УДК 691.327:642.02.86

DOI <https://doi.org/10.32782/2664-0406.2020.38.5>

Постернак О.О.

к.т.н., доцент, доцент кафедри залізобетонних конструкцій і транспортних споруд,
Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса

Кравченко С.А.

к.т.н., доцент, доцент кафедри залізобетонних конструкцій і транспортних споруд,
Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса

Агаєва О.А.

к.т.н., асистент кафедри залізобетонних конструкцій і транспортних споруд,
Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса

НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНІЙ СТАН І ПІДСИЛЕННЯ КОМБІНОВАНИХ СТИКІВ ПАНЕЛЬНИХ БУДИНКІВ

Анотація. Одним зі способів вирішення житлової проблеми в Україні є підвищення доступності житла для широкого кола населення. Економічно вигідною є реконструкція великопанельних житлових будівель перших масових серій.

З аналізу останніх досліджень комбінованих стиків панелей виявлено, що руйнування може відбуватися за контактною і за платформною ділянкою стиків.

У роботі визначені найбільш вразливі зони комбінованих стиків і з'ясовані ефективні конструктивно-технологічні рішення їх підсилення, що дозволяє доцільно використовувати їх несучу здатність.

Дослідження виконувалися на моделях фрагментів комбінованого стику, з застосуванням програмного комплексу «Ліра».

Під час зміни будь-якого параметра контролю якості монтажу більш припустимою величини може виникати перерозподіл зусиль в стикі між конструкціями будівлі, що може мати істотний вплив на несучу здатність стику і призвести до необхідності його підсилення.

Із проведених досліджень ряду вітчизняних і закордонних вчених видно, що руйнування стиків великопанельних будинків відбувалося зазвичай за розрахунковими зонами відриву, зсуву і роздавлення. Збільшуючи зусилля опору руйнуванню однієї із цих зон, можна контролювати підсилення комбінованого стику залежно від діючих навантажень, міцності матеріалів і виявлених дефектів.

Встановлено, що напружено-деформований стан бетону стінових панелей у зоні стику практично не змінюється при кріпленні кутка або бетонного поясу знизу плити перекриття у платформеній частині. Зниження напружень у платформеній частині нижньої стінової панелі під плитою перекриття свідчить про те, що даний варіант підсилення спрямований в основному на сприйняття додаткових зусиль від плити перекриття. Величина включення в роботу ширини елемента підсилення ΔL_{loc} склала $0,1h$.

Було вивчено характер і ступень впливу при збільшенні ширини платформеної частини знизу і зверху плити перекриття. Визначено, що ширина майданчика передачі зусиль ΔL становить близько $(0,5 - 0,7)h$. При цьому величина ΔL приймає значення не більше ширини елемента підсилення. Несуча здатність зразка при зміні розмірів залізобетонного поясу збільшувалася до 115% у порівнянні зі зразками без підсилення.

У результаті проведених теоретичних досліджень підібрані найбільш раціональні варіанти підсилення, які дозволяють використовувати повну несучу здатність комбінованого стику.

Отримано характер зміни напружено-деформованого стану зразків комбінованого стику відносно запропонованих варіантів підсилення.

Ключові слова: *стики, підсилення, панельні будинки.*

Постановка проблеми. На теперішній час житлова проблема в Україні є однією з найбільш істотних. Серед способів вирішення цієї проблеми – підвищення доступності житла для широкого кола населення. Зрозуміло, що доступність житла у першу чергу залежить від його собівартості, на яку впливає індустріалізація будівництва, швидкість зведення і проектування, застосування типових рішень. При цьому реконструкцію великопанельних житлових будівель перших масових серій можна розглядати як одне з економічно вигідних рішень в області будівництва.

Аналіз останніх досліджень. Раніше були проведені дослідження комбінованих стиків, які представлені в роботах Б.С. Соколова, Р.П. Нікітіна, О.А. Гагаріна, І.Н. Драгільова та ін. На підставі проведених досліджень [1; 2] доведено, що руйнування комбінованих стиків може відбуватися як за контактною, так і за платформною ділянкою. Із поданих ними публікацій, пов'язаних із роботою стиків під навантаженням, можна зробити висновок, що в контактній зоні відбувається ущільнення бетону, під дією якого в панелях утворюються вертикальні тріщини, і руйнування відбувається від досягнення опору бетону відриву, зсуву і роздавлюванню. У платформеній частині руйнування бетону, як правило, відбувається від досягнення опору зсуву бетону.

