

УДК 624.014 : 693.977

ESTIMATION DE L'INFLUENCE DES PARTICULARITES DE CONCEPTION A LA RIGIDITE DU MUR-DIAPHRAGME DANS LE BATIMENT A L'OSSATURE EN ELEMENTS A PAROIS MINCES EN ACIER

ZINKEVYCH O.G.¹, *Cand. Sc. (Tech.)*,
ZINKEVYCH A.M.², *Cand. Sc. (Tech.)*,
SAVYTSKYI M.V.³, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*

¹ Department of Reinforced concrete and Masonry Constructions, State Higher Education Establishment "Prydneprovsk'a State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 47-03-19, e-mail: oksana.zinkevych.dnipro@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3425-8216

² Department "Project management, buildings and building material", Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after academician V. Lazaryan, Lazaryana str., 2, 49010, Dnipropetrovsk, Ukraine, +38 (056) 373-15-46, e-mail: zam-ukr@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-8609-1115

³ Department of Reinforce-Concrete and Stone Constructions, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-a, Chernyshevskogo str., 49600, Dnipropetrovsk, Ukraine, tel. +38(0562)47-02-98, e-mail: sav15@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-4515-2457

Abstract. *Purposes* of work are to receive the dependences of constructional features' influence on shear walls stiffness (using FEM models) and to set the value of any configuration's shear wall stiffness linking its parameters with correspondent parameters of the standard shear wall through the established dependences. *Methodology.* Standard sharewall's stiffness was defined experimentally (here, by FEM modeling) and used as initial data for calculation. *Results.* There was developed the simplified design approach of estimating influence of main constructional features of shearwalls on their rigidity, enabling definition of requirements to the construction on the preliminary stage of forming space-and-planning decisions for frame building of LSTC. Received results enable to conclude that developed design approach is reliable enough for estimation of sharewall stiffness. *Scientific novelty and practical value.* Received dependences of main constructional factors' influence and sharewalls stiffness design approach can be used for providing spatial rigidity by the following: setting requirements to construction of sharewalls; limitation of the distance between sharewalls (decreasing load space); limitation of the number of openings in sharewalls.

Keywords: lightweight steel framing; braced walls and diaphragms stiffness; diaphragm's sheeting; steel cold-formed thin gauge members

ОЦІНКА ВПЛИВУ КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ НА ЖОРСТКІСТЬ СТІН-ДІАФРАГМ В КАРКАСНИХ БУДІВЛЯХ З ЛСТК

ЗІНКЕВИЧ О.Г.¹, *к. т. н, доц.*,
ЗІНКЕВИЧ А.М.², *к. т. н, доц.*,
САВИЦЬКИЙ М.В.³, *д. т. н, проф.*

¹ Кафедра залізобетонних та кам'яних конструкцій, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (0562) 47-03-19, e-mail: oksana.zinkevych.dnipro@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3425-8216

² Кафедра "Управління проектами, будівлі та будівельні матеріали" Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, 49010, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (056) 373-15-46, e-mail: zam-ukr@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-8609-1115

³ Кафедра "Залізобетонних та кам'яних конструкцій, Державний вищий навчальний заклад „Придніпровська державна академія будівництва та архітектури”, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38(0562)47-02-98, e-mail: sav15@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-4515-2457

Анотація. Мета роботи. За допомогою моделювання діафрагм методом скінчених елементів (МСЕ) отримати залежності впливу конструктивних особливостей на їх жорсткість. Визначити значення жорсткості діафрагм різних конфігурацій, пов'язуючи її параметри з відповідними характеристиками діафрагми-еталону через встановлені залежності. **Методика.** Жорсткість діафрагми-еталону визначалась експериментально (методом скінчених елементів) і використовувалась як вихідні дані для розрахунку. **Результати.** Розроблено спрощену методику оцінки впливу основних конструктивних особливостей діафрагм на їх жорсткість, яка дозволяє встановлювати вимоги до конструкції на

