

Поэтому создание программного комплекса, позволяющего максимально автоматизировать процесс оформления отчетов, избежать ошибок, повторов и опечаток, уменьшит время выполнения отчетов, увеличить контроль за качеством выполняемой документации.

Выводы

1. Анализ документации и научно-технической литературы показал, что имеется ряд про-

блемных вопросов, снижающих качество проведения обследований зданий и сооружений и подготовку технического заключения.

2. Приведены основные этапы разработки научного обоснованного подхода к формулированию и проведению процедуры осмотра зданий и сооружений

3. Обоснована необходимость автоматизации процесса подготовки отчетов о результатах обследования.

Список литературы

1. Norbert J Delatte. Failure, distress and repair of concrete structures / Norbert J Delatte. – Cambridge, UK : Woodhead Publ. ; Boca Raton, FL : CRC Press, 2009.
2. Романович А. Н. К вопросу обследования жилых зданий хрущёвского типа / А. Н. Романович // INTERNATIONAL SCIENTIFIC REVIEW. – 2016. – № 7 (17). – С. 30–32.
3. Дмитриев А. С. Проблемы контроля качества работ в современном строительстве / А. С. Дмитриев, А. В. Квитко // Научно-исследовательские публикации. – 2015. – № 11 (31). – С. 78–83.
4. Ким Д. А. Актуальные проблемы технического обследования зданий, попадающих под зону влияния строительных и реконструкционных работ / Д. А. Ким // Вопросы науки и образования. – 2019. – № 11 (57). – С. 26–30.
5. ГОСТ 31937-2011. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. – М. : Стандартинформ, 2014.
6. СП 13-102-2003. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений / Госстрой России. – М. : ГУП ЦПП, 2003.
7. Лапин С. К. Проведение обследования при реконструкции зданий и сооружений - непереносимое условие при разработке проектов / С. К. Лапин, С. В. Ильяхин // Промышленное и гражданское строительство. – 2004. – № 6. – С. 35–37.
8. Паушкин А. Г. К вопросу о качестве современных строительных норм / А. Г. Паушкин, Л. И. Черкасова, М. Н. Иванов // Промышленное и гражданское строительство. – 2013. – № 11. – С. 55–58.
9. Ковалева И. В. О некоторых вопросах нормативного обеспечения обследования строительных объектов / И. В. Ковалева, И. А. Казимиров // О некоторых вопросах нормативного обеспечения обследования строительных объектов. – 2015. – № 2 (13). – С. 58–61.
10. Черкасова Л. И. Анализ систем оценок технического состояния, используемых в практике обследования зданий и сооружений / Л. И. Черкасова, М. Н. Иванов, А. Г. Паушкин, Г. В. Алексеев // Вестник МГСУ. – 2008. – № 2. – С. 134–144.
11. Экба С. И. Особенности комплексного обследования несущих конструкций зданий, попадающих в зону влияния нового строительства / С. И. Экба // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2019. – № 3. – С. 28–33.
12. Густап В. А. Методика обследования здания для обоснования допустимости его реконструкции или сноса / В. А. Густап // Международный студенческий научный вестник. – 2018. – № 3–4. – С. 675–678.
13. Улыбин А. В. О методах контроля прочности керамического кирпича при обследовании зданий и сооружений / А. В. Улыбин, С. В. Зубков // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2019. – №3. – С. 28–33.

© И. Ю. Петрова, О. О. Мостовой

Ссылка для цитирования:

Петрова И. Ю., Мостовой О. О. Обзор процесса проведения обследования зданий и сооружений. Проблемы и пути решения // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2021. № 1 (35). С. 69–75.

УДК 004.942:004.42

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТА ОПТИМАЛЬНОГО ОБЪЕМА ПОЛИПРОПИЛЕНОВОГО ВОЛОКНА В СОСТАВЕ ФИБРОБЕТОНА ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЙ С ОТВЕРСТИЯМИ

П. Н. Садчиков, О. И. Евдошенко, Н. П. Садчиков

Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Россия

В статье рассматриваются вопросы о возможности использования для плоских железобетонных плит армирования полипропиленовыми волокнами. Проведен анализ поведения плит перекрытия с отверстиями разного размера в зависимости от процентного содержания полипропиленового волокна в общем объеме фибробетона на основе построения моделей объекта исследования средствами программного комплекса ANSYS. Для моделирования фактического поведения плит перекрытий был использован программный пакет нелинейного анализа методом конечных элементов NLFEA. Реализация возможностей ANSYS позволила зафиксировать фактическое распределение напряжений и обосновать предложение способа армирования с участием полипропиленового волокна в дополнение к основной стальной арматуре. Определены оптимальные значения коэффициента раскрытия и объемной доли полипропиленового волокна в составе фибробетона. Результаты анализа влияния данных параметров на структуру материала позволили получить напряжение и соответствующую деформацию, а также установить предельно допустимую нагрузку на объект исследования.

