

Initiation. Int. J. Fatigue 1998. Vol. 20, no. 9, pp. 631–639.

39. Granda Marroquin, L.E. et al. Cumulative Damage Evaluation under Fatigue Loading. Applied Mechanics and Materials. 2008. Vols. 13-14. pp 141 – 150.

40. Tsiloufas, S.P., Plaut R.L. Ductile Fracture Characterization for Medium Carbon Steel Using Continuum Damage Mechanics. Materials Sciences and Applications, 2012. no. 3. Pp. 745 – 755.

41. Kim, S., Kim, W. A progressive damage modeling based on the continuum damage mechanics and its finite element analysis. Journal of Applied Mechanics. 1994. Vol. 61. Pp. 45 – 53.

42. Delaet M, Lataillade J, Wol C. Intralaminar shear loading effects on the damage process of multiply composites at impact rates. In: International Conference on Mechanical and Physical Behaviour of Materials under Dynamic Loading - Journal de Physique IV. Les Éditions de Physique and DYMAT, 1994. Pp. 213 – 218.

43. Lemaitre, J., Leckie, F., Sherman D. Crazing of laminates. European Journal of Mechanics, A/Solids 1992. Vol.11(3). Pp. 289 – 304.

44. Tang, C., Plumtree, A. Damage mechanics applied to polymers. Engineering Fracture Mechanics 1994. Vol. 49 (4). Pp. 499 – 508.

45. Alves, M., Yu J., Jones, N. On the elastic modulus degradation in continuum damage mechanics. Computers and Structures 2000. Vol. 76. Pp. 703 – 712.

46. Cordebois, J., Sidorov, F. Damage induced elastic anisotropy. In: Boehler J, editor. Mechanical behaviour of anisotropic solids. London; Paris: Martinus Nijhoff Publishers; Editions du CNRS, 1979. Pp. 761–774.

47. Chow, C.L., Lu, T.L. On evolution laws of anisotropic damage. Engineering Fracture Mechanics. 1989. Vol. 34(3). Pp. 679–701.

48. Shen, J. et al. Material damage evaluation with measured microdefects and multiresolution numerical analysis. International Journal of Damage Mechanics. 2014, Vol. 23(4) Pp. 537 – 566.

Александрова Наталья Павловна (Россия, г. Омск) – кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО СиБАДИ (644080, г. Омск, пр. Мира 5, e-mail: aleksandrov00@mail.ru).

Чусов Василий Владимирович (Россия, г. Омск) – аспирант кафедры «Строительство и эксплуатация дорог» ФГБОУ ВО «СиБАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира 5, e-mail: chysow@gmail.com).

Natalia Pavlovna Alexandrova – candidate technical sciences, docent, docent The Siberian State Automobile and Highway Academy (644080, Omsk, pr. Mira 5, e-mail: aleksandrov00@mail.ru).

Chusov Vasily Vladimirovich – graduate student of «Construction and maintenance of roads» The Siberian State Automobile and Highway Academy (644080, Omsk, pr. Mira 5, e-mail: chysow@gmail.com).

УДК 693.95:658.562

СТАТИСТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ТОЧНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И МОНТАЖА БЕЗРИГЕЛЬНЫХ КАРКАСОВ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Н.С. Воловник, А.Ф. Андриюшенков, В.А. Казаков
ФГБОУ ВО «СиБАДИ», Россия, г. Омск.

Аннотация. В статье представлены результаты исследования точности изготовления и монтажа железобетонных колонн жилого здания, возведенного по технологии «КУБ 2,5». В исследованиях использован математический аппарат теории вероятностей и математической статистики. Погрешности изготовления и монтажа колонн были исследованы как случайные величины в малых выборках. Полученные гистограммы отображают эмпирическое распределение погрешностей. Кривые теоретического распределения построены по значениям вероятностей для каждого интервала в исследуемой совокупности. Степень близости теоретического и эмпирического распределений оценивалась по критериям К. Пирсона, Б.С. Ястремского и А.Н. Колмогорова. Определены классы точности действительных и номинальных значений параметров. Рассмотрены преимущества технологий «КУБ 2,5» и «КУБ 3В», вопросы внедрения в Сибирском регионе.

Ключевые слова: сборно-монолитные безригельные каркасы зданий, точность изготовления и монтажа.