Мета роботи полягала у визначенні найбільш вразливих зон комбінованих стиків і ефективного конструктивно-технологічного рішення підсилення цих стиків, що дозволить доцільно використовувати їхню несучу здатність.

Об'єкти та методи досліджень. Об'єктами досліджень були моделі фрагментів комбінованого стику.

Дослідження проводились у програмному комплексі «Ліра», з введенням основних фізико-механічних характеристик матеріалу з реальних зразків, які були досліджені в лабораторних умовах. Використовувались відомі методи підсилення стиків.

Результати досліджень. Згідно з [3] контрольованими параметрами при контролі якості монтажу стінових панелей і плит перекриття є:

1) геометрична точність розташування панелей відносно осевих ліній в плані;

2) відхилення по вертикалі в межах зсуву граней у нижньому перерізі відносно рисок;

3) з'єднання закладних деталей, їх антикорозійний захист;

4) замонолічування стикових з'єднань.

Контроль якості передбачає оцінку геометричних розмірів і стану збірних конструкцій, що доставляються на будівельний майданчик. Не допускаються відхилення від геометричних розмірів довжини, висоти і товщини панелей більше 5 мм і більше 50 мм на 1 м ребра, наявність тріщин шириною більше 0.2 мм та ін.

З цього випливає, що при зміні будь-якого параметра стику більш припустимої величини може виникати перерозподіл зусиль у стикі між конструкціями будівлі, що може призвести до непроектного рішення.

Проведений аналіз комбінованого стику, технології монтажу та можливих відхилень дає можливість визначити необхідні параметри, при зміні яких відбудеться істотний вплив на несучу здатність стику і виникне необхідність у підсиленні.

При проведенні оцінки технічного стану панельних будівель м. Одеси було виявлено велику кількість дефектів

у комбінованому стику, яка викликає необхідність у підсиленні стиків. Причиною для підсилення є:

- 1) пошкодження та дефекти, які отримані швидше за все внаслідок неякісного виготовлення, транспортування або монтажу;
- 2) використання матеріалів низької якості, які не відповідають стандартам;
- 3) перевищення величини відхилення, яка допускається при монтажі панелей;
- 4) неякісне заповнення розчинних швів;
- 5) невідповідний вибір герметизуючих матеріалів та ін.

Найбільша частина досліджень роботи горизонтальних стиків великопанельних будинків була проведена вітчизняними і закордонними вченими ЦНПІП житла, ЦНДІБК ім. Кучеренко – Лишаком В.І., Камейко С.А., Драгільовим В.І., Цімблером В.Р., Горачеком Е., Пуме Д. Варіанти ремонту та підсилення горизонтальних стиків були запропоновані Віленським С.Б., Якубом О.Ю., Михайликом Ю.Н. Барковим Ю.В., Сендеровим Б.В. (влаштування вклеєних вкладок з арматури [4]); Академії комунального господарства ім. К.Д. Памфілова – Вавуло Н.М.; Є.П. Александряном (влаштування полімерармованих шпонок [5]); Шапіро Р.В., Вишняковим Ю.С. (підсилення стиків шляхом ін'єкції цементного розчину у вертикальні шви [6]); більшість з яких узагальнено в роботах Мальганова А.В., Плевкова В.С., Поліщука А.В. [7].

Із проведених досліджень ряду авторів видно, що руйнування відбувалося зазвичай за такими розрахунковими зонами: відриву, зсуву і роздавлювання. Збільшуючи зусилля опору руйнуванню однієї з цих зон, ми отримуємо можливість контролювати підсилення комбінованого стику залежно від діючих навантажень, міцності матеріалів і виявлених дефектів.

За результатами розрахунків встановлено, що напружено-деформований стан бетону стінових панелей у зоні стику

практично не змінюється при кріпленні кутка або бетонного поясу знизу плити перекриття у платформеній частині.

Слід відзначити зниження напружень у платформеній частині нижньої стінової панелі під плитою перекриття, що свідчить про те, що даний варіант підсилення спрямований в основному на сприйняття додаткових зусиль від плити перекриття (рис. 1). Величина включення в роботу ширини елемента підсилення ΔL_{loc} склала $0,1h$.

Наступним етапом дослідження було вивчення характеру і ступеня впливу при збільшенні ширини платформеної частини знизу і зверху плити перекриття.