Ключевые слова: автоматизация расчета, нелинейный анализ, фибробетон, полипропиленовое волокно, раскрытие трещин.

AUTOMATION OF CALCULATION OF OPTIMAL VOLUME OF POLYPROPYLENE FIBRE IN FIBROBETON OF SLAB WITH HOLES

P. N. Sadchikov, O. I. Evdoshenko, N. P. Sadchikov

Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering, Astrakhan, Russia

The article discusses the possibility of using polypropylene fiber reinforcement for flat reinforced concrete slabs. The behavior of floor slabs with holes of different sizes was analyzed depending on the percentage of polypropylene fiber in the total volume of fibrobeton based on the construction of models of the study object by means of the ANSYS software complex. A non-linear NLFEA finite element analysis software package was used to simulate the actual behavior of floor plates. The realization of the capabilities of ANSYS made it possible to fix the actual distribution of stresses and justify the proposal of a reinforcement method with the participation of polypropylene fiber in addition to the main steel reinforcement. Optimal values of opening coefficient and volume fraction of polypropylene fibre in fibrobeton composition are determined. The results of the analysis of the influence of these parameters on the structure of the material made it possible to obtain stress and corresponding deformation, as well as to establish the maximum permissible load on the object of study.

Keywords: *calculation automation, nonlinear analysis, fiber-reinforced concrete, polypropylene fiber, crack opening.*

Введение

Создание проема в существующей железобетонной плите необходимо при некоторых условиях реализации проектов зданий и сооружений. Такие отверстия приводят к нарушению устойчивости железобетонной плиты, вызывая слабые места из-за удаления значительного количества арматурных стержней и бетона. Одним из конструктивных элементов, используемых на производственных предприятиях и в многоэтажных зданиях, является подвесная железобетонная плита [1]. Большие проемы обычно требуются при установке лестничных маршей, шахт лифтов, эскалаторов и др. Небольшие отверстия в плитах необходимы для прохождения электрических и механических коммуникаций, таких как отопительные, водопроводные и вентиляционные стояки. Со структурной точки зрения влияние небольших отверстий не часто рассматривается из-за способности плит перераспределять напряжения. При этом статическая система плиты с большим проемом может быть существенно изменена при удалении значительного количества стальных арматурных стержней и бетона. Это может привести к снижению способности системы конструкций здания противостоять приложенным нагрузкам [2–4]. В дополнение к размеру отверстие может располагаться как в областях с положительным, так и отрицательным моментом железобетонных плит, что приводит к опасным структурным проблемам, которые нельзя решить без разработки нового конструктивного способа [5–9]. Согласно правилам проектирования плиты перекрытий с отверстиями могут быть спроектированы с использованием метода полос. Однако данный метод не позволяет оценить несущую способность железобетонных плит с требуемой степенью надежности результата, в особенности при наличии больших отверстий. Причиной этому является исполнение множества точных инструкций, предписываемых к содержательной части проекта и методам расчета. Кроме того, величина допустимой грузоподъемности и размер отверстия ограничиваются конструктивными нормами [10].

Наличие отверстий снижает предельную нагрузочную способность, пластичность, рассеивание энергии и жесткость железобетонных плит [5, 11, 12]. Следовательно, для преодоления этих негативных эффектов актуальным является применение новых конструктивных материалов, принимая во внимание расположение и размер отверстий. В течение последнего десятилетия использование стальной фибры позволило добиться повышения ударной вязкости и характеристик прочности бетона на растяжение. Результаты многочисленных исследований позволили признать его новым конструктивным материалом, а процедуры проектирования с его применением доступны в новейших национальных и международных нормах и правилах [13, 14]. Отдельные исследователи утверждают, что прерывистые стальные волокна могут рассматриваться как единственный материал в слябах марки, имеющий высокую внутреннюю избыточность [13]. В последнее время используется комбинация случайно прерывистых стальных волокон и основной арматуры в бетонной матрице. Применение такого гибридного армированного бетона рассматривается как практический способ оптимизации элементов конструкции [14], в том числе и плоской железобетонной плиты. Это один из способов, направленных на снижение стоимости и времени строительства, а также значительное сокращение объемов стальной арматуры. Кроме того, возможность ранней штамповки плоских железобетонных плит будет увеличена из-за высокого коэффициента гибкости и ограниченной жесткости на изгиб [8, 13]. Беспорядочно прерывистые стальные волокна могут представлять собой эффективное решение для противодействия сильным мембранным воздействиям на растяжение, возникающим из-за чрезвычайно больших прогибов.

