

УДК 693.547.8:691.328:624.072.2.
DOI: 10.22363/1815-5235-2018-14-3-187-191

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСПАЛУБОЧНОЙ ПРОЧНОСТИ МОНОЛИТНЫХ ПЛИТ И БАЛОК

В.С. КУЗНЕЦОВ, Ю.А. ШАПОШНИКОВА

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет
Ярославское шоссе, д. 26, Москва, Россия, 129337

(поступила в редакцию: 20 декабря 2017 г.; принята к публикации: 21 апреля 2018 г.)

Проверка прочности бетона монолитных конструкций в стадии возведения является необходимым условием для дальнейшей нормальной эксплуатации зданий и сооружений. Целью работы является уточнение сроков распалубливания плит и балок с учетом реального набора прочности. В статье рассматривается инженерный способ определения распалубочной прочности бетона монолитных изгибаемых элементов без предварительного напряжения арматуры. Способ определения распалубочной прочности основан на равенстве внешних и внутренних усилий в нормальном расчетном сечении в стадии разрушения при исчерпании прочности бетона. Данный способ применим для линейных элементов и конструкций. По результатам работы получена формула для назначения минимальной прочности бетона при распалубливании и коэффициент k , который можно использовать для простого и точного определения распалубочной прочности для плит и балок. Для определения распалубочной прочности при применении рабочей арматуры А400 и А500С приведены графики зависимости коэффициента k от толщины плиты при действии единичного момента. Предложенный способ определения распалубочной прочности позволяет назначать величину распалубочной прочности для плит и балок и уточнять сроки распалубливания конструкций с учетом реального набора прочности.

Ключевые слова: монолитные железобетонные конструкции, прочность бетона, распалубочная прочность, стадия возведения

DETERMINATION OF THE STRIPPING STRENGTH OF MONOLITHIC SLABS AND BEAMS

V.S. KUZNETSOV, Yu.A. SHAPOSHNIKOVA

Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)
26 Yaroslavskoye Shosse, Moscow, 129337, Russian Federation

(received: December 20, 2017; accepted: April 21, 2018)

Checking the strength of concrete monolithic structures in the stage of erection is a necessary condition for the possibility of further normal operation of buildings and structures. The purpose of the work is to specify the timing of the decoupling of slabs and beams taking into account the real strength set. In this article, an engineering method for determining the form-fitting strength of concrete of monolithic bending elements without a prestressing reinforcement is considered. The method for determining the form-fitting strength is based on the equality of external and internal forces in the normal design section in the stage of failure when the strength of concrete is depleted. This method is applicable to linear elements and constructions. Based on the results of the work, a formula has been obtained for assigning the minimum concrete strength at decompression and the coefficient k , which can be used to easily and accurately determine the stripping strength for slabs and beams. The graphs of the dependence of the coefficient k are given for determining the formwork strength when using working reinforcements А400 and А500С, on the thickness of the plate under the action of a single moment. The proposed method for determining the form-fitting strength makes it possible to designate the size of the form-fitting strength for slabs and beams and to specify the timing of the decoupling of structures, taking into account the actual strength set.

Keywords: monolithic reinforced concrete structures, strength of concrete, formwork strength, stage of erection

Введение. Особенностью проектирования монолитных железобетонных конструкций, возводимых на строительной площадке, является обязательная проверка прочности в стадии возведения [1–2]. Невыполнение требований прочности в промежуточном возрасте приводит к тяжелым последствиям, связанным не только с материальными потерями, но и с человеческими жертвами [3–5]. Поэтому проверка прочности бетона монолитных конструкций в стадии возведения является необходимым условием для дальнейшей нормальной эксплуатации зданий и сооружений [6–9].

Цель работы. Целью работы является уточнение сроков распалубливания линейных изгибаемых элементов (плит и балок) с учетом реального набора бетоном прочности.

Материалы и методы. При проверке прочности в стадии возведения должны учитываться следующие обстоятельства: пониженная прочность бетона, связанная со временем и условиями твердения, снижение прочности бетона при длительном действии нагрузки [10–13]. При этом прочность нормальных сечений определяется только сжатым бетоном, так как количество продольной арматуры назначается из условия прочности элемента в стадии эксплуатации (рис. 1) [14–16].

