



Рис. 1. Двухуровневый паркинг в микрорайоне «Восток» по улице Гродненской

В процессе эксплуатации выяснится эффективность нового для городской инфраструктуры объекта. Дальнейшее строительство многоуровневых парковок предполагается осуществлять за счет средств частных инвесторов. Потребность в таких паркингах в городе Бресте очень большая. По современным нормам проектирования количество машино-мест на стоянках и парковках должно соответствовать половине объема вводимых квартир. Проект застройки каждого микрорайона должен предусматривать строительство паркингов. В будущем большинство плоскостных стоянок планируется переоборудовать в многоуровневые.

В генеральном плане развития города до 2030 года многоуровневые стоянки запланированы в микрорайонах Вулька-3, Юго-Запад-2, Юго-Запад-3. Во втором Юго-Западном микрорайоне предусмотрено строительство 5 паркингов общей вместимостью 1500 машино-мест.

Запланировано 12 вариантов размещения площадок для переоборудования плоскостных парковок в многоэтажные. Таким образом, количество парковочных мест увеличится в несколько раз.

FOMENKOVA S.F. Problems of automobilization of the cities

The article examines the issues of development of transport infrastructure at different historic stages and the problem of keeping individual vehicles. It analyzes the reasons and ways of possible solution to infrastructure development connected with the growing level of automobilization in towns and cities. With the automobilization growth the parked automobiles change the appearance of traditional areas of residential building-up. The attempts to add organized character to keeping vehicles tell on the lay-out of inhabited localities. The problem lies in the lack of space for moving vehicles, polluting the environment, big capital investments necessary to adapt the system of settling in new places to vehicle flows and to places of their parking. The growth of automobilization level demands the increase in the number of places for temporary and continuous keeping vehicles. Without the solution to this problem the formation of comfortable and safe environment for townspeople dwelling is impossible.

УДК 624.012

Бранцевич В.П., Воскобойников И.С.

ПРОЧНОСТЬ ПЛОСКИХ КОНТАКТОВ СОСТАВНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ЦИКЛИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ

Введение. Сборно-монолитные конструкции представляют собой рациональное сочетание сборного и монолитного бетонов. В силу наличия в едином сечении бетонов с различными прочностными и деформативными характеристиками и процессов перераспределения усилий между ними, изучение прочности зоны контакта сборной и монолитной частей конструкции при циклических нагрузках является важной и непростой задачей.

1. Работа плоского контакта сборно-монолитной конструкции при сдвиге в условиях статического нагружения

Контактный шов из-за наличия в нём непробетонированных частей, частиц пыли, появления усадочных трещин и т.п. в общем случае представляет собой ослабленный элемент по высоте сечения. Вследствие этого, нарушение сплошности плоских контактов и последующее разрушение происходит непосредственно по контактно-

Заключение. Растущий уровень автомобилизации городов требует увеличения количества мест для временного и постоянного хранения автомобилей. Без этого невозможно формирование комфортной и безопасной среды обитания горожан.

В результате роста автомобилизации автотранспорт стал одним из основных источников загрязнения городской среды. Загрязнение воздушного бассейна многих городов Беларуси достигло уровня, не отвечающего условиям безопасности проживающего населения.

Для решения транспортных проблем и обеспечения эффективной работы транспортных систем городов необходимо размещать автостоянки и парковки в центрах городов, вблизи объектов общественного обслуживания и в жилых районах, отдавая предпочтение строительству подземных и многоэтажных сооружений.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ТКП 45 – 3.03-227 – 2010 – Введ. 17.12.2010 – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2010. – 46 с.
2. Проектирование многоэтажных автостоянок. / А.О.Ковалев [и др.] – Москва: Ассоциация строительных вузов (АСВ), 2003. – 213 с.
3. Шештокас, В.В. Гаражи и стоянки / В.В. Шештокас, В.П. Адамавичюс, П.В. Юшкавичус – Москва: Стройиздат, 1984. – 214 с.
4. ТКП 45-3.01-116-2008. – Введ. 01.01.2010. – Минск: Минстройархитектуры и строительства Республики Беларусь, 2009. – 64 с.
5. ТКП 45-3.02.-25-2005. – Введ. 01.07.2006. -Минск: Минстройархитектуры и строительства Республики Беларусь, 2006. – 40 с.
6. Иодо, И.А. Основы градостроительства и территориальной планировки / И.А. Иодо, Г.А. Потаев – Минск: Универсалпресс, 2003. – 215 с.
7. Лобанов, Е.М. Транспортная планировка городов. – Москва: Транспорт, 1990 – 238 с.