В последнее время в научной литературе рассматриваются вопросы о возможности использования для плоских железобетонных плит армирования полипропиленовыми волокнами (рис. 1).



Рис. 1. Синтетическое волокно полипропилена

Представленные результаты показали, что отличная пластичность сочетается с большой способностью к перераспределению напряжений после распространения трещин [1]. Однако в случае с железобетонными плитами с отверстиями исследование эффекта от использования полипропиленового волокна в дополнение к основной стальной арматуре ограничено и требует доработки.

Целью настоящей работы является регистрация и анализ поведения плит перекрытия с отверстиями разного размера в зависимости от процентного содержания полипропиленового волокна в общем объеме фибробетона на основе построения моделей объекта исследования средствами программного комплекса ANSYS.

Программный комплекс ANSYS рассматривается как универсальный инструмент, предоставляющий возможности для численной реализации методов, используемый для упрощения анализа различных инженерных задач. С

точки зрения задач, поставленных перед исследованием авторами статьи, данное программное средство использовалось в качестве основы для проведения нелинейного анализа результатов расчета конструкций, полученных при использовании метода конечных элементов. Реализация возможностей ANSYS позволила зафиксировать фактическое распределение напряжений и обосновать предложение способа армирования с участием полипропиленового волокна в дополнение к основной стальной арматуре, которые делают конструкцию более экономичной и гибкой. Программный комплекс был выбран за основу реализации построенных физических моделей, поскольку его результаты хорошо согласуются с экспериментальными [15].

В ходе исследования при использовании инструментов ANSYS были построены модели железобетонных плит перекрытия с различным процентным содержанием полипропиленового волокна (PF). Исследуемые параметры включают четыре объемные доли PF: 0, 0,3, 0,6, 0,9 %. Рассмотрены три варианта отверстий в форме квадрата с длиной стороны: 100, 150, 200 мм (рис. 2). Четыре стальных арматурных стержня диаметром 10 мм использовались для продольного и поперечного направлений. Предел текучести и прочности стальных стержней соответственно составляет 460 и 660 МПа.

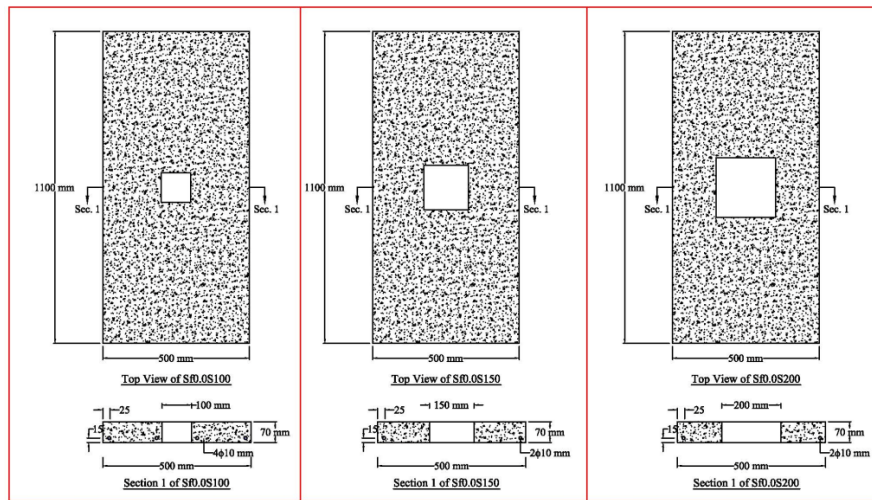


Рис. 2. Вариативность схем отверстий железобетонной плиты

Прочность на сжатие бетонной смеси с объемной долей PF: 0; 0,3; 0,6; 0,9 % составила 38,9; 40,8; 42,4; 44,3 МПа соответственно. Кроме того, прочность на разрыв бетонной смеси с объемной долей PF 0; 0,3; 0,6; 0,9 % – 2,92; 3,13; 3,34; 3,42 МПа соответственно. Модуль упругости бетонной смеси с объемной долей PF 0; 0,3; 0,6; 0,9 % составил 16626, 17934, 19024, 20481 МПа соответственно.

