



УДК 624.016

DOI: 10.22227/2949-1622.2024.3.44-53

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ/ RESEARCH ARTICLE

Влияние различных факторов на прогибы и прочность профилированного настила в стадии бетонирования сталежелезобетонной плиты

Ю.А. Шапошникова^{1*}

¹ *Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), Москва, Российская Федерация*

*yuliatalyzova@yandex.ru

Ключевые слова: прогиб, профилированный настил, профлист, профнастил, прочность, стадия бетонирования, сталежелезобетонная плита

История статьи

Поступила в редакцию: 28.07.2024

Доработана: 15.09.2024

Принята к публикации: 17.09.2024

Для цитирования

Шапошникова Ю.А. Влияние различных факторов на прогибы и прочность профилированного настила в стадии бетонирования сталежелезобетонной плиты // Железобетонные конструкции. 2024. Т. 7. № 3. С. 44–53.

Аннотация. Целью работы являлось изучение влияния пролета, толщины плиты, марки и толщины профлиста на прогибы профилированного настила в стадии бетонирования сталежелезобетонной плиты. Объектом исследования являлись ортотропные сталежелезобетонные плиты перекрытий, выполненные по несъемной опалубке в виде профилированного настила марок Н75, Н144, Н153 по ГОСТ 24045–2016 и TRP200 по ГОСТ Р 52246, толщиной 0,7–1,5 мм. Применялся расчетно-аналитический метод исследования на основе действующих в РФ нормативных документов. По итогам исследования проанализировано влияние прогибов и прочности профнастила на применимость различных пролетов профнастила в диапазоне от 3 до 6 м в стадии бетонирования сталежелезобетонной плиты. Предложены рекомендации по ограничению применения малых толщин профлиста 0,7–1,0 мм для пролетов свыше 4 м для плит толщиной менее 250 мм при марке профлиста Н114 и Н153 по ГОСТ 24045–2016. Даны рекомендации по установке временных инвентарных опор для всех пролетов сталежелезобетонных перекрытий при использовании толщин профнастила 0,7–0,9 мм для марки Н75 по ГОСТ 24045–2016. Полученные данные могут использоваться при проектировании сталежелезобетонных плит перекрытий и при обследовании технического состояния возведенных конструкций.

The Influence of Various Factors on the Deflections and Strength of Profiled Sheeting at the Stage of Concreting a Steel-Reinforced Concrete Slab

Yulia A. Shaposhnikova^{1*}

¹ *Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU), Moscow, Russian Federation*

*yuliatalyzova@yandex.ru

Юлия Александровна Шапошникова, к.т.н., доцент, доцент кафедры Железобетонных и каменных конструкций, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26; eLIBRARYSPIN-код: 2131-2252, Scopus: 57190858958, ResearcherID: P-8986-2018, ORCID: 0000-0001-7740-9400, E-mail: yuliatalyzova@yandex.ru

© Шапошникова Ю.А., 2024



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Keywords: concreting stage, corrugated sheet, deflection, profiled sheeting, strength, steel-reinforced concrete slab

Article history

Received: 28.07.2024

Revised: 15.09.2024

Accepted: 17.09.2024

For citation

Shaposhnikova Yu.A. The Influence of Various Factors on the Deflections and Strength of Profiled Sheeting at the Stage of Concreting a Steel-Reinforced Concrete Slab. *Reinforced concrete structures*. 2024; 3(3):44-53.

Abstract. The aim of the work was to study the influence of the span, slab thickness, grade and thickness of the corrugated sheet on the deflections of the profiled sheeting at the concreting stage of the composite slab. The object of the study was orthotropic composite slabs made using on permanent formwork in the form of profiled sheeting of grades H75, H144, H153 according to GOST 24045–2016 and TRP200 according to GOST R 52246, with a thickness of 0.7–1.5 mm. A calculation and analytical method of research was used, based on regulatory documents in force in the Russian Federation. Based on the results of the study, the influence of deflections and strength of the corrugated sheeting on the applicability of various spans of corrugated sheeting in the range from 3 to 6 m at the concreting stage of the composite slab was analyzed. Recommendations are proposed to limit the use of small thicknesses of corrugated sheets of 0.7–1.0 mm for spans over 4 m for slabs less than 250 mm thick with grades of corrugated sheets H114 and H153 according to GOST 24045–2016. Recommendations are given for the installation of temporary inventory supports for all spans of composite concrete floors when using corrugated sheets of 0.7–0.9 mm thickness for grade H75 according to GOST 24045–2016. The obtained data can be used in the design of composite concrete floor slabs and in the inspection of the technical condition of erected structures.

