

УДК 624.012.35

Соколов Б.С. – доктор технических наук, профессор

E-mail: sokolov@kgasu.ru

Седов А.Н. – кандидат технических наук, старший преподаватель

E-mail: sedovartur@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Автоматизированный программный комплекс для проектирования комбинированных стыков панелей крупнопанельных зданий

Аннотация

Целью работы ставилось создание современного и многофункционального расчетного комплекса для инженера-конструктора, реализующего нормативный подход к расчету стыков и результаты многочисленных научных исследований.

Основой для создания методики расчета стыков является теория силового сопротивления анизотропных материалов сжатию, разработанная проф. Соколовым Б.С.

По результатам работы создан программный комплекс «КомСтык» – многофункциональное приложение к программам для проектирования железобетонных конструкций, например Мономах-САПР и т.п., предназначенный для проектирования комбинированных стыков панелей в крупнопанельных зданиях, в том числе и с различными вариантами усиления. На данный комплекс получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2013614838 [8].

Ключевые слова: проектирование стыков панелей, методика расчета стыков, программный комплекс.

Целью работы ставилось создание современного и многофункционального расчетного инструмента для инженера, реализующего нормативный подход к расчету и результаты научных исследований.

Созданию автоматизированного программного комплекса предшествовали теоретические и экспериментальные исследования, направленных на изучение НДС комбинированных стыков крупнопанельных зданий. Основные результаты исследований опубликованы в работах [1-7].

Основой для создания методики расчета стыков является теория силового сопротивления анизотропных материалов сжатию [1], в соответствии с которой разрушение конструкции или элемента рассматривается как преодоление усилий сопротивления отрыву, сдвигу и раздавливанию. Такой подход позволяет:

- выявить расчетные области в комбинированном стыке;
- определить зону, с которой начинается его разрушение;
- запроектировать комбинированный стык, наиболее полно используя его несущую способность;
- регулировать распределение усилий в зонах стыков при реконструкции.

Исследования комбинированных стыков включали в себя следующие взаимосвязанные этапы:

- изучены существующие и нормативные методики расчета стыков, способы их усиления;
- проведены многофакторные численные исследования, которые позволили установить характер изменения напряженно-деформированного состояния стыков с различными дефектами, а также их влияние на прочность и последовательность разрушения;
- выполнены экспериментальные исследования, которые позволили установить степень влияния элементов усиления на несущую способность и последовательность разрушения стыка;

– предложены практические рекомендации по расчету параметров элементов усиления комбинированных стыков, позволяющие наиболее полно использовать их несущую способность при реконструкции и регулировать усиление комбинированных стыков в зависимости от величин действующих усилий.

Для инженерного использования результатов исследований создан программный комплекс для ЭВМ.

Программный комплекс «КомСтык» – это многофункциональное приложение к программам для проектирования железобетонных конструкций, например Мономах-САПР и т.п., предназначенное для проектирования комбинированных стыков панелей в крупнопанельных зданиях, в том числе и с различными вариантами усиления. На данный комплекс получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2013614838 [8].

Для обеспечения возможности сравнения результатов расчета с существующими методиками, в нем реализован нормативный подход по пособию к СНиП 2.08.01-85.

Для удобства использования работа с программой разделена на 4 взаимосвязанных блока:

– задание исходных данных (характеристики материалов, геометрические размеры стыка и т.д.), рис. 1;

– определение несущей способности комбинированного стыка по двум методикам (также включает проверку прочности стыка), рис. 2;

– расчет комбинированных стыков с различными вариантами усиления (основан на данных рекомендациях, включает в себя выбор зоны усиления, задание или вычисление параметров элементов усиления, определение действующих усилий в контактной и платформенной частях стыка), рис. 3;

– дополнительные возможности (определение угла наклона плоскостей сдвига по заданному классу бетона, вычисление сопротивлений отрыву, сдвигу и раздавливанию элемента по заданным геометрическим характеристикам, определение податливости растворных швов по методике пособия к СНиП 2.08.01-85), рис. 4.

Расчетные характеристики бетона стеновых панелей можно выбирать по СНиП 2.03.01-84*, СП 52-101-2003, или СП 63.13330-2012.

Процесс расчета сопровождается комментариями и подсказками в строке состояния и цветовым обозначением текстовых полей (например, если прочность участка не обеспечена – выделение красным цветом, если обеспечена – зеленым).