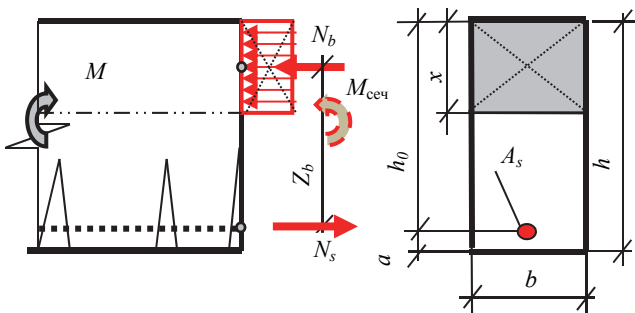


Рис. 1. Схема к расчету прочности сечений с одиночной арматурой
[Fig. 1. Scheme for calculating the strength of sections with a single armature]

Рассматривается случай, когда сжимающие напряжения воспринимаются только бетоном, арматура в сжатой зоне не учитывается, т.е. $A' = 0$.

Уравнение прочности нормального сечения по бетону

$$M = R_b b x / (h_0 - 0,5x). \quad (1)$$

Учитывая, что $x = \xi / h_0$, выражение (1) после некоторых преобразований примет вид

$$M = R_b b h_0^2 \xi (1 - 0,5\xi). \quad (2)$$

Или, учитывая, что $\xi(1 - 0,5\xi) = \alpha_m$:

$$M = \alpha_m R_b b h_0^2. \quad (3)$$

Максимальное усилие, воспринимаемое бетоном, достигается при высоте сжатой зоны бетона при $x = x_R$ или $\xi = \xi_R$ и $\alpha_m = \alpha_R$ и наступает при достижении в сжатом бетоне напряжений, равных установленной распалубочной прочности $R_{b,рас}$.

Граничное положение нейтральной оси определяется экспериментальным путем и принимается при использовании арматуры класса А400 $\xi_R = 0,531$ и $\alpha_R = 0,390$. При арматуре А500С $\xi_R = 0,493$ и $\alpha_R = 0,372$ [1].

Принимая в выражении (3) $\alpha_m = 0,8\alpha_R$, находим минимальное значение распалубочной прочности:

$$R_{b,расп} = M / (0,8\alpha_R b h_0^2). \quad (4)$$

Результаты и обсуждение. Для плит при расчетной ширине сечения $b = 1$ м выражение (4) принимает следующий вид.

Для арматуры А400

$$R_{b,расп} = M / (\alpha_R b h_0^2) = M / (0,8 \cdot 0,390 \cdot 1,0 \cdot h_0^2) = M / (0,312 h_0^2). \quad (5)$$

Для арматуры А500С

$$R_{b,расп} = M / (0,8 \cdot 0,372 \cdot 1,0 \cdot h_0^2) = M / (0,298 h_0^2). \quad (6)$$

Данная формула может быть рекомендована для назначения минимальной прочности бетона при распалубливании плит.

Таким образом можно получить коэффициент k , равный $0,312 h_0^2$ при использовании арматуры А400 и $0,298 h_0^2$ для А500С, который позволяет просто определить распалубочную прочность в зависимости от толщины плиты. На рис. 2 представлены графики коэффициента k для определения распалубочной прочности от $M = 1$ кНм/м.

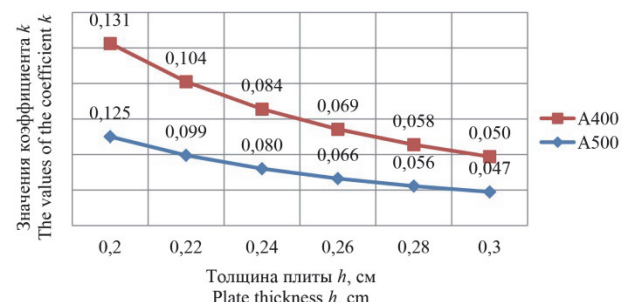


Рис. 2. Значения коэффициента k для определения распалубочной прочности плит от $M = 1$ кНм/м
[Fig. 2. The values of the coefficient k for determining the stripping strength of slabs from $M = 1$ kNm/m]

Например, при толщине плиты 200 мм, $h_0 \approx 160$ мм и расчетном моменте от собственного веса $M = 55,0$ кНм/м по графику (рис. 2) минимальное значение промежуточной прочности составляет:

– при арматуре А500С: $R_{b,расп} = 0,131 \cdot 55,0 = 7,21$ МПа, что при классе бетона В20 составляет $7,21 \cdot 100/11,5 = 62,7\%$. Таким образом, промежуточная прочность $R_{b,расп}$ должна быть не менее $0,63R_b$ класса бетона В20;

– при арматуре А400: $R_{b,расп} = 0,125 \cdot 55,0 = 6,88$ МПа, что при бетоне В20 составляет $6,88 \cdot 100/11,5 = 59,8\%$. Промежуточная прочность $R_{b,расп}$ должна быть не менее $0,6R_b$ класса бетона В20.