Метою даного розрахунку було встановлення впливу співвідношення розмірів елемента підсилення на несучу здатність елемента комбінованого стику, визначення відстані ΔL , через яку передається навантаження від верхньої стінової панелі на нижню. Елементи підсилення для даного способу моделювалися за допомогою кінцевих елементів балки-стілки (рис. 2). Відстань ΔL визначали за ізополями стискаючих напружень.

При проведенні досліджень було розглянуто вплив висоти і ширини елементів підсилення на величину ΔL і несучу здатність зразка комбінованого стику. Результати для зміни величини ΔL зведені у таблиці 1.

При проведенні аналізу табл. 1 видно, що ширина майданчика передачі зусилля ΔL становить близько $0,5-0,7$ від висоти елемента підсилення h .

При цьому величина ΔL приймає значення не більше ширини елемента підсилення. Враховуючи клас бетону елемента підсилення С 16/20, величину ΔL визначаємо з формули: $\Delta L = h / \tan \alpha$, $\tan \alpha = 0,25(11,5/0,9) - 1,56 = 1,63$, тоді $\Delta L = 0,6h$ що підтверджує результати проведених обчислень. Несуча здатність зразка при зміні розмірів залізобетонного поясу збільшувалася до 115% у порівнянні зі зразками без підсилення.

Рис. 1. Напружений стан зразка стику при підсиленні платформеної частини

Рис. 2. Ізополя напружень: а) скінченно-елементна модель, б) розподіл стискаючих напружень у стику

Таблиця 1. Залежність ширини майданчика передачі зусилля ΔL від висоти h та ширини b елемента підсилення

$h \setminus b$, мм	220	440	660	880	1100	1120	1140	1160	1180	2200	2220	2240	2260	280	300
	ΔL , мм														
550	220	440	440	440	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550
1100	220	550	660	660	660	660	770	880	880	880	880	880	880	880	880
1150	220	440	660	880	880	880	990	990	1100	1110	1110	1110	1110	1120	1120
2200	220	440	660	880	990	1100	1100	1100	1110	1120	1120	1130	1140	1140	1140
2250	220	440	660	880	1100	1110	1120	1110	1110	1120	1130	1140	1140	1150	1160
3300	220	440	660	880	1100	1110	1120	1130	1140	1130	1130	1140	1140	1150	1160
3350	220	440	660	880	1100	1110	1130	1130	1120	1120	1130	1140	1140	1150	1160

Висновки. При проектуванні, будівництві, експлуатації, а також реконструкції панельних будинків виявлено утворення дефектів в стиках, які вимагають оцінки їх несучої здатності.

У результаті проведених теоретичних досліджень підібрані найбільш раціональні

варіанти підсилення, які дозволяють використовувати повну несучу здатність комбінованого стику.

Отримано характер зміни напружено-деформованого стану зразків комбінованого стику відносно запропонованих варіантів підсилення.

Література

1. Никитин Г.П. Совершенствование методики расчета платформенных стыков панельных стен. Проект и реализация – гаранты безопасности жизнедеятельности: Труды общего собрания РААСН. Москва – Санкт-Петербург, 2006. Том 1. С. 226–231.
2. Гагарина А.А. Исследование напряженного состояния наружных и внутренних стен жилых зданий при действии вертикальных и горизонтальных нагрузок. Москва : Стройиздат, 1976.
3. Дроздов П.Ф., Себякин И.М. Проектирование крупнопанельных зданий. Москва : Стройиздат, 1968. 418 с.
4. Рекомендации по ремонту стыков панелей наружных стен полносборных домов. Москва : ЦНИИЭП жилища, 1987.
5. Рекомендации по восстановлению и усилению крупнопанельных зданий полимеррастворами. Тбилиси : Ротапринт ТбилЗНИИЭП, 1984. 112 с.
6. Шапиро Г.И., Вишняков Ю.В. Вариант усиления платформенных стыков. Жилищное строительство. Москва : Стройиздат, 2004. № 5.
7. Мальганов А.И., Плевков В.С., Полищук А.И. Восстановление и усиление строительных конструкций аварийных и реконструируемых зданий. Атлас схем и чертежей. Томск : Томский межотраслевой ЦНТИ, 1990. 316 с.