Введение

Одним из аспектов качества возводимых объектов является точность изготовления и монтажа конструкций зданий. Своевременный

анализ качества возводимых объектов позволяет совершенствовать технологические процессы, способствует обеспечению собираемости зданий и

сооружений, повышает их прочностные характеристики и надежность в целом.

Повышение технологичности возведения зданий, высокое качество производства работ и сокращение сроков строительства, которые системы «КУБ 2,5» и «КУБ 3V» дают – это те аспекты, которые являются в строительстве преобладающими и всегда насущными. Представляет интерес изучение фактической точности изготовления и монтажа конструкций зданий, возводимых по данным технологиям, так как отсутствуют публикации по данной теме.

Исследование точности изготовления и монтажа строительной системы «КУБ 3V»

Немного из истории создания системы. В 60-х годах в ЦНИИЭП жилища под руководством А.Э. Дорфмана и Л.Н. Левонтина для высотной гостиницы в г. Владивостоке были разработаны конструкции безбалочного бескалительного перекрытия. Эти перекрытия с жесткими узлами примыкания плит к колоннам представляли собой рамную систему в двух направлениях: с колоннами-стойками, защемленными в фундаментах и ригелями - неразрезными плитами. Наиболее сложный узел - примыкание плиты к колонне - решен приваркой закладной коробчатой детали плиты к продольной рабочей арматуре колонны. Такой железобетонный каркас получил название "каркас унифицированный, безригельный" (КУБ-1). В дальнейшем были разработаны модифицированные варианты каркаса системы "КУБ" для различных нагрузок и условий изготовления.

Следующим развитием систем «КУБ» стала модификация «КУБ 2,5». Были усовершенствованы основные конструктивные решения системы - стыки панелей, перекрытий, стыки неразрезных многоярусных колонн, узлы соединения панелей перекрытия с колоннами, образующие рамные узлы, решение связей.

Система «КУБ 2,5» рассчитана на возведение зданий высотой до 15 этажей в обычных условиях и в районах с сейсмичностью до 9 баллов включительно по 12-ти бальной шкале. Разработанные конструкции каркаса предусматривают высоты этажей в зданиях 2.8м, 3.0 м и 3.3 м при основной сетке колонн 6,0 х 6,0 м. Разработанные элементы каркаса позволяют обеспечить в зданиях пролеты 3.0 м, 6.0м и 12.0 м. На рисунке 1 приведена схема монтажа надколонной плиты в системе «КУБ 2,5». Эта система сейчас широко используется в Европе, а именно во Франции и Испании.

В России используют систему и «КУБ 2,5» и «КУБ 3V» в различных регионах. Наибольшие объемы работ с использованием данной технологии в Нижнем Новгороде, Красноярске, Барнауле, Москве и Санкт-Петербурге. Основные плюсы данной прогрессивной технологии это то, что она повышает значительно надежность возводимых зданий, а стойки с опорами позволяют делать потолки сверх ровными.

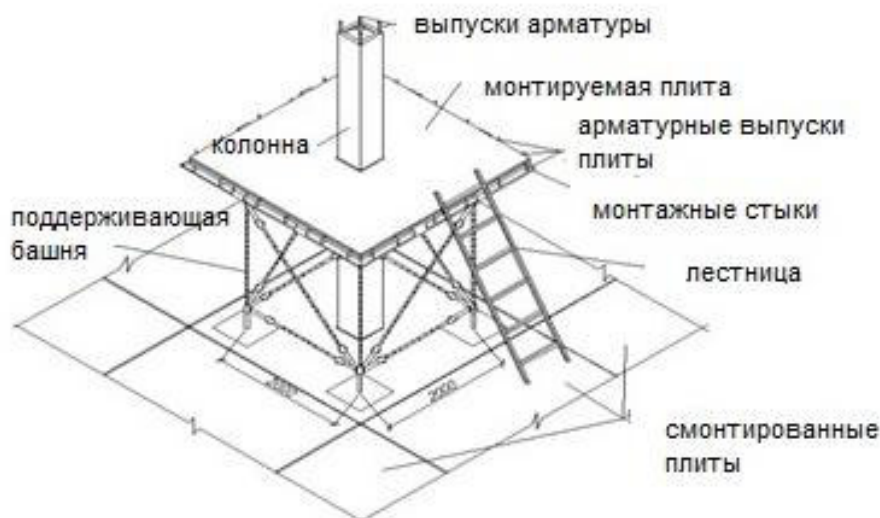


Рис. 1. Монтаж надколонной плиты в строительной системе «КУБ 2,5»