попередньому етапі формування об'ємно-планувальних рішень каркасних будівель з ЛСТК. За отриманими результатами можна зробити висновок, що розроблена розрахункова методика достатньо достовірна для оцінки жорсткості діафрагм та каркасу будівлі в цілому. **Наукова новизна та практична значимість.** Отримані залежності впливу вищенаведених факторів та методика оцінки жорсткості діафрагм можуть бути використані для забезпечення просторової жорсткості будівлі за рахунок: призначення вимог до конструкцій вертикальних та горизонтальних діафрагм; обмеження відстані між діафрагмами (зменшення вантажної площі); обмеження кількості прорізів у діафрагмі.

Ключові слова: каркаси з легких сталевих конструкцій; жорсткість вертикальних та горизонтальних діафрагм; обшивка діафрагм; сталеві тонкостінні холодногнуті профілі

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ НА ЖЕСТКОСТЬ СТЕН-ДИАФРАГМ В КАРКАСНЫХ ЗДАНИЯХ ИЗ ЛСТК

ЗИНКЕВИЧ О.Г. ¹, к. т. н, доц.,

ЗИНКЕВИЧ А.Н. ², к. т. н, доц.,

САВИЦКИЙ Н.В. ³, д. т. н, проф.

¹ Кафедра железобетонных и каменных конструкций, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, Днепро, 49600, Украина, тел. +38 (0562) 47-03-19, e-mail: oksana.zinkevych.dnipro@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3425-8216

² Кафедра "Управление проектами, здания и строительные материалы" Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, 49010, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (056) 373-15-46, e-mail: zam-ukr@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-8609-1115

³ Кафедра "Железобетонных и каменных конструкций, Государственное высшее учебное заведение „Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры”, ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38(0562)47-02-98, e-mail: sav15@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-4515-2457

Аннотация. Цель работы. С помощью моделирования диафрагм методом конечных элементов (МКЭ) получить зависимости влияния конструктивных особенностей на их жесткость. Определить значение жесткости диафрагмы любой конфигурации, связывая ее параметры с соответствующими характеристиками диафрагмы - эталона через установленные зависимости. **Методика.** Жесткость диафрагмы-эталона определялась экспериментально (методом конечных элементов) и использовалась как исходные данные для расчета. **Результаты.** Разработана упрощенная методика оценки влияния основных конструктивных особенностей диафрагм на их жесткость, позволяющая устанавливать требования к конструкции на предварительном этапе формирования объемно-планировочных решений каркасных зданий из ЛСТК. По полученным результатам можно сделать вывод, что разработанная расчетная методика достаточно достоверна для оценки жесткости диафрагм и каркаса здания в целом. **Научная новизна и практическая значимость.** Полученные зависимости влияния выше приведенных факторов и методика оценки жесткости диафрагмы могут быть использованы для обеспечения пространственной жесткости здания за счет: назначения требований к конструкциям вертикальных и горизонтальных диафрагм, ограничения расстояния между диафрагмами (уменьшение грузовой площади), ограничения количества проемов в диафрагме.

Ключевые слова: каркасы из легких стальных конструкций; жесткость вертикальных и горизонтальных диафрагм; обшивка диафрагм; стальные тонкостенные холодногнутые профили

Introduction

La technologie de la construction en éléments à parois minces en acier (СЕРМА), une version de la technique de construction par ossature, permet de bâtir des édifices à faible hauteur et surélévations dans un bref délai. La particularité de ce type d'ossature réside dans le fait que dans la plupart des cas les noeuds de liaisons des éléments constructifs sont articulés.



a)



b)

Figure 1. La technologie de la construction en éléments à parois minces en acier (CEPMA) : a) construction de la surélévation ; b) construction du bâtiment / Technology of construction from lightweight steel thin-wall constructions (LSTC) : a) design of superstructures' framing ; b) design of buildings

C'est pourquoi les diaphragmes de rigidification horizontale (le plancher et la couverture) et verticale (les murs extérieurs et intérieurs, les voiles) sont d'une importance capitale pour la rigidité du bâtiment soumis aux chargements horizontaux. La rigidité de cisaillement (ci-après - la rigidité) des diaphragmes soumis aux efforts dans son plan est assurée par l'utilisation des éléments de rigidité (traverses) de bandes d'acier galvanisé dans le panneau du mur et par le travail des plaques sans nervures de revêtement.