Материал поступил в редакцию 10.12.14

му шву. В связи с этим при расчете прочности сборно-монолитных конструкций возникает необходимость в оценке прочности контактного шва на сдвиг.

В работе [1] проведены экспериментальные исследования на сборно-монолитных балках и образцах, имитирующих работу контакта на сдвиг, с плоской шероховатой поверхностью шва и поперечной арматурой. Условие прочности контакта предлагается записывать в виде:

$$Q_{sh} \leq \tau_{cu} \cdot b \cdot l_{акт} + N \cdot f_{mp} + A_s' \sigma_{s,cu} + A_s R_{sh}, \quad (1)$$

где Q_{sh} – усилие сдвига по контакту;

$\sigma_{s,cu}$ – сопротивление срезу на участке контакта между бетонами;

R_{sh} – сопротивление срезу арматуры на участке активного сцепления;

Бранцевич Владимир Петрович, доцент кафедры строительных конструкций Брестского государственного технического университета.

Воскобойников Игорь Сергеевич, ст. преподаватель кафедры технологии строительного производства Брестского государственного технического университета.

Беларусь, 224017, БрГТУ, г. Брест, ул. Московская, 267.

f_{mp} – коэффициент трения бетона;

A_s, A'_s – суммарные площади поперечного сечения хомутов, соответственно в растянутой и сжатой зонах.

Испытания показали, что для армированного шероховатого контакта предельное сопротивление бетона срезу на длине площадки $l_{sh} \leq 20$ см можно принять $\tau_{cu} = 2R_{bt}$. При большей длине площадки сопротивление бетона срезу определяется по формуле

$$\tau_{cu} = 2R_{bt} \frac{l_{sh,20}}{l_{sh}} m, \quad (2)$$

$$m = 1 + 0,05(l_{sh} - l_{sh,20}). \quad (3)$$

Расчетная величина напряжений не должна превышать

$$\tau_{b,расч} = \gamma_b \omega_b \tau_b = 0,5 \cdot 0,5 \cdot 2R_{bt} = 0,5R_{bt}, \quad (4)$$

где γ_b – коэффициент условий работы;

ω_b – коэффициент полноты эпюры касательных напряжений.

С.А. Корейба и др. [2], проанализировав проведенные экспериментальные исследования, отобрали ряд факторов, влияющих на сопротивление шва между сборным и монолитным бетонами сдвигу: степень обжатия шва, шероховатость поверхности, процент армирования и длина площадки среза. При оценке значимости факторов наиболее значимыми оказались степень обжатия, шероховатость поверхности и процент армирования. Длина шва не оказывает значительного влияния на сопротивление контакта сдвигу.

Б.Л. Городецкий [3] предлагает проверять прочность балки с поперечной арматурой в зависимости от прочности контакта по условию

$$Q \leq \frac{R_t b h_a + 0,8 z q_x \cdot (1,9 b_n x / E_s)}{\left(1 - 0,5 \frac{F_6}{1,9 b_n x}\right) T}, \quad (5)$$

где b_n – ширина полки;

h_a – высота сборной части балки;

z – расстояние между продольными усилиями в наклонном сечении балки;

$$T = \frac{F_{n,a}}{F_n} = \frac{e_0 S_{n,a}}{I_n};$$

$F_{n,a}$ – приведенная площадь поперечного сечения сборной части балки;

$S_{n,a}$ – приведенный статический момент инерции сборной части балки относительно центра тяжести всего сечения;

I_n – приведенный момент инерции всего сечения.

2. Работа плоского контакта сборно-монолитной конструкции при сдвиге в условиях циклического нагружения. На данный момент в мировой практике недостаточно экспериментальных и теоретических работ, посвященных исследованию поведения контактного шва сборно-монолитных конструкций при действии циклических нагрузок.

Нарушение контакта между двумя бетонами при циклическом нагружении может привести к уменьшению несущей способности конструкции и к её разрушению, а также резко изменить динамические характеристики конструкций, что может повлечь за собой появление эффекта резонанса.

Стоит сразу отметить основные предпосылки, используемые большинством исследователей при рассмотрении вопросов сопротивления контактного шва сдвигу:

- несущая способность неармированных контактных швов при сдвиге обеспечивается только за счет сил сцепления;
- несущая способность контактного шва при сдвиге обеспечивается за счет сил зацепления по поверхности сопряжения двух бетонов и нагельной работы поперечной арматуры;
- при определении нагельного эффекта арматуры, пересекающей контактный шов, в качестве расчетной следует рассматривать

схему в виде стержня заделанного в бетонном массиве, с сосредоточенной поперечной силой на свободном конце, при этом рассматривается та часть элемента (сборная или монолитная), бетон которой по прочностным характеристикам уступает другой, т.е. проводится сечение по контактному шву и для упрощения расчетной схемы часть элемента с более прочным бетоном отбрасывается;