References

1. Nikitin G. P. Sovershenstvovanie metodiki rascheta platformennyh stykov panel'nyh sten/B. S. Sokolov, G. P. Nikitin // Proekt i realizaciya – garanty bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti: Trudy obshchego sobraniya RAASN. Moskva – Sankt-Peterburg, 2006. Tom 1. S. 226-231.
2. Gagarina A. A. Issledovanie napryazhennogo sostoyaniya naruzhnyh i vnutrennih sten zhilyh zdaniy pri dejstvii vertikal'nyh i gorizonta'nyh zagruzok/A. A. Gagarina. – M.: Strojizdat, 1976.
3. Drozdov P. F., Sebyakin I. M. Proektirovanie krupnopanel'nyh zdaniy/ P. F. Drozdov, I. M. Sebyakin. – M.: Strojizdat, 1968. – 418 s.
4. Rekomendacii po remontu stykov panelej naruzhnyh sten polnosbornykh domov. – M.: CNIIEP zhilishcha, 1987.
5. Rekomendacii po vosstanovleniyu i usileniyu krupnopanel'nyh zdaniy polimerrastvorami. – Tbilisi: Rotaprint TbilZNIIEP, 1984,- 112 s.
6. SHapiro G. I., Vishnyakov YU. V. Variant usileniya platformennyh stykov. // ZHilishchnoe stroitel'stvo/G. I. SHapiro, YU. V. Vishnyakov. – M.: Strojizdat, 2004. – №5.
7. Mal'ganov A. I., Plevkov B. C., Polishchuk A. I. Vosstanovlenie i usilenie stroitel'nyh konstrukcij avariynyh i rekonstruiroemyh zdaniy. Atlas skhem i chertezhej / A. I. Mal'ganov, V. S. Plevkov, A. I. Polishchuk. – Tomsk: Tomskij mezhotraslevoj CNTI, 1990. –316 s.

STRESS-STRAIN STATE AND REINFORCEMENT OF COMBINED JOINTS OF PANEL HOUSES

Abstract. *The improving housing affordability for a wide range of people is one of the ways to solve the housing problem in Ukraine. The reconstruction of the first mass series large-panel residential buildings is cost-effective.*

The analysis of last researches of combined joints of panels revealed that destruction can occur by the contact and the platform section of joints.

In the work the most vulnerable zones of combined joints were identified and effective structural and technological solutions for their reinforcement were elucidated, that makes it possible to use their carrying capacity.

The research was carried out on models of the combined joint fragments, using the “Lira” software complex.

If any parameter of the installation quality control is changed to a more permissible value, there may be a redistribution of forces in the joint between the structures of the building, which can have a significant impact on the bearing capacity of the joint and lead to the need to strengthen it.

From the studies of domestic and foreign scientists, it can be seen that the destruction of the large-panel houses joints usually occurred in the settlement zones of separation, landslide and crush. By increasing the rupture resistance forces of one of these zones, the reinforcement of the combined joint can be controlled depending on the acting loads, the strength of the materials and the detected defects.

It was established that the stress-strain state of the concrete in wall panels in the joint zone practically does not change when fixing the corner or concrete belt below the floor slab in the platform part. The reduction of stresses in the platform part of the lower wall panel under the floor slab indicates that this reinforcement option is mainly aimed at perceiving additional forces from the floor slab. The amount of inclusion in the operation of the reinforcement element width ΔL_{loc} was $0,1h$.

The character and degree of impact of an increasing width of the platform part from below and top of slab were studied.

There were defined that the width of efforts transmission platform and ΔL is about $(0,5 - 0,7)h$. If the whole ΔL value does not exceed gain element width. The bearing capacity of the sample when changing the dimensions of the reinforced concrete belt increased to 115% compared to samples without reinforcement.

As a result of theoretical studies, the most rational reinforcement options, which allow using the full bearing capacity of the combined joint, have been selected.

The character of samples stress-strain state change combined joint relative to proposed variants of reinforcement is obtained.

Key words: joints, reinforce, prefabricated buildings.

Posternak A.A.

PhD in Engineering, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Reinforced Concrete Structures and Transport Facilities,
Odesa State Academy of Construction and Architecture, Odesa

Kravchenko S.A.

PhD in Engineering, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Reinforced Concrete Structures and Transport Facilities,
Odesa State Academy of Construction and Architecture, Odesa.

Ahaieva O.A.

PhD in Engineering, Assistant at the Department of Reinforced Concrete Structures and Transport Facilities,
Odesa State Academy of Construction and Architecture, Odesa