Выполним проверку прочности нормальных сечений при вычисленной промежуточной прочности $M = 55,0$ кНм/м, $h_0 = 0,16$ м, арматуре А500С и распалубочной прочности $R_{b,расп} = 7,21$ МПа.

$$\alpha_m = M/R_b b h_0^2 = 55,0/7,21 \cdot 10^3 \cdot 1,0 \cdot 0,16^2 = 0,298 < \alpha_R = 0,372.$$

Так как $\alpha_m = \xi(1 - 0,5\xi)$, то значение относительной высоты сжатой зоны ξ находится из известного квадратного уравнения $0,5\xi^2 - \xi + \alpha_m = 0$, откуда $\xi = 0,364$.

При $\alpha_m = 0,298$ абсолютная высота сжатой зоны

$$x = \xi h_0 = 0,364 \cdot 0,16 = 0,058 \text{ м.}$$

$$M_{сеч} = R_{b,расп} b x (h_0 - 0,5x) = 7,21 \cdot 10^3 \cdot 1,0 \cdot 0,058 (0,16 - 0,5 \cdot 0,058) = 55 \text{ кНм.}$$

$$M = 55 = M_{сеч} = 55 \text{ кНм/м.}$$

Таким образом, прочность нормальных сечений плиты в стадии распалубливания по бетону при установленной передаточной прочности обеспечена.

Аналогично вычислялась распалубочная прочность $R_{b,расп}$ при арматуре А500С для других плит. Результаты вычислений представлены в табл. 1.

Таблица 1
[Table 1]

Величины распалубочной прочности при различных толщинах плит и соотношениях моментов
[The values of the formwork for different thicknesses of the plates and moment ratios]

Толщина плиты h , м [Plate thickness h , m]	Коэффициент k [Coefficient k]	Прочность $R_{b,расп}$ МПа [Formwork strength $R_{b,расп}$ MPa]	$R_{b,расп}/R_b$, %	Внешний момент M , кНм [External moment M , kNm]	$M_{сеч}$ кНм [Section moment $M_{сеч}$ kNm]	$M_{сеч}/M$
0,2	0,131	7,210	62,69	55	55	1
0,22	0,104	6,214	54,04	60	60	1
0,24	0,084	5,453	47,42	65	65	1
0,26	0,069	4,853	42,20	70	70	1
0,28	0,058	4,369	37,99	75	75	1
0,30	0,050	3,971	34,53	80	80	1

Из таблицы видно, что принятые в соответствии с формулами (5) и (6) или графиком рис. 1 значения промежуточной прочности $R_{b,расп}$ обеспечивают прочность нормальных сечений в расчетной ситуации, соответствующей снятию опалубки [9–11].

Таким образом, предложенный способ определения распалубочной прочности $R_{b,расп}$ для плит позволяет не только назначить величину $R_{b,расп}$, но и уточнить сроки распалубливания конструкций.

Данный способ применим для линейных элементов и конструкций.

Для балок при отношении ширины сечения балки к ее высоте $b = 0,4 h$ выражение (4) принимает следующий вид.

Арматура А400

$$R_{b,расп} = M/\alpha_R b h_0^2 = M/0,8 \cdot 0,390 \cdot 0,4 h_0 \cdot h_0^2 = M/0,125 h_0^3. \quad (7)$$

Арматура А500С

$$R_{b,расп} = M/0,8 \cdot 0,372 \cdot 0,4 h_0 \cdot h_0^2 = M/0,119 h_0^3. \quad (8)$$

Например, для монолитного балочного перекрытия из бетона класса В20, арматуры А500С высота балки $h = 600$ мм, $h_0 \approx 560$ мм, расчетный момент от собственного веса балки и плиты $M = 72,0$ кНм. По формуле (8) прочность $R_{b,расп} = 0,119 \cdot 72,0 = 8,6$ МПа, что при бетоне В20 составляет $8,6 \cdot 100/11,5 = 74,5\%$. Следовательно, промежуточная прочность $R_{b,расп}$ должна быть не менее $0,75R_b$ класса бетона В20.