Немного о системе «КУБ 3V». В настоящее время правообладателем и патентообладателем системы «КУБ 3V» в России является ООО «СИСТЕМА СТРОЙ», которая реализует свои исключительные права путем заключения лицензионных договоров на проектирование, строительство и изготовление конструкций строительной системы «КУБ 3V». В данной строительной системе, как и в предыдущих вариантах, имеет место усовершенствованная конструкция узла соединения перекрытия с колонной, учтена работа поперечной арматуры, которая завязана с арматурным каркасом особой конструкции, играющим роль встроенной в плиту капители и который обеспечивает работу узла на продавливание [1]. Система «КУБ 3V» объединяет в себе все лучшее от ранее существующих вариантов и разработана для строительства зданий до 25 этажей и выше в I-IV климатических районах в обычных условиях и условиях повышенной сейсмичности до 8 баллов. Строительная система «КУБ 3V» – система, где впервые для монтажа плит перекрытия сборного безригельного каркаса применяют кондуктор и сборный опорный столик. Кондуктор и опорный столик являются изобретениями, разработанными в ООО «СИСТЕМА СТРОЙ» под руководством Г.И. Виликжанина. Данные изобретения обеспечивают безопасный, быстрый и качественный монтаж каркаса.

Одним из главных преимуществ каркаса системы «КУБ 3V» является технологическая

простота, здесь нет ни напряженной арматуры, ни специального оборудования, ни сложных механизмов. Безригельный каркас состоит из колонн квадратного сечения и плоских панелей перекрытия. Панели подразделяются на надколонные, межколонные и вставки, толщиной 160 мм, всего два конструктивных элемента – колонна и плита. Членение перекрытия запроектировано с таким расчетом, чтобы их стыки располагались в зонах, где величина изгибающих моментов равна нулю. Зазор между плитами составляет 20 мм, что дает возможность замоноличивания швов без опалубки. Одно из достоинств каркаса – пониженный показатель расхода стали на 1 кв.м перекрытия по сравнению с каркасными системами, применяемыми как внутри страны, так и за рубежом [1].

Система позволяет возводить многоэтажные здания переменной этажности с разным набором помещений, в том числе значительных размеров в плане и по высоте.

Каркас собирается легко с помощью опорного монтажного столика и кондуктора, не требуется специальной оснастки (рис. 2). Прочность, надежность, устойчивость зданий этой системы подтверждены многочисленными испытаниями (лаборатория динамических испытаний ЦНИИЭП жилища) и рекомендованы к применению ЦНИИСК им. Кучеренко.

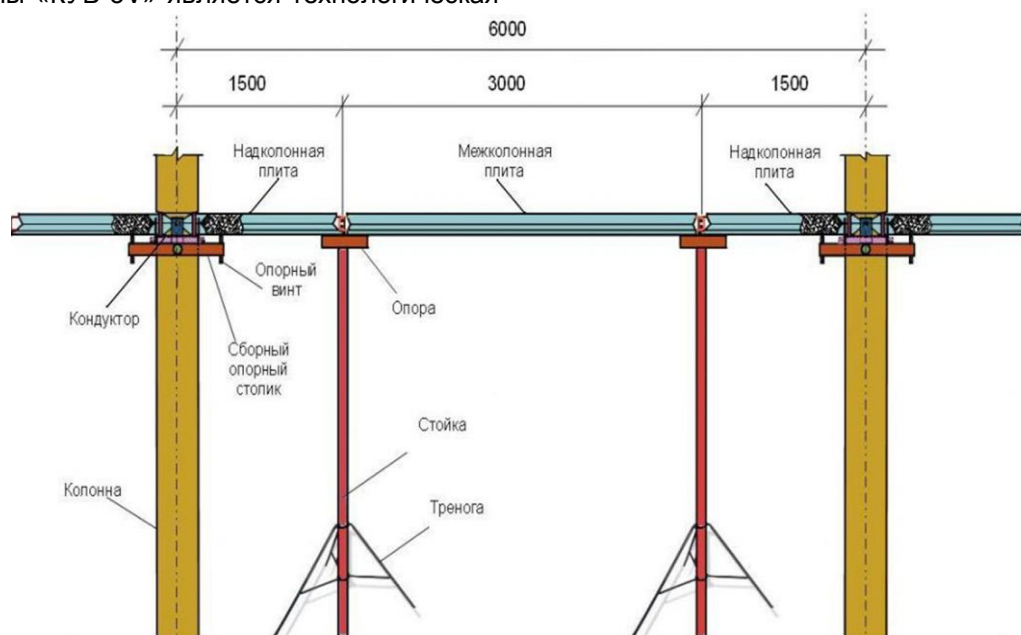


Рис. 2. Способ монтажа в строительной системе «КУБ 3V»

В качестве исследуемого объекта был взят жилой дом переменной этажности, построенный по ул. Вавилова, 23 в г. Омске. Были исследованы точность изготовления сборных железобетонных колонн сечением 40х40 см., смещение колонн относительно разбивочных осей и отклонение колонн от вертикали.