Methodologie

Selon les résultats préliminaires des simulations numériques, le plus grand défaut des diaphragmes avec les traverses de bandes d'acier galvanisé est la concentration des efforts à la jonction de traverse avec les éléments d'ossature. Ces traverses sont fixées par vis aux poteaux d'ossature. Comme les éléments sont minces, les efforts obtenus peuvent produire les déformations locales inacceptables.

La réalisation des nœuds de jonction en respectant les exigences constructives des bâtiments en exploitation aboutit à une complication de la réalisation de l'assemblages. Il est néanmoins possible de considérer que les traverses sont *les seuls* éléments de rigidité des diaphragmes et plus généralement de l'ossature, uniquement pendant la période de montage de l'ossature et donc de les dimensionner à partir seulement des charges pendant la phase de construction et non pas les charges d'exploitation. En fait, pendant l'exploitation la rigidité est assurée non seulement par les diaphragmes mais aussi par le parement (dans la pratique ukrainienne ce dernier est du OSB (Oriented Strand Board ou Panneau de grandes particules orientées [6]), plâtre cartonné ou des feuilles fibreux de gypse etc.). De ce point de vue donc ce parement peut accomplir, en plus de

la fonction de protection, une fonction constructive d'augmentation de la rigidité.

Afin d'assurer la rigidité spatiale du bâtiment, les éléments constructifs assurant la fonction des diaphragmes doivent répondre aux exigences établies de leur sécurité. La rigidité nécessaire exigée peut être obtenue en fixant certains paramètres constructifs. Ces paramètres doivent être choisis à l'aide de la méthode de calcul.

Analyse des publications

Au jour d'aujourd'hui il existe les documents normatifs russes [2] et américains [4] qui décrivent les principes de prise en compte de la rigidité de diaphragme du plancher métallique de tôle préfabriquée sous l'action des charges horizontales ainsi que les particularités de construction des bâtiments de l'ossature. Cette réglementation donne les méthodologies d'évaluation de la rigidité de diaphragme au moyen de la comparaison avec un diaphragme-étalon. Ces méthodologies tiennent compte d'un nombre limité des facteurs et aucune d'elles ne tient pas compte des particularités constructives des diaphragmes dans l'ossature de CEPMA.

But du travail

L'objectif du présent travail est donc, (à l'instar des méthodologies réglementaires citées précédemment), d'obtenir les relations entre les particularités constructives de l'ossature CEPMA et la rigidité des diaphragmes en se basant sur les résultats de calcul des modèles de diaphragme par la méthode des éléments finis. En fait on cherche à établir une méthodologie et un outil permettant de déterminer la valeur de rigidité du diaphragme de n'importe quelle configuration à partir de ses éléments constructifs et des paramètres appropriés de diaphragme-étalon à travers des relations établies par les calculs numériques.

Facteurs affectants à la rigidité de diaphragme

On identifie d'abord les facteurs qui influencent la rigidité des diaphragmes. La méthodologie choisie et celle d'étude paramétrique suivie par une analyse des résultats issus d'une modélisation par la méthode des éléments finis en utilisant un logiciel ukrainien «LIRA». Le présent logiciel est destiné à faire des calculs de la résistance, stabilité et déformabilité des constructions sous l'action des charges différentes. Les résultats obtenus sont pré-analysés pour évaluer l'effet des particularités constructives du diaphragme sur les caractéristiques de sa rigidité. Différents éléments et particularités constructifs de diaphragmes ont été ainsi analysés pour se limiter finalement à un nombre raisonnable de caractéristiques à prendre en compte. Nous avons constaté que certains paramètres tels que le type du profil, l'épaisseur (8-24 mm) et la rigidité des plaques de revêtement considérées n'influencent pas considérablement (changement de la valeur de 5%) sur la rigidité des diaphragmes et ne peuvent pas être examinés séparément. En cadre de la présente étude l'influence

directe des paramètres considérés sur la rigidité de cisaillement des jonctions de revêtement avec les éléments de l'ossature n'ont pas été prise en considération. Ensuite, après avoir obtenu la valeur nécessaire de la rigidité de cisaillement on trouve les valeurs des paramètres indiqués permettant de l'assurer.

