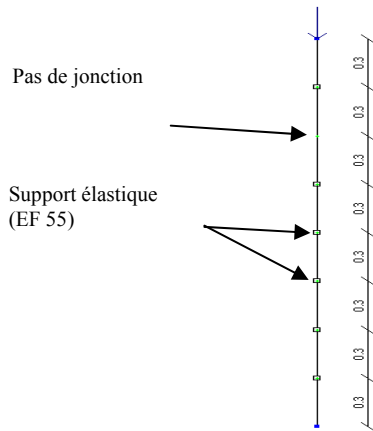


Fig. 5. Schéma de calcul du profil pour la définition des coefficients de longueur de calcul

Les coefficients des longueurs de calcul ont été définis selon la formule [6]

$$\mu = \frac{\pi}{B} \cdot \sqrt{\frac{EI}{N\lambda}} \quad (6)$$

où B - longueur du profil entre les noeuds; EI - rigidité de flexion; N - l'effort de compression longitudinal; λ - coefficient de la marge de stabilité totale.

Les résultats de la détermination des coefficients de longueur de calcul pour le fragment du profil entre les noeuds de fixation des plaques du parement lors de calcul de stabilité dans le plan de rigidité minimale, obtenus selon la méthode de calcul et MEF sont présentés dans le tab. 3.

Dans les modèles à l'étude la distance entre les noeuds de la fixation du parement est accepté 300 mm, avec cela on tient en compte le refus d'une fixation intermédiaire [7]. Donc, on étudie le fragment du poteau de la longueur de 600 mm.

Tableau 3

Coefficients de longueur de calcul pour le profil entre les noeuds de la fixation des plaques du parement pour le calcul de stabilité dans le plan de rigidité minimale

Profil	Coefficients de longueur de calcul μ avec les caractéristiques du parement et le diamètre des vis joignants									
	Platre carbonné 9,5mm Ø3,51mm		Platre carbonné 12,5mm Ø3,51mm		Platre carbonné 16mm Ø3,51mm		Platre carbonné 12,5mm Ø4,17mm		OSB 9mm Ø4,17mm	
	(5)	FE M	(5)	FEM	(5)	FE M	(5)	FEM	(5)	FE M
KЦЦ 90-0.8	1.41	1.3	1.38	1.27	1.34	1.23	1.3	1.19	1.11	1.01
KЦЦ 90-1.2	1.53	1.42	1.5	1.39	1.46	1.35	1.41	1.3	1.21	1.1
KЦЦ 140-0.8	1.49	1.36	1.42	1.31	1.38	1.27	1.34	1.22	1.14	1.03
KЦЦ 140-1.2	1.57	1.46	1.54	1.43	1.5	1.39	1.45	1.34	1.24	1.13

La divergence des valeurs des coefficients des longueurs de calcul pour les profils fixés élastiquement et calculés d'après deux méthodes de calcul différents n'excède pas 10 %. A ce compte on peut faire la conclusion, que les deux méthodes donnent les valeurs de μ acceptables pour l'estimation de la capacité portante des profils. La méthode de calcul peut être appliquée pour le contrôle de la capacité portante des profils isolés. Le schéma du modelisation de fixation considéré peut être appliqué pour le calcul des carcasses des bâtiments à l'aide des logiciels.

Distance maximale admissible entre les noeuds tenant compte de leur flexibilité

Etant donné que la condition (2) ne tient pas compte de l'influence de la flexibilité des noeuds de jonction des éléments de carcasse avec le parement, il a été proposé de définir la longueur de calcul dans le plan de la rigidité minimale comme $B_y = 2\mu a$.

En ce cas, la condition (2) aura la forme suivante

$$a_{\max 2} = \frac{L i_y}{2\mu i_x} \quad (7)$$

où L - longueur totale d'élément, cm; i_x, i_y - rayons d'inertie de la section du profil dans le plan de la rigidité maximale et minimale, cm; μ - coefficient de longueur de calcul selon (5, 6).

Les valeurs de la distance maximale entre les noeuds de jonction pour les profils et des paramètres du parement ont été calculé selon (7) et sont présentés dans le tab. 2; ils sont comparés avec les valeurs $a_{\max 2}$ selon (2) dans le tab. 4.

Tableau 4

Distance maximale admissible entre les noeuds de la jonction des éléments de carcasse avec le parement

Profil	$a_{\max 2}$, cm selon (2)	$a_{\max 2}$, cm selon (7) tenant compte de la flexibilité des noeuds de jonction avec les caractéristiques de parement et le diamètre des vis joignants				
		Platre carbonné 9,5mm Ø3,51mm	Platre carbonné 12,5mm Ø3,51mm	Platre carbonné 16mm Ø3,51mm	Platre carbonné 12,5mm Ø4,17mm	OSB 9 mm Ø4,17mm
КСЦ 90-0.8	60.7	43	44	45.3	46.7	54.7
КСЦ 90-1.2	60.3	39.4	40.2	41.3	42.8	49.8
КСЦ 140-0.8	38.9	26.1	27.4	28.2	29.03	34.1
КСЦ 140-1.2	38.5	24.5	25	25.7	26.6	31.1

Donc, il faut diminuer la distance entre les noeuds de jonction des éléments avec le parement en tenant compte de leur flexibilité pour garantir le travail efficace d'élément.

Conclusions

La prise en compte de la flexibilité des jonctions des éléments de carcasse en CEPMA avec le parement, assurant leur travail efficace par la fixation amène à la nécessité de diminution de la distance entre les noeuds de jonction jusqu'à 40 % par rapport aux exigences des méthodes de calcul existantes.

REFERENCES

1. ТУ У В.2.6- 27.3-02070772-001:2009. Профілі холодногнути з тонколистовою оцинкованою сталі. Технічні умови.
2. O. Iuorio, B.W. Schafer. Compilation of k values. 2008 / <http://www.ce.jhu.edu/bschafer/sheathedwalls>.
3. North American Standard for Cold-Formed Steel Framing–Wall Stud Design: AISI-S211. -AISI, American Iron and Steel Institute, Washington, D.C., 2007.
4. Лейтес, С. Д. Справочник по определению свободных длин элементов стальных конструкций [Текст] / С. Д. Лейтес. – М., 1963. – 161 с.
5. Савицкий Н.В. Моделирование работы стойки каркаса из ЛСТК методом конечных элементов/ Савицкий Н.В., Зинкевич О.Г. // Сб. научн. тр.: Строительство. Материаловедение. Машиностроение.-2010.- Вып. №56. – С.410-414.
6. Пиковский А.А. Статика стержневых систем со сжатыми элементами / Пиковский А.А.- М.: Физматгиз, 1961. – 364 с.
7. Yu, W.W. Cold-form steel design / Yu W.W. 3rd ed. 2000. – 767 p.