- нагельный эффект поперечной арматуры обеспечивается за счет работы на изгиб самого арматурного стержня и работы на смятие бетона под арматурой;
- в восприятии поперечного усилия за счет нагельного эффекта арматуры участвует только часть бетонного основания под арматурой, называемая зоной активного деформирования бетона, а работой остальной части, в силу незначительности, можно пренебречь;
- предполагается, что в предельном состоянии бетон в зоне активного деформирования работает неупруго;
- в качестве критерия исчерпания несущей способности контактного шва при сдвиге принимаются 3 случая предельного напряженно-деформированного состояния:
 1. Разрушение от достижения напряжениями в арматуре при изгибе предела прочности стали.
 2. Разрушение от смятия бетона под арматурой.
 3. Одновременное достижение предельных состояний по несущей способности бетоном и арматурой.

Ил.Т. Мирсаяповым [4] проведены экспериментальные и теоретические исследования выносливости контактных швов сборно-монолитных балок. Образцы для испытаний отличались классами бетонов, высотой монолитной части и наличием поперечной арматуры. Параметры нагружения также варьировались для каждой серии образцов. Однако ни в одной серии балок разрушение по контактному шву не наблюдалось.

Сопротивление контакта сдвигу рекомендуется определять в виде суммы сопротивлений за счет сил сцепления, зацепления частиц через трение и сжатие и нагельной работы поперечной арматуры. Также отмечается, что для обеспечения совместной работы двух бетонов при циклическом нагружении напряжения, действующие по контактному шву, не должны превышать предел выносливости, а чтобы судить о трещиностойкости и прочности контакта необходимо знать касательные напряжения по контакту τ_b до образования трещины отрыва, касательное напряжение в поперечной арматуре τ_w и напряжение смятия $\sigma_{b,loc}$ в монолитном бетоне под поперечной арматурой после образования трещины отрыва.

Для определения вышеперечисленных напряжений предложены формулы [4]:

$$\tau_{b,max} = \frac{T_{sh,max}}{b \cdot l_{sh} + \frac{G_w}{G_b} \cdot n \cdot A_{sw}}; \quad (6)$$

$$\tau_{w,max} = \frac{T_{sh,max} - T_{f1} - T_{f2}}{n \cdot A_{sw}}; \quad (7)$$

$$\sigma_{bloc,max} = \frac{2(T_{sh,max} - T_{f1} - T_{f2})}{n \cdot a_m \cdot d_w}, \quad (8)$$

где T_{f1}, T_{f2} – силы трения по контакту;

$n \cdot A_{sw}$ – количество поперечной арматуры, пересекающей контакт;

G_w, G_b – модули сдвига поперечной арматуры и монолитной части конструкции.

А.В. Харченко [5] проведены обширные экспериментальные исследования прочности и деформативности контакта сборно-монолитных конструкций в условиях циклического нагружения. При проведении испытаний армированных образцов за разрушение принималось дестабилизация нагрузки от нарушения сплошности контакта, резкое увеличение градиента деформаций контактного слоя.

Также были проведены испытания 3 серий сборно-монолитных балок на статическую и циклическую нагрузки. Балки I серии были прямоугольного, II и III серий таврового поперечного сечения. Разрушение по контакту наблюдалось только в III серии балок, у которых контактный шов не был армирован. Прочность контакта предлагается проверять по условию

$$\tau = \frac{Q_{sh}}{b_{sh} l_{sh}} \leq \tau_{sh}, \quad (9)$$

где $\tau_{sh} = \tau_{cu} + \tau_{un} + \tau_{mp} + \tau_s$ (10)

b_{sh}, l_{sh} – размеры участка сдвига;

τ_{cu} – сопротивление за счёт сцепления и механического зацепления;

τ_{un} – то же, за счет работы шпонок;

τ_{mp} – то же, за счет трения;

τ_s – то же, за счет работы поперечной арматуры на срез.

Выносливость контакта определяется по аналогичному выражению.

$$\tau_{sh} = K_1 \tau_{cu} + K_2 \tau_{un} + K_3 \tau_{mp} + K_4 \tau_s \quad (11)$$

где K_1, K_2, K_3, K_4 – коэффициенты, учитывающие влияние уровня нагружения, коэффициента асимметрии цикла и частоты нагружения.