Nous avons donc limité notre étude par les facteurs suivants :

- la rigidité de jonctions entre le revêtement et les éléments d'ossature, V_c , kN/cm (s'établit par voie expérimentale [3, 5] et dépend de l'épaisseur, du module d'élasticité, des matériaux du revêtement, du diamètre des éléments de fixation - des vis et des rivets);
- le rapport des dimensions du diaphragme h/L (hauteur / longueur);
- la distance entre les poteaux d'ossature S_s ;
- la distance entre les noeuds de fixation des éléments en acier aux feuilles de revêtement S_{ci} , S_{ce} ;
- la présence d'ouvertures dans le diaphragme.

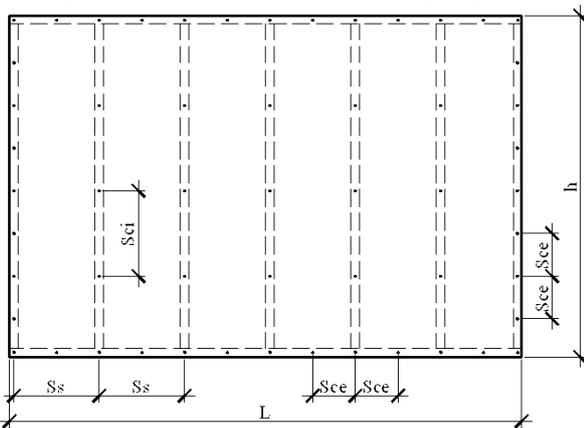


Figure 2. Schéma du modèle de diaphragme pour estimation de l'influence de la distance entre les poteaux d'ossature et de la distance entre les jonction des plaques de parement avec les éléments / Scheme of sharewall model for estimation of influence of stud spacing and fastener spacing

L'étude paramétrique consistait donc à faire varier ces paramètres et à évaluer la rigidité du diaphragme v (kN/m) en fonction de la valeur du déplacement de la bande supérieure sous la condition d'application d'une charge horizontale.

$$v = P/f \quad (1)$$

où P est la charge horizontale concentrée (du vent ou sismique), appliquée à la bande supérieure du diaphragme, kN; f est le déplacement de la bande supérieure du diaphragme dans le plan horizontal, m.

Pour apprécier la rigidité de diaphragme de n'importe quelle dimension on utilise la valeur de la rigidité réduite à la longueur:

$$v_o = \frac{v}{L} = \frac{P}{f} \cdot \frac{1}{L} \quad (2)$$

où L est la longueur totale de diaphragme.

Influence d'ouverture dans le diaphragme

Comme la plupart des diaphragmes (murs internes et externes des bâtiments) sont exploités avec des ouvertures, l'évaluation de l'influence de leur nombre et de leur configuration sur la rigidité a été effectuée.

Dans cette étude, la dimension totale du modèle reste inchangée alors que les diaphragmes qui le composent peuvent avoir des longueurs différentes.

De façon plus détaillée, plusieurs configurations de construction ont été considérées (Figure 3):

- 1) parement entier avec les ouvertures découpées (Figure 3a) ;
- 2) parement du diaphragme ouvert est remplacé par des segments occupant toute la hauteur (Figure 3b) ;
- 3) parement composé de zones dont certaines correspondent à la hauteur totale et d'autres à la hauteur située sur et/ou sous les ouvertures" (Figure 3c).