Для моделирования фактического поведения плит перекрытия при изменении объемной

доли PF от 0,0 до 1,0 % и коэффициента раскрытия (ОР) в диапазоне от 0,0 до 24,5 % был использован программный пакет нелинейного анализа методом конечных элементов NLFEA (табл.). Результаты анализа влияния данных параметров на структуру материала позволили получить напряжение и соответствующую деформацию, установить предельно допустимую нагрузку на объект исследования.

Таблица

Предельно допустимая нагрузка на железобетонные плиты NLFEA (кН)

Объемная доля PF, %	Коэффициент раскрытия (OP)							
	0.0%	0.5%	2.0%	4.5%	8%	12.5%	18.0%	24.5%
0.0	40.68	39.00	36.20	26.44	19.16	14.70	12.41	11.00
0.1	41.91	39.74	37.58	27.65	20.09	15.14	12.89	11.54
0.2	43.03	40.94	38.84	28.79	20.96	15.55	13.32	12.03
0.3	44.06	42.03	39.99	29.86	21.75	15.92	13.72	12.49
0.4	44.99	43.00	41.02	30.86	22.48	16.26	14.07	12.91
0.5	45.81	43.87	41.93	31.78	23.14	16.56	14.38	13.29
0.6	46.54	44.63	42.72	32.63	23.73	16.82	14.65	13.62
0.7%	47.17	45.28	43.39	33.41	24.25	17.04	14.88	13.92
0.8%	47.69	45.82	43.95	34.11	24.70	17.23	15.07	14.18
0.9%	48.12	46.25	44.38	34.75	25.08	17.39	15.22	14.40
1.0%	48.45	46.57	44.70	35.31	25.40	17.51	15.33	14.58

В ходе исследования использование элемента SOLID65 ANSYS позволило прогнозировать неоднородность, хрупкость и нелинейное поведение материала методом размазанных трещин с предельными значениями прочности на одноосное растяжение и сжатие [16]. Подробные характеристики бетона при растяжении, сжатии и модуле упругости включены ранее в раздел экспериментальной программы. Коэффициент Пуассона был принят равным 0,2, а коэффициент передачи сдвига – 0,8, поскольку волокна позволяют переносить напряжение через трещины. Была оценена эффективность PF в увеличении прочности бетона на растяжение и изгиб в зависимости от количества и ориентации на единицу площади поперечного сечения бетона на основе вероятностного метода, предложенного Парвизом и Ли [17]. Элемент LINK8 был использован для моделирования стальных арматурных стержней с коэффициентом Пуассона 0,3, пределом текучести 460 МПа и модулем упругости 200 ГПа.

На рисунке 3 показано типичное NLFEA зацепление железобетонной плиты с отверстием и без него. Общая приложенная нагрузка была разделена на серию приращений. Итерации равновесия Ньютона-Рафсона обеспечивают сходимость решения NLFEA в конце каждого приращения нагрузки в пределах допуска.

Для эталонной железобетонной плиты (без раскрытия) первая трещина изгиба возникла на нижней поверхности (сторона растяжения) параллельно точкам нагрузки. С ростом приложенной нагрузки констатировалось увеличение количества вертикальных трещин изгиба до тех пор, пока стальные стержни на стороне растяжения не поддались. После этого последовало дробление бетона на стороне сжатия в области максимального момента. Данное поведение классифицируется как пластичное (рис. 4). Ширина трещин, ближайших к отверстию, значительно увеличилась после деформации стальной арматуры с последующим дроблением бетона при сжатии. Для прямоугольного отверстия первая трещина возникла с краев нижней

поверхности под двумя точками нагрузки, а затем трещины были сосредоточены около углов отверстия и распространялись наклонно к продольному направлению плиты.

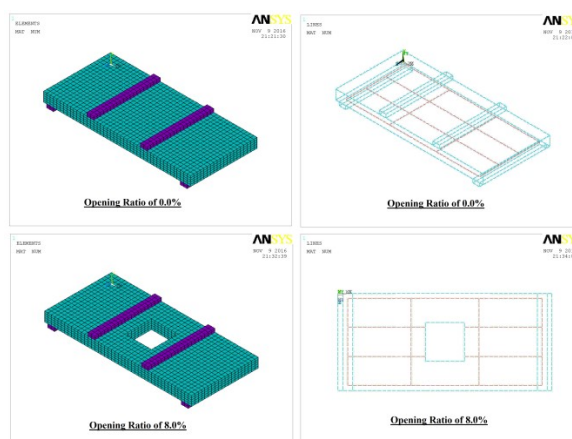


Рис. 3. Зацепление железобетонных плит

На рисунке 5 показаны типичные кривые раскрытия трещин под действием нагрузки. Характер раскрытия трещин можно рассматривать как дополнительное доказательство эффективности использования полипропиленового волокна в обеспечении контролируемого и стабильного роста основных трещин даже при очень высоких значениях прогиба. Процент повышения PF с точки зрения остановки трещин составил 5, 13, 16 %, для объемных долей PF 0,3; 0,6; 0,9 % соответственно по отношению к нагрузке при ширине трещины 1 мм.