Известно, что отклонение действительных геометрических параметров от проектных оценивается погрешностями.

Анализ точности изготовления конструкций жилого дома производился с использованием методов математической статистики и теории вероятностей [2,3].

Одной из основных задач математической статистики является разработка методов изучения массовых явлений и процессов на основе сравнительно небольшого количества наблюдений или опытов. Эти методы имеют свое научное основание, свою теорию, которая носит название теории выборок.

Применение выборочного метода в данных исследованиях позволило нам решить две основные задачи [2,3,4]. Первая задача заключается в установлении закона распределения изучаемой случайной величины и параметров этого распределения по данным выборки, вторая – в статистической проверке гипотез, когда проверяется либо вид предполагаемого распределения, либо равенство параметров двух или нескольких распределений, то есть проверяется статистическая однородность процесса.

Совокупность измеренных величин объемом N представляет собой ряд распределения. Упорядоченные (расположенные в порядке возрастания или убывания) значения изучаемого признака представляют собой вариационный ряд.

В ряд распределения включены частоты n_i – величины, показывающие, сколько раз каждое значение признака встречается в

данной совокупности. Сумма всех частот соответствует объему совокупности [2].

$$N = \sum_{i=1}^n n_i . \quad (1)$$

Вместо частот в ряде могут быть указаны частности, представляющие собой отношение частоты к объему совокупности, выраженные в долях единицы.

$$W_i = n_i / N . \quad (2)$$

Размах варьирования R определяется по формуле [2]:

$$R = x_{\max} - x_{\min} , \quad (3)$$

где $x_{\max}$, $x_{\min}$ – наибольшее и наименьшее значения в рассматриваемой совокупности.

При исследовании точности технологических процессов изготовления колонн результаты наблюдений были разбиты на интервалы шириной h , определяемые по формуле Стерджесса.

$$h \approx R / (1 + 3,21 \lg N) , \quad (4)$$

где R – размах варьирования, N – число наблюдений.

Сформированные ряды определяются из соотношения $R:h$ и рассматриваются как интервальные.

Среди обобщающих показателей рассматриваемой совокупности важное место занимает один из основных параметров распределения – средняя величина. Среди разновидностей средних величин в соответствии с задачами и видом статистического материала выбираем среднюю арифметическую.

$$\bar{x} = (\sum_{i=1}^n x_i n_i) / N . \quad (5)$$

Результаты обработки интервальных рядов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Исследование точности изготовления граней сборных железобетонных колонн

Интервалы, мм a b	Частота n_i	Частость w_i	Середина интервала x_i , мм	$\Phi(t_1)$	$\Phi(t_2)$	$P(x_i)$
- 28 - 21	9	0,0068	- 24,5	- 0,4975	- 0,4828	0,0169
- 21 - 14	21	0,0479	- 17,5	- 0,4828	- 0,4218	0,0610
- 14 - 7	58	0,1324	- 10,5	- 0,4218	- 0,2633	0,1585
- 7 0	128	0,2922	- 3,5	- 0,2633	- 0,0072	0,2561
0 + 7	125	0,2854	+3,5	- 0,0072	+ 0,2520	0,2592
+ 7 + 14	61	0,1393	+10,5	+ 0,2580	+ 0,4164	0,1644
+ 14 + 21	28	0,0639	+17,5	+ 0,4164	+ 0,4812	0,0648
+ 21 + 28	8	0,0182	+24,5	+ 0,4812	+ 0,4972	0,0160
	$N = 438$					0,9970

Для наглядного изображения закономерности распределения исследуемых рядов по величинам частностей W_i , вычисленных для каждого интервала,

построим гистограмму. Гистограмма отображает эмпирическое распределение исследуемой совокупности.