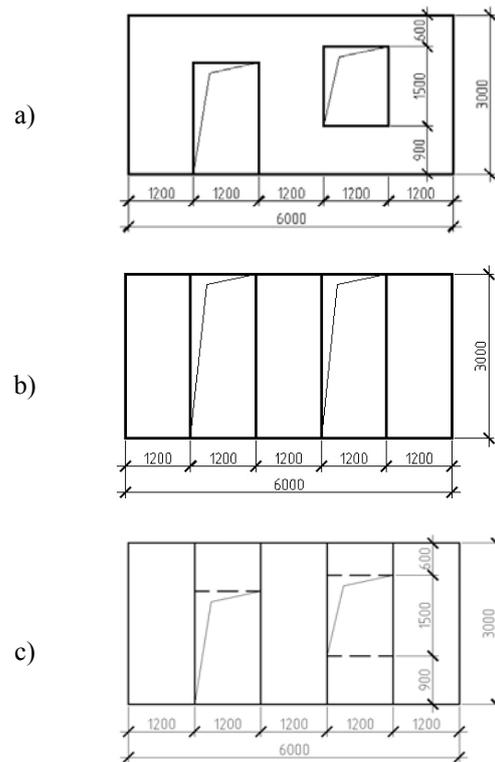


Figure 3. Méthodes de modélisation des ouvertures de parement de la construction du diaphragme / Methods of accounting openings in modeling work of shearwalls

Le diaphragme du parement entier avec les ouvertures découpées est le plus rigide, mais il ne peut pas être utilisé à cause de la complexité de sa fabrication et encore de la limitation des dimensions de la feuille de parement.

En générale le parement du mur situé sur et sous des ouvertures est réalisé à partir de fragments particuliers fixés à l'ossature (Figure 3c). D'après les résultats obtenus il est possible de conclure que la rigidité de

diaphragme correspondant au modèle b (Figure 3) diffère très peu de la rigidité de modèle c. Alors on recommande de modéliser le revêtement du diaphragme par les segments de la hauteur égale à la hauteur d'un étage (comme sur la figure 1b) afin de simplifier la création du modèle de calcul du bâtiment à l'aide du logiciel.

Il est évident que la rigidité du segment dépend du rapport de ses dimensions géométriques (h/L) et elle peut être définie à partir des expressions qu'on utilise pour le calcul de la rigidité des diaphragmes.

Influence des dimensions des diaphragmes et de la rigidité de jonction des éléments d'ossature avec le parement

Dans un deuxième temps nous avons déterminé l'influence de la rigidité de jonction des éléments d'ossature avec le parement et des dimensions géométriques des diaphragmes sur leur rigidité (Figure 4). Les relations entre la rigidité et les facteurs affectants à la rigidité de diaphragme sont isoparamétriques. Les équations d'approximation présentées dans [1] donnent la valeur de ces facteurs : la rigidité de jonctions entre le revêtement et les éléments d'ossature, le rapport des dimensions du diaphragme, la distance entre les poteaux d'ossature, la distance entre les noeuds de fixation des éléments en acier aux feuilles de revêtement, la présence d'ouvertures dans le diaphragme.

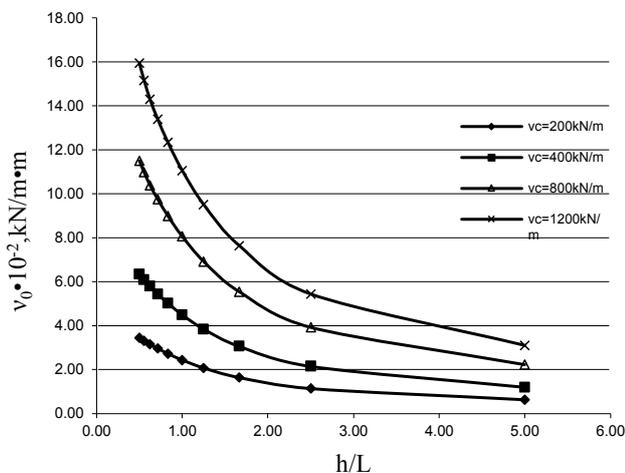


Figure 4. Corrélation entre les dimensions de diaphragme et sa rigidité réduite en appliquant les valeurs différentes de la rigidité des jonctions / Dependences of given sharewall rigidity on correlation of sharewall dimensions with different bracing rigidity

Le changement de la valeur de facteur tiens compte par le coefficient pertinent.