Прочность комбинированных стыков панелей, версия 1.2

Исходные данные | Определение несущей способности | Расчет усиления | Дополнительные возможности

Характеристика стеновых панелей
 Расчетные характеристики по СП 52-101-2003
 Вид бетона Тяжелый | Класс В10
 Вид заполнителя
 Коэффициент условий работы 0.81
 Марка по плотности
 Rb 6 МПа | Rbt 0.56 МПа

Геометрические размеры
 Толщина верхнего растворного шва t_n 25 мм
 Толщина нижнего растворного шва t_b 20 мм
 Толщина стеновой панели t 200 мм
 Ширина платформенной части $L_{пл}$ 80 мм
 Ширина контактной части $L_{кон}$ 100 мм
 Ширина конт.-платформ. части $L_{кп}$ 200 мм
 Высота сечения плиты перекрытия h_p 100 мм
 Длина стыка L 450 мм

Плиты перекрытия
 Сборные
 Многопустотные
 Двухстороннее опирание плит на панель

Монтаж панелей с применением...
 фиксаторов
 подкосов

Готов

Рис. 1. Блок задания исходных данных

Рис. 2. Блок определения несущей способности

Рис. 3. Блок расчета усиления комбинированных стыков

Результатами вычислений являются вывод о несущей способности и податливости стыка, способ и параметры элементов усиления.

Сравнение значений несущей способности стыков по результатам испытаний и методиками их расчета представлено в табл.

По результатам сравнения несущей способности стыков сделаны следующие выводы:

- несущая способность комбинированного стыка, вычисленная согласно пособию к СНиП 2.08.01-85, занижена по сравнению с результатами испытаний и другими методиками расчета; результаты, полученные с использованием теории прочности анизотропных материалов при сжатии, наиболее близки к опытным;

- методика расчета [1, 2] позволяет учесть различные способы усиления стыков и отрегулировать параметры элементов усиления в зависимости от нагрузки на стык;

- расхождение результатов расчетов стыков по методике [1, 2] с опытными данными не превышает 20 %.

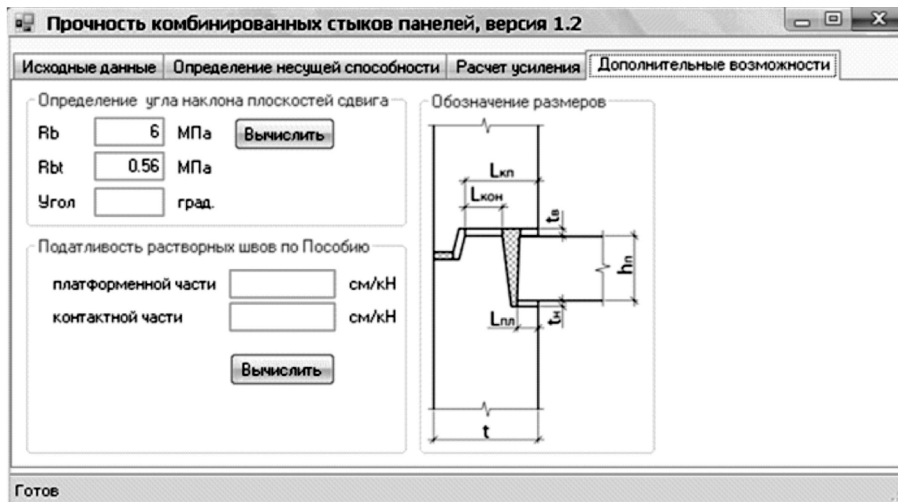


Рис. 4. Блок дополнительных возможностей

Таблица

Сравнение несущей способности стыков

№ п/п	Вид стыка	Разрушающая нагрузка по [6], кН	Разрушающая нагрузка по [1], кН	Разрушающая нагрузка по результатам испытаний, кН
1	2	3	4	5
1	Без усиления	789,03	1310,24	1420
2	Усиление платформенной части	-	1453	1550
3	Усиление стыка при помощи обжатия	-	1548	1720
4	Усиление при помощи вертикальных армированных шпонок	-	1622	2000

Выводы. Впервые разработан программный комплекс для проектирования комбинированных стыков панелей крупнопанельных зданий, основанный на теории силового сопротивления анизотропных материалов при сжатии [1]. Получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2013614838 [8].