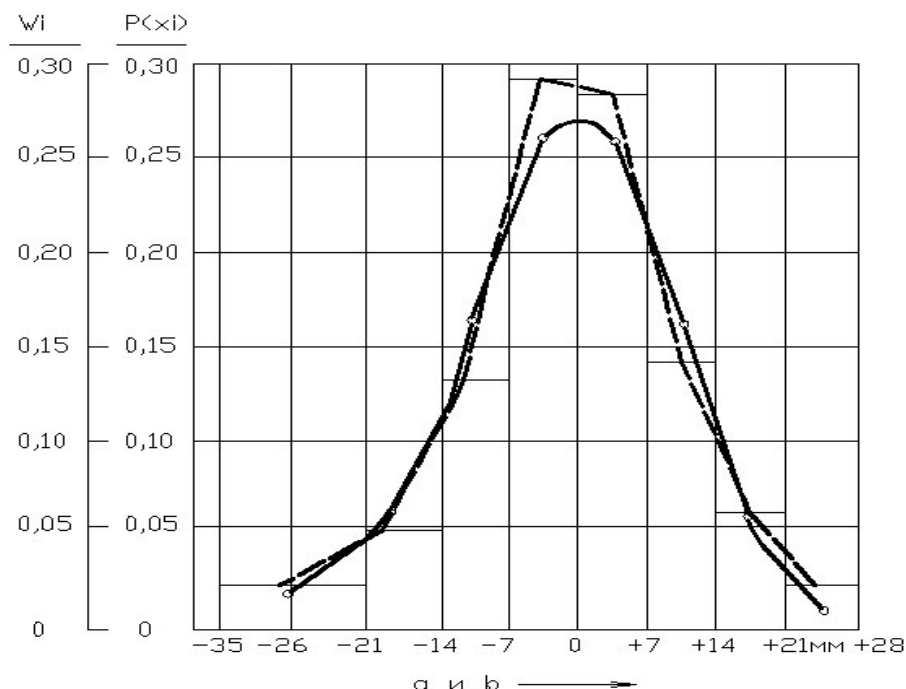


Рис. 3. Погрешности изготовления граней колонн

Эмпирическая кривая распределения выборки по своему внешнему виду приближается к какому-либо теоретическому закону распределения. Кривая теоретического распределения строится на основании значений вероятности $P(x_i)$ по интервалам, соответствующему эмпирическому распределению. Значения вероятностей определяются при помощи таблиц функций Лапласа [2,5].

$$\Phi(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^t e^{-\frac{t^2}{2}} dt. \quad (8)$$

Степень близости эмпирического распределения с теоретическим оценивается при помощи критериев проверки (согласия). В математической статистике широко применяются критерии согласия К. Пирсона, Л.Н. Колмогорова, Б.С. Ястремского, В.И. Романовского и др.

В качестве нулевой гипотезы выдвигаем предположение о том, что распределение значений изучаемого признака x_i подчиняется нормальному закону. Выдвинутая гипотеза может быть правильной или неправильной, поэтому возникает необходимость в её проверке. Но в результате статистической

проверки нулевой гипотезы в двух случаях может быть принято неправильное решение – могут быть допущены ошибки двух родов.

Ошибка первого рода состоит в том, что будет отвергнута правильная гипотеза. Ошибка второго рода состоит в том, что будет принята неправильная гипотеза (конкурирующая).

При оценке сходимости эмпирического распределения с теоретическим необходимо прежде всего опасаться совершения ошибки первого рода, так как это влечет более тяжелые последствия, чем ошибка второго рода.

Для проверки гипотез при помощи различных критериев устанавливают уровни их значимости, которые представляют собой достаточно малое значение вероятности (5, 2, 1% и т.д.), отвечающее событиям, которые в данной обстановке исследования можно считать практически невозможными.

Выбирая уровень значимости q или уровень доверительной вероятности P , мы устанавливаем область допустимых его значений, которая выражается вероятностью $q=1-P$. Выбор достаточно малого уровня значимости гарантирует от возможности совершить ошибку первого рода.

Исследуемые совокупности измерения имеют ограниченный объем, поэтому вероятность появления отклонений, превышающих по величине 2σ , очень мала.

Принимаемый в исследованиях уровень значимости, равный 0,05, определяет критическую область применяемых критериев согласия. Наиболее часто в качестве критерия согласия принимают критерий χ^2 К.Пирсона, который отличается большой чувствительностью к конкурирующей гипотезе.