De même nous avons évalué la rigidité réduite de diaphragme en fonction de la rigidité de jonction entre les plaques de parement et des éléments de l'ossature [1] (Figure 5).

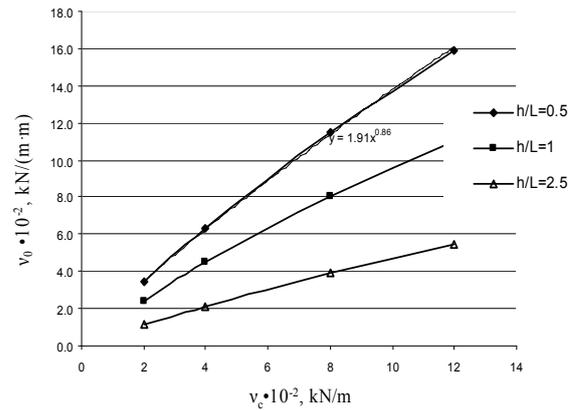


Figure 5. Valeur de la rigidité réduite de diaphragme en fonction de la rigidité de jonction des plaques de parement avec des éléments de l'ossature / Dependences of sharewall stiffness on correlation of sharewall dimensions with different fastener stiffness

Influence de la distance entre les noeuds de jonction du profil avec le parement et de la distance entre les poteaux de l'ossature

L'estimation de l'influence de la distance entre les poteaux de l'ossature et de la distance entre les noeuds de jonctions du profil avec les plaques de parement au contour et au milieu du diaphragme a été réalisée à l'aide des modèles avec les paramètres suivants : la longueur de diaphragme $L=6000\text{mm}$, la hauteur $h=3000\text{mm}$, la rigidité des jonctions de parement et du profil $v_c=200\text{ kN/m}$, la distance entre les poteaux de l'ossature $S_s=200, 400, 600, 1000\text{mm}$, la distance entre les jonctions de parement et du profil au contour de diaphragme $S_{ce}=100, 200, 300\text{ mm}$ et au milieu de diaphragme $S_{ci}=100, 200, 300\text{ mm}$.

La Figure 6 montre la fonction de la rigidité de diaphragme de la distance entre les profils de l'ossature (désignation : numérateur - la distance entre les noeuds intérieurs, dénominateur- la distance entre les noeuds extérieurs) .

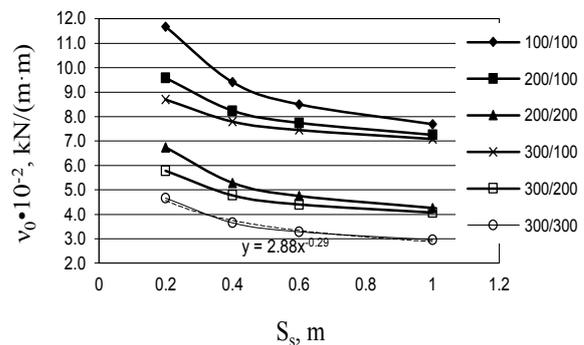


Figure 6. Rigidité réduite de diaphragme en fonction de la distance des poteaux de l'ossature avec le changement de la distance entre les jonctions des plaques de parement avec des profils / Dependences of the sharewall stiffness on stud spacing with changing fastener spacing

On constate que la relation entre la rigidité réduite de diaphragme et la distance entre les noeuds intérieurs et extérieurs de jonction de parement suit une fonction puissance négative (Figure 7).