Проверка прочности нормальных сечений при вычисленной распалубочной прочности $R_{b,расп} = 8,6$ МПа показала, что $\alpha_m = 0,0268 < \alpha_R = 0,372$. Абсолютная высота сжатой зоны

$$x = \xi h_0 = 0,272 \cdot 0,56 = 0,015 \text{ м.}$$

Условие прочности по бетону

$$M_{сеч} = R_{b,расп} b x (h_0 - 0,5x) = 8,6 \cdot 10^3 \cdot 0,24 \cdot 0,015 (0,56 - 0,5 \cdot 0,015) = 17,3 \text{ кНм.}$$

$$M = 17,3 < M_{сеч} = 80,0 \text{ кНм.}$$

Прочность нормальных сечений балки в стадии распалубливания по бетону при установленной передаточной прочности обеспечена.

Заключение. Предложенный способ определения распалубочной прочности $R_{b,расп}$ позволяет назначать величину $R_{b,расп}$ для плит и балок и уточнять сроки распалубливания конструкций с учетом реального набора прочности.

© Кузнецов В.С., Шапошникова Ю.А., 2018

Список литературы

1. ГОСТ 18105-2010 «Бетоны. Правила контроля и оценки прочности». М.: Стандартиформ, 2013. 20 с.
2. Кузьминых О.В. Необходимость ухода и наблюдения за бетоном в период твердения с 29-х и последующих суток // Материалы 67-й научной конференции «Наука ЮУРГУ», 14–17 апреля 2015 г., Челябинск. Челябинск: ЮУРГУ, 2015. С. 1361–1364.
3. Писарев С.В., Астахов Н.Н. Оценка технического состояния конструкций зданий при типовых нарушениях технологии строительства // Приоритетные научные направления: от теории к практике. 2014. № 12. С. 142–148.
4. Рапопорт П.Б., Рапопорт Н.В., Полянский В.Г., Соколова Е.Р., Гарибов Р.Б., Кочетков А.В., Янковский Л.В. Анализ срока службы современных цементных бетонов // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 4. С. 92.
5. Гныря А.И., Бояринцев А.П., Коробков С.В., Абзаев Ю.А., Мошкин Д.И., Гаусс К.С., Бибииков И.А., Титов М.М. Обоснование метода температурно-прочностного контроля в технологии производства бетонных работ при возведении монолитных железобетонных конструкций // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2017. № 3 (62). С. 161–170.
6. Юдина А.Ф. Достоинства монолитного строительства и некоторые проблемы его совершенствования // Вестник гражданских инженеров. 2012. № 1. С. 154–156.
7. Имайкин Д.Г., Ибрагимов Р.А. Совершенствование технологии бетонирования монолитных конструкций // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2017. № 1 (39). С. 250–256.
8. Салов А.С., Чернова А.Р., Кузьмина А.Ю. Проблемы контроля качества бетона при монолитном строительстве // Материалы Международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы технических, естественных и гуманитарных наук», 2015. Уфа: УГНТУ, 2015. С. 71–74.
9. Пак А.А. К вопросу контроля качества строительных материалов и изделий из бетона // Материалы Международной научно-практической конференции «Наука и образование в Арктическом регионе», 2015. Мурманск: МГТУ, 2015. С. 149–156.
10. Свинцов А.П., Николенко Ю.В., Курилкин В.В. Тепловая обработка бетонной смеси в монолитных конструкциях // Промышленное и гражданское строительство. 2015. № 1. С. 15–19.
11. Хамхоева З.М., Дзангиева А.Р. Зависимость качества бетона от способа укладки бетонной смеси // Успехи современной науки и образования. 2016. Т. 2. № 3. С. 48–52.
12. Головин Н.Г., Бедов А.И., Силантьев А.С., Воронцов А.А. Стесненная усадка бетона как фактор развития дефектов в монолитных перекрытиях многоэтажных зданий // Промышленное и гражданское строительство. 2015. № 1. С. 46–50.
13. Ерышев В.А., Латышева Е.В., Бондаренко А.С. Усадочные деформации в бетонных и железобетонных элементах // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2012. № 4. С. 97–101.