Величину χ^2 определяют по формуле [2]

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^c \frac{[n_i - NP(x_i)]^2}{NP(x_i)}, \quad (9)$$

где $P(x_i)$ – значения вероятностей, вычисленные для каждого интервала, $i = 1, 2, 3, \dots$; n_i – значения частот; N – объем выборки.

Полученное из выборки значение χ^2 сравниваем с верхним пределом при уровне

значимости q со степенями свободы $l = c - 1$, где c – число оцениваемых параметров, l – число интервалов.

В том случае, когда χ^2 окажется превосходящим этот предел, мы бракуем гипотезу соответствия. В нашем случае $\chi^2(0,05; 5) = 11,1$. $\chi^2_{\text{наб}} = 8,646$. Так как $\chi^2_{\text{наб}} < \chi^2$, то гипотеза о нормальности распределения принимается. Выборочные характеристики и доверительные пределы для a , G , $a_{\text{см}}$ [4] завершают математическую обработку результатов исследований и в соответствии с [6,7] позволяют сделать вывод-изготовление граней колонн выполнено по седьмому классу точности и на класс ниже нормы. Аналогичным способом были выполнены исследования по смещению колонн с разбивочных осей и отклонение колонн от вертикали, в расчетах использовались материалы монографии [8]. Зависимости приведены на рисунках 4,5.