Les conditions suivantes ont été prises afin de désigner les fonctions des relations mentionnées ci-dessus:

- la distance entre les noeuds extérieurs et intérieurs des jonctions de parement et du profil est égale à 300 mm ;
- la distance entre les poteaux de l'ossature est égale à 600mm.

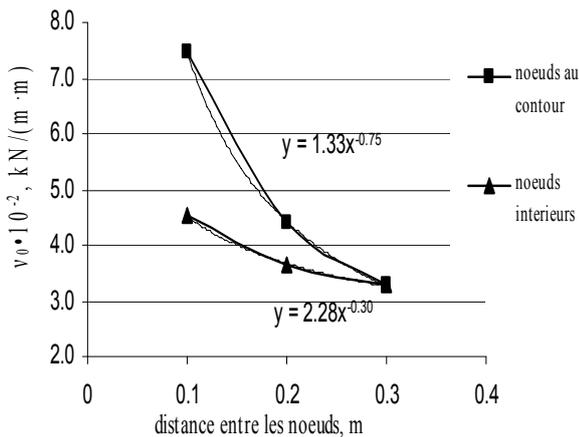


Figure 7. Influence de la distance entre les noeuds intérieurs et extérieurs de jonction de parement et du profil sur la rigidité réduite de diaphragme / Influence of fastener spacing (contour and inner) on sharewall stiffness

Selon les fonctions obtenues on peut conclure que la distance entre les noeuds extérieurs est l'un des facteurs les plus influents sur la rigidité de diaphragme.

Détermination de la rigidité de diaphragme

Sur la base des corrélations obtenues on a élaboré la méthodologie d'estimation de rigidité de diaphragme tenant compte les caractéristiques constructives.

La rigidité de l'unité de longueur de diaphragme (1 m) se détermine selon la formule :

$$v_n = v_0 \cdot k_i \quad (3)$$

où v_0 - la rigidité de l'unité d'hauteur du diaphragme-étalon, kN/(m.m) ;

k_i - représentent les coefficients correctifs tenant compte des différences constructives de diaphragme considérées par rapport au diaphragme-étalon. Ces coefficients sont donc les suivants :

k_c - le coefficient tenant compte de l'influence de la rigidité des noeuds de jonction des plaques de parement avec des éléments de l'ossature du diaphragme ;

k_s - le coefficient tenant compte l'influence de la distance entre les poteaux de l'ossature;

k_{ci} - le coefficient tenant compte l'influence de la distance entre les noeuds intérieurs de jonction des plaques de parement avec des éléments de l'ossature de diaphragme;

k_{ce} - le coefficient tenant compte l'influence de la distance entre les noeuds de jonction des plaques de parement avec des éléments de contour de l'ossature du diaphragme.

La rigidité du diaphragme de n'importe quelle configuration se définit à l'aide de formule suivante :

$$v = \sum v_{ni} L_{si} k_{ari} \quad (4)$$

où v_{ni} - la rigidité de l'unité de hauteur du segment défini, kN/(m.m) ; L_{si} - la longueur du segment de diaphragme (du fragment de diaphragme avec le parement de hauteur totale), m; k_{ari} - le coefficient tenant compte du rapport des dimensions géométriques du segment de diaphragme (hauteur/longueur).

Ces relations nous permettent d'écrire la méthodologie d'estimation de la rigidité de diaphragme en tenant compte des caractéristiques constructives. La fiabilité de la méthode élaborée a été évaluée au moyen de la comparaison des résultats obtenus par le calcul de diaphragme-test (performances calculées) avec les résultats de calcul des modèles de diaphragmes par la méthode des éléments finis. L'écart des résultats de calcul obtenus d'après la méthodologie élaborée et de calcul à l'aide des modèles ne dépasse pas 15%.

Conclusions

La méthodologie simplifiée d'estimation de l'influence des caractéristiques principales des diaphragmes sur leur rigidité a été élaborée. Cette méthodologie permet d'établir des exigences pour la conception des bâtiments en éléments à parois minces en acier à l'étape préliminaire. En se basant sur les résultats obtenus on peut conclure que la méthodologie de calcul élaborée est suffisamment précise pour l'évaluation de la rigidité des diaphragmes et du bâtiment en général.