14. СП 52-103-2007 «Железобетонные монолитные конструкции зданий». М.: ФГУП «НИЦ “Строительство”», 2007.

15. Беленцов Ю.А., Рошупкин А.А. Оценка необходимости учета коэффициента вариации при приемке бетона монолитных конструкций // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2014. № 6. С. 70–73.

16. Бутенко С.А., Нефедов А.Т. Фактический класс бетона монолитных конструкций // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре: сборник статей / под ред. М.И. Бальзанникова, К.С. Галицкова, А.К. Стрелкова. Самара: Изд-во: СГАСУ, 2016. С. 114–117.

References

1. GOST 18105-2010. *Betony. Pravila kontrolya i otsenki prochnosti* [GOST 18105-2010. Concretes. Rules for monitoring and evaluation of strength]. Moscow: Standartinform, 2013, 20.
2. Kuz'minykh O.V. (2015). Neobkhdimost' ukhoda i nablyudeniya za betonom v period tverdeniya s 29-kh i posleduyushchikh sutok [The need for care and observation of concrete during the hardening from the 29th and the following days]. *Nauka YuURGU. Materialy 67-i nauchnoi konf. [Science of SUSU. Materials of the 67th scientific conference]*, April 14–17. Chelyabinsk, 1361–1364. (In Russ.)
3. Pisarev S.V., Astakhov N.N. (2014). Otsenka tekhnicheskogo sostoyaniya konstruksii zdaniy pri tipovykh narusheniyakh tekhnologii stroitel'stva [Assessment of the technical condition of buildings in typical violations of construction technology]. *Prioritetnye nauchnye napravleniya: ot teorii k praktike* [Priority research areas: from theory to practice], (12), 142–148. (In Russ.)
4. Rapoport P.B., Rapoport N.V., Polyansky V.G., Sokolova E.R., Garibov R.B., Kochetkov A.V., Yankovsky L.V. (2012). Analiz sroka sluzhby sovremennykh tsementnykh betonov [Analysis of the service life of modern cement concrete]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education], (4), 92. (In Russ.)
5. Gnyrya A.I., Boyarintsev A.P., Korobkov S.V., Abzaev Yu.A., Mokshin D.I., Gauss K.S., Bibikov I.A., Titov M.M. (2017). Obosnovanie metoda temperaturno-prochnostnogo kontrolya v tekhnologii proizvodstva betonnykh работ pri vozvedenii monolitnykh zhelezobetonnykh konstruksii [Justification of methods for temperature and strength monitoring of in-situ reinforced concrete construction]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta* [Tomsk State University of Architecture and Building], 3(62), 161–170. (In Russ.)
6. Yudina A.F. (2012). Dostoinstva monolitnogo stroitel'stva i nekotorye problemy ego sovershenstvovaniya [Advantages of monolithic building and some problems of its perfection]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov* [University of Architecture and Civil Engineering], (1), 154–156. (In Russ.)
7. Imaykin D.G., Ibragimov R.A. (2017). Sovershenstvovanie tekhnologii betonirovaniya monolitnykh konstruksii [Perfection of technology of concreting of monolithic constructions]. *Izvestiya Kazanskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-*

stroitel'nogo universiteta [Kazan State University of Architecture and Engineering], 1(39), 250–256. (In Russ.)

8. Salov A.S., Chernova A.R., Kuz'mina A.Yu. (2015). Problemy kontrolya kachestva betona pri monolitnom stroitel'stve [Problems of quality control of concrete in monolithic construction]. *Aktual'nye problemy tekhnicheskikh, estestvennykh i gumanitarnykh nauk. Materialy mezhdunarodnoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii* [Actual problems of technical, natural and humanities. Materials of the international scientific and technical conference]. Ufa, 71–74. (In Russ.)

9. Pak A.A. (2015). K voprosu kontrolya kachestva stroitel'nykh materialov i izdelii iz betona nauka i obrazovanie v Arkticheskom regione [On the issue of quality control of building materials and articles from concrete science and education in the Arctic region]. *Nauka i obrazovanie v Arkticheskom regione. Materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Science and Education in the Arctic Region. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference]. Murmansk, 149–156. (In Russ.)

10. Svintsov A.P., Nikolenko Yu.V., Kurilkin V.V. (2015). Teplovaya obrabotka betonnoi smesi v monolitnykh konstruksiyakh [Heat treatment of concrete mix in cast-in-situ structures]. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo* [Industrial and civil construction], (1), 15–19. (In Russ.)