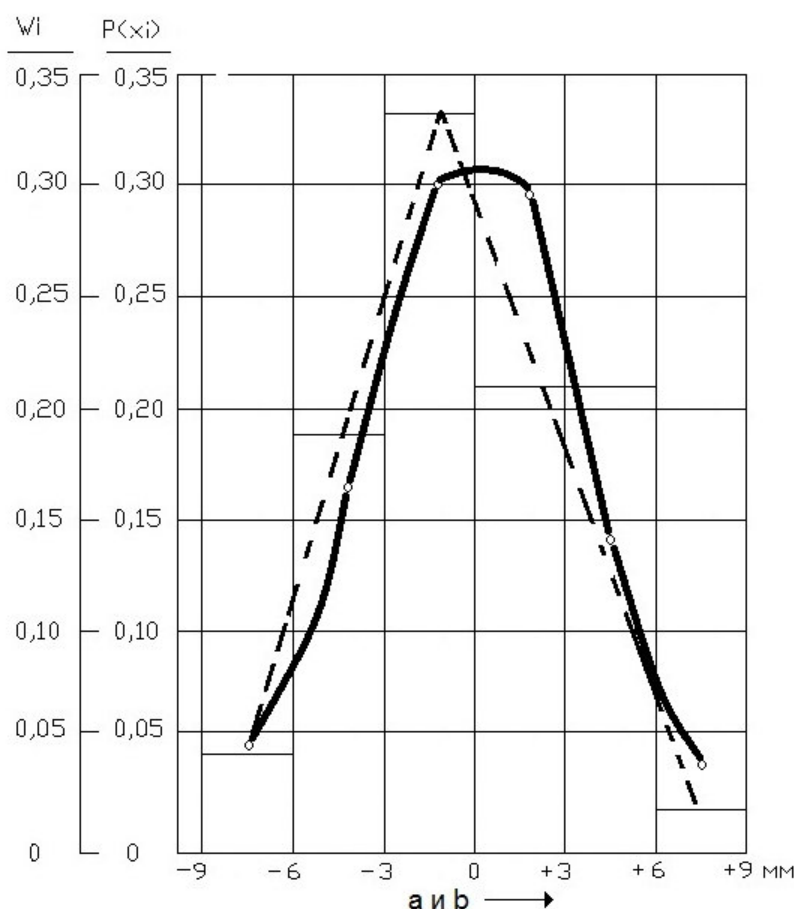


Рис. 4. Погрешности смещения колонн относительно разбивочных осей

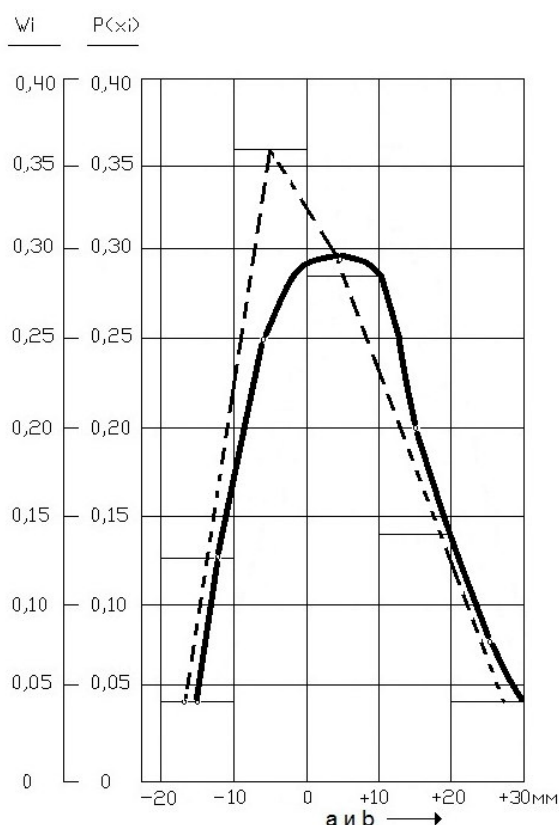


Рис. 5. Погрешности отклонения колонн от вертикали

Заключение

Выполненные исследования и анализ погрешностей позволяют сделать выводы. Точность изготовления граней колонн выполнена по седьмому классу точности и на класс ниже нормы. Смещение колонн с разбивочных осей выполнено по четвертому классу точности и отражает высокую точность разбивочных и монтажных работ. Отклонение колонн от вертикали выполнено по пятому классу точности. [4,5]. Анализ погрешностей показал, что технологические допуски монтажа конструкций соответствуют нормам точности для принудительного монтажа [4,5] и подтверждают высокий уровень и качество монтажных работ.

Библиографический список

1. Великжанин, Г.М. «КУБ-2,5» - успех конструктивной системы. [Электронный ресурс] / Г.М. Великжанин // Специализир. журнал Строительная Орбита. – 2011. – № 7. – С 5-6. – Режим доступа: <http://www.stroyorbита.ru/arhiv/1107/11-20.h> (дата обращения: 17.03.2015).
2. Смирнов, Н.В. Курс теории вероятностей и математической статистики для технических приложений / Н.В. Смирнов, И.В. Дунин-Барковский. – М.: Наука, 1969. – 511с.

3. Столбов, Ю.В. Практическое руководство по контролю качества строительно-монтажных работ / Ю.В. Столбов, Н.С. Воловник, А.Н. Сухов и др. – Омск: СибАДИ, 1988. – Деп. В ВНИИИС 28.01.88, № 85-50.

4. Вентцель, Е.С. Теория вероятностей: учебник / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. – М.: Наука. 1980. – 355 с.

5. Гмурман, В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учебник / В.Е. Гмурман. – М.: Высшая школа, 2003. – 479 с.

6. ГОСТ 21778-81. Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Основные положения. Введ. 1981-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – II, 5 с: ил.

7. ГОСТ 21779-82. Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Технологические допуски. Введ. 1982-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1993. – II, 17 с: ил.

8. Столбов, Ю.В. Обеспечение высотного положения оснований покрытий автомобильных дорог: монография / Ю.В. Столбов, С.Ю. Столбова, Д.О. Нечаев. – Омск: СибАДИ, 2013. – 144 с.

STATISTICAL CONTROL OF ACCURACY OF PRODUCTION AND INSTALLATION OF BEZRIGELNY FRAMEWORKS OF RESIDENTIAL BUILDINGS

N.S. Volovnik, A.F. Andrushenkov, V.A. Kazakov

Abstract. The article presents the results of a study of precision manufacturing and installation of reinforced concrete columns of a residential building, which was built on technology "KUB 2.5". In studies used mathematical apparatus of probability theory and statistics. Manufacturing error and assembly columns were investigated as random variables in small samples. These histograms show the empirical distribution of the errors. Curves built on the theoretical distribution of probability values for each interval in the study population. The degree of proximity of theoretical and empirical distributions was assessed according to the criteria K. Pirsona, B.S. Yastremskogo and A.N. Kolmogorov. Classes of accuracy of real and nominal values of the parameters. The advantages of "Cube 2.5" and "KUB 3V" technologies, introduction of the Siberian region.

Keywords: combined and monolithic bezrigelny frameworks of buildings. Accuracy of production and installation.