Каждая железобетонная плита без раскрытия показывала линейную зависимость до первой нагрузки изгибного растрескивания. Помимо этого, наклон отношения прогиба нагрузки быстро увеличивался до тех пор, пока не истощилась арматура стального стержня. Впоследствии наблюдалось плато в соотношении прогиба нагрузки до разрушения плит. Для железобетонных плит с отверстием проявленные зависимости прогиба нагрузки после деформации стальной арматуры претерпели изменение в соответствии с размером отверстия.

Соотношения прогиба нагрузки смоделированных плит сгруппированы в соответствии с процентным соотношением PF и размером отверстия (рис. 6). Результаты исследования показы-

вают, что предельная несущая способность возрастала при увеличении объемной доли PF и снижалась с ростом размера отверстия.

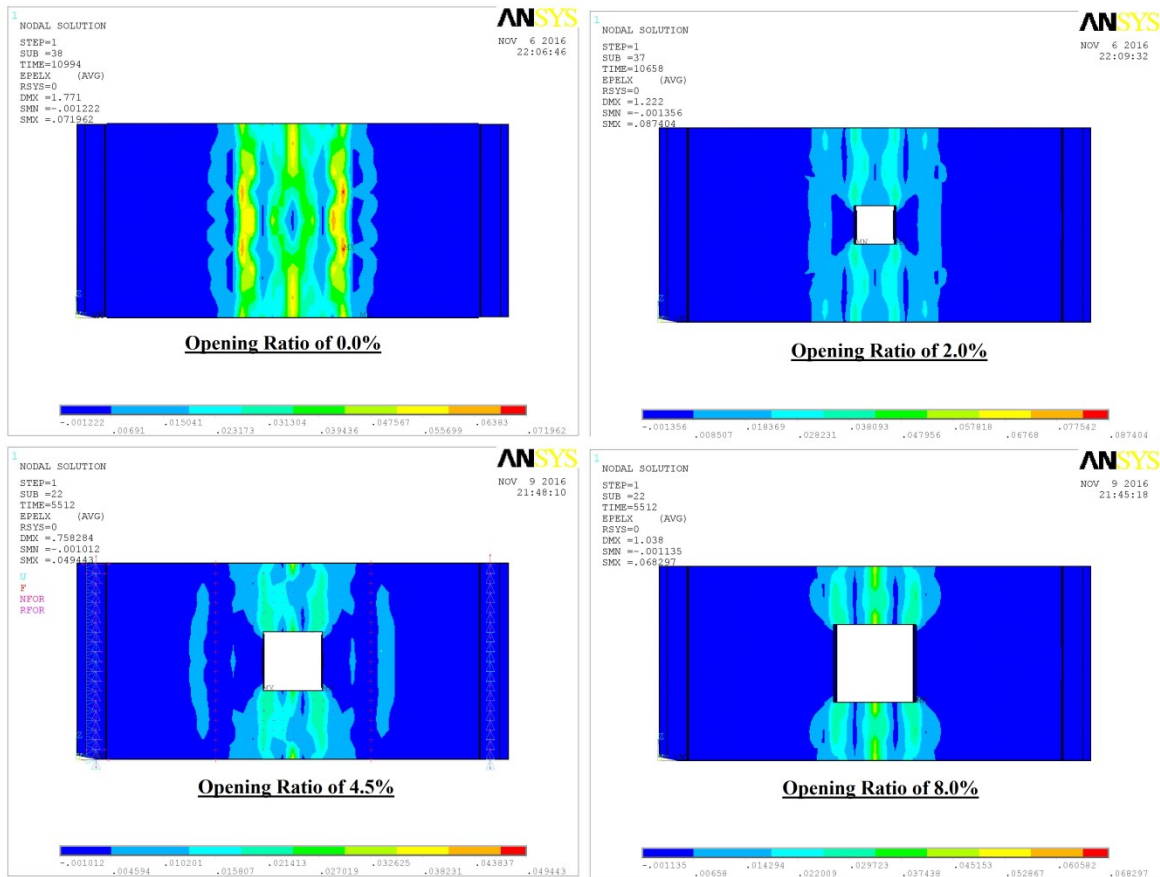


Рис. 4. Деформации железобетонных плит NLFEA

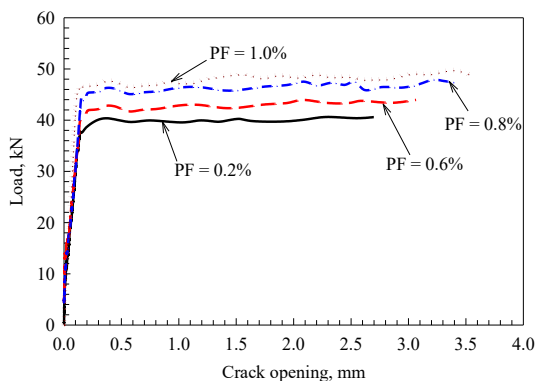


Рис. 5. Кривые зависимости типичной нагрузки NLFEA от раскрытия трещины

Для дополнительной иллюстрации модели NLFEA были расширены, позволяя охватить влияние объемной доли PF от 0 до 1 % и коэффициентов раскрытия от 0,0 до 24,5 % (рис. 7). Имея аналогичные свойства материалов с точки зрения прочности бетона на сжатие и растяжение, можно использовать для прогнозирования требуемой предельной грузоподъемности определенной объемной доли полипропиленового во-