11. Khamkhoeva Z.M., Dzangieva A.R. (2016). Zavisimost' kachestva betona ot sposoba ukladki betonnoi smesi [Dependence of the quality of concrete on the method of laying concrete mixes]. *Uspekhi sovremennoi nauki i obrazovaniya* [Progress in Modern Science and Education], 2(3), 48–52. (In Russ.)

12. Golovin N.G., Bedov A.I., Silant'ev A.S., Voronov A.A. (2015). Stesnennaya usadka betona kak faktor razvitiya defektov v monolitnykh perekrytiyakh mnogoetazhnykh zdaniy [Constrained concrete shrinkage as a factor of defect development in cast-in-place slabs of multistory buildings]. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo* [Industrial and Civil Construction], (1), 46–50. (In Russ.)

13. Eryshev V.A., Latysheva E.V., Bondarenko A.S. (2012). Usadochnye deformatsii v betonnykh i zhelezobetonnykh elementakh [Shrink deformations in concrete and reinforced concrete elements]. *Izvestiya Kazanskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta*, (4), 97–101. (In Russ.)

14. SP 52-103-2007 (2007). *Zhelezobetonnye monolitnye konstruksii zdaniy*. [Concrete monolithic construction of buildings]. Moscow, 2007. (In Russ.)

15. Belentsov Yu.A., Roshupkin A.A. (2014). Otsenka neobkhodimosti ucheta koeffitsienta variatsii pri priemke betona monolitnykh konstruksii [Evaluation of the need to take into account the coefficient of variation in the acceptance of concrete monolithic structures]. *Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V.G. Shukhova* [Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov], (6), 70–73. (In Russ.)

16. Butenko S.A., Nefedov A.T. (2016). Fakticheskii klass betona monolitnykh konstruksii [Actual class of concrete monolithic constructions]. *Traditsii i innovatsii v stroitel'stve i arkhitekture*. Sbornik statei [Traditions and

innovations in construction and architecture. Collection of articles]. Ed. by M.I. Bal'zannikova, K.S. Galitskova, A.K. Strelkova. Samara: SGASU Publ., 114–117. (In Russ.)

Об авторах

Кузнецов Виталий Сергеевич – кандидат технических наук, доцент кафедры архитектурно-строительного проектирования (АСП), Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ»). *Область научных интересов:* монолитные и сборные конструкции с использованием высокопрочной арматуры со сцеплением и без сцепления с бетоном в современном строительстве зданий и сооружений. *Контактная информация:* e-mail: –vitaly.ggh2014@yandex.ru.

Шапошникова Юлия Александровна – кандидат технических наук, доцент кафедры железобетонных и каменных конструкций (ЖБК), Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ»). *Область научных интересов:* монолитное строительство, преднапряженные конструкции без сцепления и со сцеплением с бетоном, современные строительные конструкции, обследование технического состояния и усиление строительных конструкций. *Контактная информация:* e-mail – yuliatalyzova@yandex.ru.

About the authors

Vitaliy S. Kuznetsov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Architectural and Construction Design (TSA), Moscow State University of Civil Engineering (National Research University). *Research interests:* monolithic and prefabricated structures with the use of high-strength fittings with clutch and without adhesion to concrete in the modern construction of buildings and structures. *Contact:* e-mail – vitaly.ggh2014@yandex.ru.

Yulia A. Shaposhnikova – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Reinforced Concrete and Stone Structures (ZHBK), Moscow State University of Civil Engineering (National Research University). *Research interests:* monolithic construction, prestressed constructions without adhesion and with adhesion to concrete, modern building structures, inspection of technical condition and strengthening of building structures. *Contact:* e-mail – yuliatalyzova@yandex.ru.

Для цитирования

Кузнецов В.С., Шапошникова Ю.А. Определение распалубочной прочности монолитных плит и балок // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2018. Т. 14. № 3. С. 187–191. DOI: 10.22363/1815-5235-2018-14-3-187-191.

For citation

Kuznetsov V.S., Shaposhnikova Yu.A. (2018). Determination of the stripping strength of monolithic slabs and beams. *Structural Mechanics of Engineering Constructions and Buildings*. 14(3), 187–191. DOI: 10.22363/1815-5235-2018-14-3-187-191.