ВВЕДЕНИЕ

Сталежелезобетонные перекрытия достаточно давно получили широкое распространение в Российской Федерации и за рубежом и применяются для зданий различного назначения. Они различаются конструктивными решениями, по типам и технологии монтажа [1–3].

Сталежелезобетон, по сравнению с традиционными монолитными конструкциями, имеет свои преимущества — это сокращение трудозатрат, снижение металлоемкости, повышенная жесткость, долговечность и некоторые другие. Однако в процессе возведения перекрытий имеются определенные сложности, поэтому необходимо четко следить за установкой профлиста в проектное положение, а также за начальными прогибами профлиста в процессе бетонирования.

Все более широкое распространение сталежелезобетонных плит перекрытий, наряду со сложностями на стадии возведения, побуждает и усиливает интерес к изучению их напряженно-деформированного состояния. Поэтому изучение работы таких перекрытий, а также влияние различных факторов на напряженно-деформированное состояние в период возведения и эксплуатации представляет научный и практический интерес.

Многие российские и зарубежные ученые исследовали работу сталежелезобетонных перекрытий. Так, А.Г. Тамразян, Ф.С. Замалиев, С.Н. Арутюнян и др. изучали факторы, влияющие на напряженно-деформированное состояние сталежелезобетонного перекрытия до периода эксплуатации [4–6]. Г.П. Тонких, Л.Р. Гимранов, Д.А. Канчана занимались расчетами соединений композитной плиты и стальной балки [7–9]. Ф. Алшарари, Й.Л.П. Тамаё и др. рассматривали отдельные аспекты численного моделирования сталежелезобетона [10–12]. Над различными экспериментальными исследованиями работали А. Албаррам, Б. Юркиешиез [13, 14], а также А.Г. Тамразян, Ф.С. Замалиев, которые в том числе изучали вопросы надежности сталежелезобетонных плит перекрытий [15, 16]. Особенности расчета и проектирования таких перекрытий представлены в работах таких ученых, как И.М. Ахмед, Г. Вассдравеллис, М.Л. Портер и других [17–19].

Yulia A. Shaposhnikova, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Reinforced Concrete and Masonry Structures, Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU), 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; eLIBRARY SPIN-code: 2131-2252, Scopus: 57190858958, ResearcherID: P-8986-2018, ORCID: 0000-0001-7740-9400, E-mail: yuliatalyzova@yandex.ru

На рис. 1 представлена фотография с обследуемого объекта — вид снизу на перекрытие между 1-м и 2-м этажами в момент после застывания бетонной смеси, до приложения эксплуатационных нагрузок [20]. По результатам [20] обследуемое здание 3-этажное однопролетное с $l = 5,2$ м, прямоугольное в плане, высота этажа 3,6 м. Конструктивная схема здания каркасно-связевая, состоящая из стальных колонн, сварных стальных и прокатных балок, сталежелезобетонного перекрытия, порталных связей между колоннами, фахверковых вертикальных и горизонтальных направляющих. Узлы сопряжения балок с колоннами и колонн с фундаментами — шарнирные. Несущий стальной каркас представляет собой однопролетные трехэтажные рамы пролетом 15 м, расположенные с шагом 5,2 м. Общая толщина сталежелезобетонной плиты $h_{пл} = 295$ мм, использован профлист марки TRP200 толщиной $t = 0,9$ мм с опорой верхней полкой профлиста на металлические бруски (аддитивный профнастил).



Рис. 1. Начальные прогибы профлиста при бетонировании
Fig. 1. Initial deflections of the corrugated sheet after concreting

На фотографии (см. рис. 1) видны начальные прогибы профлиста при бетонировании. По результатам обследования [20] прогиб ребра профнастила в продольном направлении достиг значения 29 мм, что составляет $1/10$ от $h_{пл}$ и $1/179$ от пролета l . Прогиб полки профнастила, заключенной между двумя смежными ребрами, в поперечном направлении профлиста достигал 75 мм, что составляет $1/4$ от $h_{пл}$ и $1/69$ от пролета l . То есть на лицо значительный перевес перекрытия еще до приложения эксплуатационных нагрузок.

В соответствии с требованиями СП 266.1325800.2016 начальный прогиб профнастила в стадии бетонирования сталежелезобетонной плиты необходимо ограничивать или учитывать дополнительную нагрузку от собственного веса свежесуложенного бетона. Однако зачастую на стройплощадке происходит чрезмерный прогиб профлиста (из-за перелива бетона или из-за отсутствия промежуточных опор), который уже невозможно устранить после схватывания бетонной смеси.

Данными о перевесе плиты и необходимостью перерасчета несущих конструкций проектировщики нередко пренебрегают, хотя нормы говорят об обратном.