локна. После того, как объемная доля PF достигает 0,6 % дальнейшего значительного увеличения предельной допустимой нагрузки смоделированных железобетонных плит не происходит, в то время как значительное снижение предельной грузоподъемности продолжает происходить с увеличением коэффициента раскрытия.

Начальная жесткость железобетонных плит с отверстиями и жесткость текучести из-за потери бетона, стальной арматуры в области раскрытия меньше, чем у плит без отверстий. Податливая жесткость следует той же тенденции, что и исходная. Пластичность можно определить как способность конструкции выдерживать неупругие деформации, выходящие за рамки податливых, без какого-либо снижения сопротивления приложенной нагрузке. Индекс пластичности смещения рассчитывался как отношение смещения разрушения к смещению текучести. На основе анализа зависимости нормализованных значений с точки зрения индекса пластичности смещения объемную долю полипропиленового волокна, равную 0,6 %, и коэффициент раскрытия 8 % можно считать оптимальными [18].

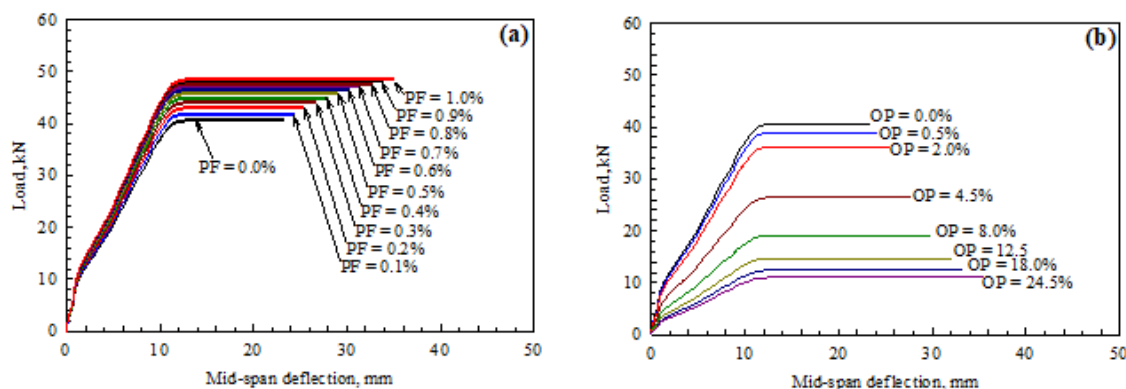


Рис. 6. Кривые зависимости нагрузки NLFEA от прогиба в середине пролета с различной объемной долей PF (a) и коэффициентами раскрытия (OP) (b)

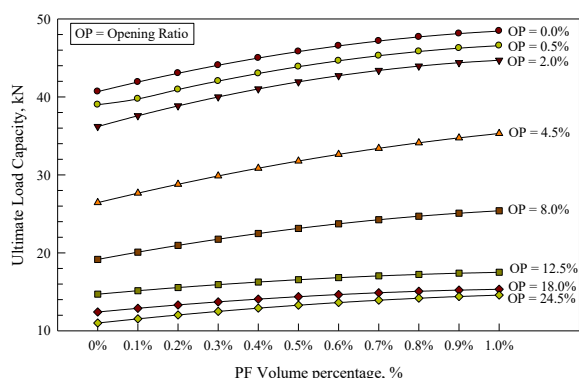


Рис. 7. Предельная грузоподъемность NLFEA в зависимости от объема PF и коэффициента раскрытия (OP)

Выводы

1. Предельная несущая способность, механизм остановки трещин, начальная и предельная жесткость улучшаются с увеличением объемной доли PF. Это объясняется внутренней статической неопределенностью и высокой вязкостью при растяжении полипропиленового

фибробетона, что приводит к пластичному и стабильному поведению плит.