Список библиографических ссылок

1. Соколов Б.С. Теория силового сопротивления анизотропных материалов сжатию и ее практическое применение: Монография / Издательство АСВ. – М., 2011. – 160 с.
2. Соколов Б.С., Седов А.Н. Теоретические основы усиления комбинированных стыков крупнопанельных зданий // Бетон и железобетон. – М., 2009, № 6. – С. 2-5.
3. Соколов Б.С., Седов А.Н. Исследование напряженно-деформированного состояния комбинированных стыков панелей крупнопанельных зданий для их усиления // Вестник РААСН Волжского регионального отделения, вып. 10. – Нижний Новгород, 2007. – С. 82-89.
4. Соколов Б.С., Седов А.Н. Изучение напряженно-деформированного состояния горизонтальных стыков панелей зданий для их усиления // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. – М., 2008. – С. 123-124.
5. Соколов Б.С., Седов А.Н. Экспериментальные исследования комбинированных стыков крупнопанельных зданий с учетом возможных отклонений при их возведении. // Известия КазГАСУ, 2009, № 1. – С. 129-134.
6. Седов А.Н. Проектирование усиления комбинированных стыков в крупнопанельных зданиях при реконструкции. // Сб. материалов Международной молодежной научной конференции по естественнонаучным и техническим дисциплинам. – Йошкар-Ола, 2010. – С. 205-207.

7. Соколов Б.С., Седов А.Н. Конструктивно-технологические особенности усиления комбинированных стыков в крупнопанельных зданиях при реконструкции. // Сб. научных трудов «Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции (НАСКР-2012)». – Чебоксары, 2012. – С. 165-169.
8. Седов А.Н., Соколов Б.С. Автоматизированный программный комплекс «КомСтык». РОСПАТЕНТ. Свидетельство № 2013614838 от 09.01.2013.

Sokolov B.S. – doctor of technical sciences, professor

E-mail: sokolov@kgasu.ru

Sedov A.N. – candidate of technical sciences, senior lecturer

E-mail: sedovartur@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Automatized software for designing combined joints of large panel buildings

Resume

The purpose was to create a modern and functional software for engineer implements the regulatory approach to the calculation of the joints and the results of numerous scientific studies.

The basis for creation of the methods of calculation of the joints is the theory of the power of resistance of anisotropic materials with the compression, developed by Professor Sokolov B.S. According to this theory the carrying capacity of the joint considered as overcoming the resistance of materials to tensile, shear and crushing. Such approach allows to reveal the settlement areas in between, to determine the area from which to begin the destruction and to project the combined joint, most fully using its carrying capacity.

The results of this work is a program «KomStik» – multifunctional application for PC for the design of reinforced concrete structures, for example Monomah-SAPR, etc. intended for design of combined joints in large-panel buildings, including varying strengthening. On this program has received the certificate on the state registration of the computer program № 2013614838 [8].

Keywords: design of combined joints of panels, the method of calculation of joints, application software.

Reference list

1. Sokolov B.S. The theory of the power of resistance of anisotropic materials with the compression and its practical application: Monograph / Publishers ASV. – M., 2011. – 160 p.
2. Sokolov B.S., Sedov A.N. Theoretical bases of strengthening combined joints of large-panel buildings // Concrete and reinforced concrete. – M., 2009, № 6. – P. 2-5.
3. Sokolov B.S., Sedov A.N. Researches of the stress-strain state of the combined joint panels panel buildings for their development // Herald of the Russian Academy of architecture and construction sciences of the Volga regional branch, № 10. – Nizhny Novgorod, 2007. – P. 82-89.
4. Sokolov B.S., Sedov A.N. The study of stress-strain state of horizontal joints of panel buildings in order to strengthen them // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. – M., 2008. – P. 123-124.
5. Sokolov B.S., Sedov A.N. Experimental researches of the combined joints of large-panel buildings with consideration of possible deviations during construction. // News of the KSUAE, 2009, № 1. – P. 129-134.
6. Sedov A.N. The design of strengthening combined joints in large-panel buildings under reconstruction. // The collection of proceedings of the International youth scientific conference on science and technical disciplines. – Yoshkar-Ola, 2010. – P. 205-207.
7. Sokolov B.S., Sedov A.N. Constructive-technological features of strengthening of the combined joints in large-panel buildings under reconstruction. // The collection of proceedings «New in architecture, design of building structures and reconstruction (NASKR-2012)». – Cheboksary, 2012. – P. 165-169.
8. Sedov A.N., Sokolov B.S. Automated programm «KomStik». Rospatent. Testimony № 2013614838 from 09.01.2013.