Заключение. Выполненный анализ экспериментальных и теоретических исследований, проведенных различными авторами, а также нормативных документов различных стран позволяют сформулировать применительно к оценке несущей способности контактного шва при циклических нагружениях следующие основные выводы:

1. Сопротивление стыковых соединений сборно-монолитных конструкций при действии статических нагрузок изучено достаточно детально. Вместе с тем, практически полностью отсутствуют данные об исследовании стыковых соединений при циклических нагружениях.
2. Не существует единого подхода к определению сдвигающих усилий по контакту, несущей способности контактных швов между сборным и монолитным бетонами, а также нет единого критерия предельного состояния.
3. В существующих методах расчета не достаточно полно отражаются действительные напряженно-деформированные состояния контактных швов при сдвиге, как при статическом, так и при циклическом нагружениях. Они, как правило, основаны на использовании эмпирических коэффициентов, учитывающих те или иные особенности железобетона и условий нагружения.

4. Жесткость контактного шва на сдвиг, напряжения, коэффициенты асимметрии цикла в бетоне и арматуре контакта непрерывно изменяются в процессе циклического нагружения вследствие проявления виброползучести бетона под поперечной арматурой контакта в связанных условиях и уменьшения прочности бетона. Эти процессы нельзя не учесть при определении прочности контакта при циклических нагрузках. Поэтому существующие расчётные зависимости (например, в Eurocode 2) будут давать существенную погрешность, т. к. не могут учесть постоянно изменяющееся напряженно-деформированное состояние контакта вводом только одного коэффициента, зависящего от состояния поверхности контакта.

5. Нормы проектирования различных стран при формировании требований по расчёту сборно-монолитных конструкций либо вовсе не уделяют внимания циклическим нагружениям (как это сделано в ACI), либо запрещают применение составных конструкций при действии циклических нагружений (например, СНБ 5.03.01). Тем не менее, значительные группы составных конструкций испытывают циклические нагружения и учёт этого эффекта необходим при проектировании.

Исходя из вышесказанного, можно заключить, что задача оценки прочности контактных швов сборно-монолитных конструкций требует более подробного изучения и разработки новых методов расчета, наиболее полно учитывающих напряженно-деформированное состояние контакта при действии статических, а в особенности циклических нагрузок.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Запрутин, Г.Н. Исследование прочности и деформативности контакта при срезе в сборно-монолитных конструкциях // Сб. научн. тр. – Челябинск, 1974. – № 149. – С. 162–172.
2. Корейба, С.А. Определение прочностных характеристик технологических швов между старым и новым бетонами / С.А. Корейба, Ю.К. Люненко, Н.Г. Негура, А.П. Скрипкин // Совершенствование строительных конструкций и строительного производства. – Кишинев, 1984. – С. 28–33.
3. Городецкий, Б.Л. Экспериментально-теоретические исследования прочности контакта в сборно-монолитных предварительно напряженных железобетонных конструкциях: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.01 – Свердловск, 1969. – 184 с.
4. Мирсяпов, Ил. Т. Исследование выносливости сборно-монолитных железобетонных изгибаемых элементов: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.01. – Москва, 1988. – 243 с.
5. Харченко, А.В. Исследование прочности сборно-монолитных изгибаемых конструкций по нормальным сечениям: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.01 – Киев, 1978. – 19 с.

Материал поступил в редакцию 13.03.14

BRANTSEVICH V.P., VOSKOBOYNIKOV I.S. Durability of flat contacts of compound ferroconcrete elements at cyclic loadings

Some scientific principles concerning resistance of joints in composite reinforced-concrete elements under cyclic loadings are observed in this article. Results of various authors on researches of resistance of concrete, precast reinforced-concrete and composite constructions under repeated loading are observed and studied. It is noted, that the question is in details studied only for structural behavior in the conditions of static loading. National standard of Belarus do not give directions on designing and calculation of a contact joint at cyclic affectings.

УДК 69.003.12

Срывкина Л.Г., Собешук С.И.

ПОДХОДЫ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ СМЕТНОЙ СТОИМОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА НА ОСНОВЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОБЪЕКТОВ-АНАЛОГОВ

Введение. Сегодня перед строительным комплексом Республики Беларусь стоит задача перехода к работе по экономически обоснованным неизменным договорным (контрактным) ценам [1]. Основу расчета договорной цены составляет сметная стоимость строитель-

ства, сформированная в ходе разработки проектной документации. Использование показателей объектов-аналогов является одним из методов определения сметной стоимости. Такой способ позволяет существенно сократить затраты времени на сметные расчеты, учи-

Срывкина Людмила Геннадьевна, доцент кафедры экономики и организации строительства Брестского государственного технического университета.

Собешук Светлана Игоревна, студентка строительного факультета Брестского государственного технического университета. Беларусь, 224017, БрГТУ, г. Брест, ул. Московская, 267.