2. Наличие отверстия вызвало большее снижение предельной несущей способности, трещинной нагрузки, начальной жесткости и жесткости при текучести для железобетонных плит с раскрытием, чем из-за концентрации напряжений на углах прямоугольного отверстия и распределения трещин вокруг отверстия.

3. Объемная доля PF, равная 0,6 %, и коэффициент раскрытия 8 % оптимальны с точки зрения начальной жесткости и текучести, индекса пластичности смещения и индекса пластичности поглощения энергии с выходом на плато после данных значений.

4. На основе инновационного NLFEA, подтвержденного экспериментальными результатами, предлагаются новые рекомендации для прогнозирования предельной допустимой нагрузки железобетонных плит при определенном объеме PF и степени раскрытия.

Список литературы

- Pujadas P. Plastic fibres as the only reinforcement for flat suspended slabs: experimental investigation and numerical simulation / P. Pujadas, A. Blanco, S. Cavalario, A. Aguado // Construction Building Materials. – 2014. – № 57 (30). – P. 92–104.
- Гордеев В. Н. Нагрузки и воздействия на здания и сооружения / В. Н. Гордеев, А. И. Лантух-Лященко, В. А. Пашинский, А. В. Перельмутер, С. Ф. Пичугин : под общ. ред. А. В. Перельмутера. – М. : Ассоц. строит. вузов, 2011. – 528 с.
- Тамразян А. Г. Расчет элементов конструкций при заданной надежности и нормальном распределении нагрузки и несущей способности / А. Г. Тамразян // Вестник МГСУ. – 2012. – № 10. – С. 109–115.
- Золина Т. В. Прогнозирование надежности здания при исследовании динамики его напряженно-деформированного состояния / Т. В. Золина, П. Н. Садчиков // Вестник МГСУ. – 2015. – № 10. – С. 20–31.
- Elyson A. P. Liberati. Failure analysis of punching in reinforced concrete flat slabs with openings adjacent to the column / Elyson A. P. Liberati, Marília G. Marques, Edson D. Leonel, Luiz C. Almeida, Leandro M. Trautwein // Engineering Structures. – 2019. – № 182 (1). – P. 331–343.
- Клюев С. В. Фибробетон для строительной индустрии / С. В. Клюев, А. В. Клюев, Н. И. Ватин // Инженерно-строительный журнал. – 2018. – № 8 (84). – С. 41–47.
- Киянец А. В. Бетон с добавлением фибры из переработанного полиэтилентерефталата / А. В. Киянец // Инженерно-строительный журнал. – 2018. – № 8 (84). – С. 109–118.
- Колчунов В. И. Метод моделирования дискретных трещин в железобетоне при кручении с изгибом / В. И. Колчунов, А. И. Демьянов // Инженерно-строительный журнал. – 2018. – № 5 (81). – С. 160–173.
- Травуш В. И. Прочность железобетонных балок из высокопрочных бетонов и фибробетонов / В. И. Травуш, Д. В. Конин, А. С. Крылов // Инженерно-строительный журнал. – 2018. – № 1 (77). – С. 90–100.
- Rouzbekh Khajehdehi. Effect of openings on in-plane structural behavior of reinforced concrete floor slabs / Rouzbekh Khajehdehi, Nader Panahshahi // Journal of Building Engineerin. – 2016. – № 7 (1). – P. 1–11.
- Sharare Keyvani. Using DLO procedure to investigate the effect of openings on ultimate load and collapse pattern of slabs / Sharare Keyvani, Seyed Rohollah Hoseini Vaez // Structures. – 2019. – № 20 (1). – P. 717–727.
- Бондаренко В. М. Модели в теориях деформации и разрушения строительных материалов / В. М. Бондаренко, В. С. Федоров // Академия. Архитектура и строительство. – 2013. – № 2. – С. 103–105.
- Mobasher B. Analytical solutions for flexural design of hybrid steel fiber reinforced concrete beams / B. Mobasher, Y. Yao, C. Soranakom // Engineering Structure. – 2015. – № 100 (1). – P. 164–177.