References

1. Velikzhanin G.M. KUB-2,5 - uspeh konstruktivnoj sistemy [KUB-2.5 - the success of the structural system]. *Stroitel'naja Orbitsa*, 2011, no 7. Available at: <http://www.stroyorbита.ru/arhiv/1107/11-20.h> treatment (accessed 03.17.2015).
2. Smirnov N.V., Dunin-Barkovskii I.V. *Kurs teorii veroyatnostej i matematicheskoj statistiki dlja tehnikeskikh prilozhenij* [The course of the theory of probability and mathematical statistics for technical applications]. Moscow, Nauka, 1969. 511 p.

3. Stolbov Ju.V., Volovnik N.S., Suhov A.N. et al. *Prakticheskoe rukovodstvo po kontrolju kachestva stroitel'no-montaznyh rabot* [A Practical Guide to Quality Control of construction and assembly works]. Omsk, SibADI, 1988. Dep. In VNIIS 28.01.88, no 85-50.

4. Venttsel E.S., Ovcharov L.A. *Teoriya verojatnostej* [Teoriya probabilities: the textbook]. Moscow, Nauka, 1980. 355 p.

5. Gmurman V.E. *Teoriya verojatnostej i matematicheskaja statistika* [Teoriya probability and mathematical statistics]. Moscow, H. School, 2003. 479 p.

6. GOST 21778-81. *Sistema obespechenija tochnosti geometricheskikh parametrov v stroitel'stve. Osnovnye polozhenija*. [State standard 21778-81 System geometric parameters ensure accuracy in construction. Hoz main points]. Moscow, Izd-v Standartov, 1989. 5 p.

7. GOST 21779-82. *Sistema obespechenija tochnosti geometricheskikh parametrov v stroitel'stve. Tehnologicheskie dopuski* [State standard 21779-82. System geometric parameters ensure accuracy in construction. Technological dopuski]. Moscow, Izd-v Standartov, 1993. 17 p.

8. Stolbov Ju.V., Stolbova S.Ju., Nechaev D.O. *Obespechenie vysotnogo polozhenija osnovanij pokrytij avtomobil'nyh dorog: monografija* [Providing high-altitude position bases of highways covering]. Omsk: SibADI, 2013. 144 p.

Воловник Наталья Сергеевна (Россия, г. Омск) – кандидат технических наук, доцент кафедры «Организация и технология

строительства» ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: volovnik.natalya@mail.ru).

Казakov Виталий Анатольевич (Россия, г. Омск) – кандидат экономических наук, доцент, и.о.зав. кафедрой «Организация и технология строительства» ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: k9139742550@gmail.com).

Андрюшенков Александр Федорович (Россия, г. Омск) – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Организация и технология строительства» ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: k9139742550@rambler.ru).

Volovnik Natalya Sergeyevna (Russian Federation, Omsk) – candidate of technical sciences, the associate professor The Siberian State Automobile and Highway Academy (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: volovnik.natalya@mail.ru).

Kazakov Vitaly Anatolyevich (Russian Federation, Omsk) – candidate of economic sciences, the associate professor, The Siberian State Automobile and Highway Academy (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: k9139742550@gmail.com).

Andryushenkov Alexander Fedorovich (Russian Federation, Omsk) – candidate of economic sciences, The Siberian State Automobile and Highway Academy (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: k9139742550@rambler.ru).

УДК 697.92: 628.83

РЕШЕНИЕ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО РАСЧЕТА СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ ЗДАНИЙ ЧЕРЕЗ ПОСТРОЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕТИ

В.Д. Галдин, М.А. Кривошеин

Омский государственный технический университет (ОмГТУ), Россия, г. Омск.

Аннотация. В статье рассмотрена обратная задача аэродинамического расчета систем вентиляции зданий, в которой необходимо определить расходы воздуха на всех участках сети с известными геометрическими размерами, при установке в сеть вентилятора с заданной характеристикой. Предложен метод решения задачи через построение характеристики сети и представлены примеры решения конкретных задач по данному методу.

Ключевые слова: вентиляция, аэродинамический расчет, обратная задача, задача о потокораспределении.

Введение

Аэродинамический расчет систем вентиляции зданий, как правило, выполняется для подбора оборудования и сечений вентиляционных каналов (воздуховодов) с целью обеспечения требуемого воздухообмена помещений. Исходными данными для расчета являются расходы удаляемого либо приточного воздуха для каждого помещения и схема

системы вентиляции. По требуемым расходам производится подбор сечений воздуховодов, определяются суммарные потери давления в сети, проводится подбор вентиляторов по известным характеристикам. Такую задачу принято называть «прямой». Порядок и примеры расчета подобных задач широко известны и детально рассмотрены в ряде работ [1-5].