Nouveauté scientifique et valeur pratique

Les relations obtenues et la méthodologie élaborée peuvent être utilisés afin de satisfaire la rigidité spatiale du bâtiment grâce aux mesures suivantes:

- limiter la distance entre les diaphragmes (diminution de l'aire d'influence) ;
- limiter la quantité des ouvertures.

BIBLIOGRAPHIE

1. Зинкевич О.Г. Рациональное проектирование каркасов малоэтажных зданий и надстроек из легких стальных тонкостенных конструкций: дис. кандидата. техн. наук : 05.23.01 / Зинкевич Оксана Григорьевна. - Днепропетровск, 2013. – 174 с.
2. Рекомендации по учету жесткости диафрагм из стального профилированного настила в покрытиях одноэтажных производственных зданий при горизонтальных нагрузках [Текст] – М., 1980. - 25 с.
3. Савицкий, Н. В. Влияние жесткости обшивки на расчетную длину сжатой стойки каркаса из ЛСТК между узлами закрепления [Текст] / Н. В. Савицкий, О. Г. Зинкевич, А. Н. Зинкевич // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту заліз. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. - Вип. 32. - Д.: Вид-во ДНУЗТ, 2010. - С. 115-117.
4. Residential structural design guide: 2000 Edition [Text] – W., 2000. – 434 p.
5. Iuorio, O. Compilation of k values [Электрон. ресурс] / O. Iuorio, B. W. Schafer; Johns Hopkins University. – 2008 – Режим доступа: <http://www.ce.jhu.edu/bschafer/sheathedwalls>.
6. The European Standard EN 300:2006 Oriented Strand Boards (OSB) — Definitions, classification and specifications - Режим доступа: <http://apawood-europe.org/official-guidelines/european-standards/individual-standards/en-300>.

REFERENCES

1. Zinkevych O.G. Ratsionalnoe proektirovanie karkasov maloetazhnykh zdaniy i nadstroek iz legkikh stalnykh tonkostennykh konstruktсий [Rational design of low-rise buildings and superstructures' framing from lightweight steel thin-wall constructions] : dis. kandidata. tehn. nauk : 05.23.01 / Zinkevich Oksana Grigorevna. - Dnepropetrovsk, 2013. – 174 s.
2. Rekomendatsii po uchetu zhestkosti diafragm iz stalnogo profilirovannogo nastila v pokrytityakh odnoetazhnykh proizvodstvennykh zdaniy pri gorizontalnykh nagruzkah [Recommendations on the registration of stiffness of diaphragms from steel profiled flooring in the coatings of single-storey industrial buildings with horizontal loads] - [Текст] – М., 1980. - 25 s.
3. Savitskiy, N. V. Vliyaniye zhestkosti obshivki na raschetnyuyu dlinu szhatoy stoyki karkasa iz LSTK mezhdru uzlamy zakrepleniya [Influence of step of junctions (contour and inner) of sheeting planes with the frame on sharewall rigidity] / N. V. Savitskiy, O. G. Zinkevich, A. N. Zinkevich // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту заліз. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. - Вип. 32. - Д.: Вид-во ДНУЗТ, 2010. - С. 115-117.
4. Residential structural design guide: 2000 Edition [Text] – W., 2000. – 434 p.
5. Iuorio, O. Compilation of k values [Электрон. ресурс] / O. Iuorio, B. W. Schafer; Johns Hopkins University. – 2008 – Режим доступа: <http://www.ce.jhu.edu/bschafer/sheathedwalls>.
6. The European Standard EN 300:2006 Oriented Strand Boards (OSB) — Definitions, classification and specifications - Режим доступа: <http://apawood-europe.org/official-guidelines/european-standards/individual-standards/en-300>.

Поступила до редколегії 26.08.2017