14. Minelli F. On the effectiveness of steel fibers as shear reinforcement / F. Minelli, G. A. Plizzari // *ACI Structural Journal*. – 2013. – № 110 (3). – P. 379–390.
15. Федоров В. С. Анализ сходимости результатов расчета некоторых программных комплексов / В. С. Федоров, Н. А. Граминовский // *Строительная механика инженерных конструкций и сооружений*. – 2007. – № 1. – С. 25–29.
16. Al-Rousan R. Influence of polypropylene fibers on the flexural behavior of reinforced concrete slabs with different opening shapes and sizes / R. Al-Rousan // *Structural Concrete*. – 2019. – № 18 (1). – P. 986–999.
17. Parviz S. Distribution and orientation of fibers in steel fiber reinforced concrete / S. Parviz, L. Cha-Don // *ACI Materials Journal*. – 1990. – № 87 (5). – P. 433–439.
18. Садчиков П. Н. Оптимизация расчетных параметров строительных конструкций / П. Н. Садчиков // *Перспективы развития строительного комплекса*. – 2016. – № 1. – С. 315–320.

© П. Н. Садчиков, О. И. Евдошенко, Н. П. Садчиков

Ссылка для цитирования:

Садчиков П. Н., Евдошенко О. И., Садчиков Н. П. Автоматизация расчета оптимального объема полипропиленового волокна в составе фибробетона плит перекрытий с отверстиями // *Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет*. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2021. № 1 (35). С. 75–81.

УДК 004.91

**МЕТОДИКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПОДБОРА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА В ВУЗЕ**

В. В. Соболева¹, М. И. Шиккульский²

¹*Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Россия*

²*Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань, Россия*

В статье обоснована необходимость разработки автоматизированной системы выбора наиболее оптимальной и эффективной образовательной технологии в вузе. Проведен анализ основных характеристик образовательных технологий (системность, управляемость, проектируемость, алгоритмизуемость, диагностичность, эффективность, согласованность, воспроизводимость и целостность), выделены количественные и качественные показатели оценки их эффективности. Представлен алгоритм подбора и оценки эффективности с помощью информационной системы. Описаны основные этапы этой разработки. Разрабатываемая система позволит в автоматизированном режиме подбирать наиболее эффективные образовательные технологии на основе экспертной оценки, составления матрицы парных сравнений и определения вектора приоритетов.

Ключевые слова: образовательные технологии, эффективность, качество образования, экспертная оценка, критерии образовательных технологий.

**METHODOLOGY OF SELECTION OF EDUCATIONAL TECHNOLOGIES
FOR OPTIMIZATION OF EDUCATIONAL PROCESS IN CONSTRUCTION UNIVERSITY**

V. V. Soboleva¹, M. I. Shikulsky²

¹*Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering, Astrakhan, Russia*

²*Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russia*

The article substantiates the need to develop an automated system for choosing the most optimal and effective educational technology at the university. Analysis of the main characteristics of educational technologies (systematics, manageability, projectability, traditimitisability, diagnostics, efficiency, consistency, reproducibility and integrity) was carried out, quantitative and qualitative indicators of evaluation of the effectiveness of educational technologies were identified. The article presents an algorithm for selecting and evaluating the effectiveness of educational technologies using an information system. The main stages of information system development are described. Developing the system will allow you to automatically select the most effective educational technologies based on expert assessment, compiling a matrix of paired comparisons and determining the priority vector.

Keywords: educational technologies, efficiency, quality of education, expert assessment, criteria of educational technologies.

Введение

Одной из задач высшей школы является достижение высокого качества профессионального образования. Согласно Федеральному закону «Об образовании в Российской Федерации» качество образования – это комплексная характеристика образовательной деятельности и подготовки обучающегося, выражающая степень их соответствия федеральным государственным образовательным стандартам, образовательным стандартам, федеральным государственным требованиям и (или) потребностям физического или юридического лица, в интересах которого осуществляется образовательная деятельность, в том числе степень достижения планируемых результатов образователь-

ной программы [1, 2]. Оценка качества образования подразделяется на оценки качества образования со стороны потребителей образовательных услуг и внутренние оценки качества в самой системе образования [3]. Таким образом, качество образования можно рассматривать с двух позиций: во-первых, с точки зрения соответствия сформированных знаний, умений и навыков студентов образовательным стандартам и во-вторых – потребностям работодателей и запросам общества.

Основываясь на оценке качества образования, можно принимать решения об оптимизации учебного процесса. Одной из наиболее важных составляющих, влияющих на качество образования, являются используемые образовательные техноло-