В ходе обследования [20] изучались такие факторы, как соответствие построенного объекта требованиям нормативной и проектной документации. Выявленные в процессе работ недостатки, а именно: некачественное выполнение бетонных и арматурных работ, недостаточность совместной работы между элементами плиты, различные отступления от проекта и прочее, могут существенно влиять на напряженно-деформированное состояние конструкции сталежелезобетонного перекрытия.

Выявление подобных дефектов в сталежелезобетонном перекрытии до начала эксплуатации здания свидетельствует о необходимости подробного рассмотрения влияния указанных факторов на работу таких перекрытий. Изучение особенностей напряженно-

деформированного состояния сталежелезобетонных плит до начала эксплуатации для предотвращения развития различных негативных явлений в конструкциях представляет интерес для инженеров-проектировщиков.

Таким образом, целью данной работы является изучение влияния пролета и толщины плиты, а также формы профиля и высоты гофр профлиста, на прогибы и прочность профилированного настила в стадии бетонирования плиты.

МЕТОД

Объектом данного исследования является сталежелезобетонная плита перекрытия, которая уложена по несъемной опалубке из профилированного настила марок Н75, Н144, Н153 по ГОСТ 24045–2016 и TRP200 по ГОСТ Р 52246, толщиной $t = 0,7–1,5$ мм, предел текучести стали $\sigma_{0,2}$ от 230 до 350 Н/мм². Общая толщина плиты варьировалась от 150 до 300 мм с шагом 50 мм, плита однопролетная, с пролетами от 3 до 6 м через 0,5 м. Плита выполнена из тяжелого бетона класса В20, армирована ненапрягаемой арматурой: по всей площади плиты уложена сетка Ø8 А500 с шагом 100 мм в обоих направлениях с $a_3 = 20–50$ мм; в каждом ребре арматура А500С (по расчету прочности), $a_3 = 20–40$ мм.

Типовая конструкция плиты с профлистом марки TRP200 представлена на рис. 2 [21].

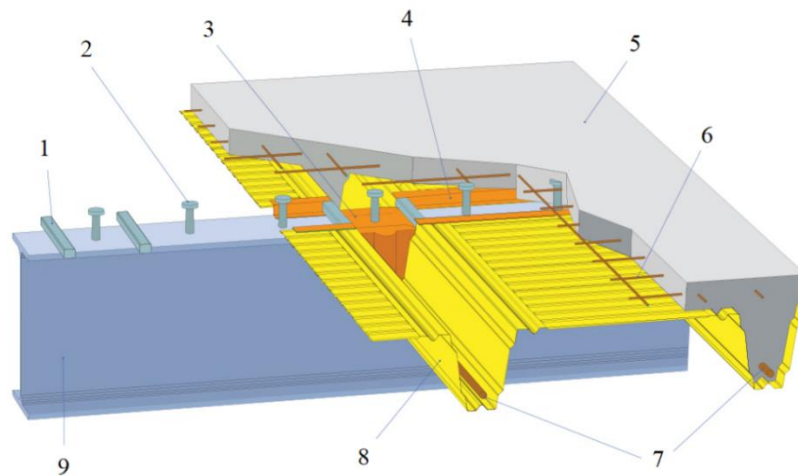


Рис. 2. Плита перекрытия по профнастилу TRP200: 1 — стальной опорный элемент; 2 — стад-болт; 3 — пластиковая уплотнительная крышка; 4 — зигзагообразный профиль; 5 — железобетонная плита; 6 — арматурная сетка; 7 — продольная рабочая арматура плиты; 8 — стальной трапециевидный профнастил TRP200; 9 — стальная балка

Fig. 2. Floor slab on TRP200 corrugated sheet: 1 — steel support element; 2 — stud connector; 3 — plastic seal cover; 4 — zigzag traverse; 5 — ribbed reinforced concrete plate; 6 — welded wire reinforcing mesh; 7 — longitudinal ceiling reinforcement; 8 — trapezoidal steel profiled sheeting; 9 — composite steel beam

Полная нагрузка на профнастил q определяется в соответствии с формулой (1):

$$q = q_p + q_b + q_m, \quad (1)$$

где q_p — вес профилированного настила;

q_b — вес бетонной смеси;

q_m — монтажная нагрузка, которая принимается 2,5 кПа при выгрузке бетонной смеси из бадей или 0,5 кПа при равномерной автоматической подаче бетонной смеси.

Нормативная нагрузка q_b от собственного веса свежееуложенной бетонной смеси определяется по формуле (2):

$$q_b = \gamma \cdot (h_f + h_b), \quad (2)$$

где γ — удельный вес бетонной смеси;

h_f — толщина бетона над верхними полками настила;

h_b — приведенная толщина бетона в пределах высоты сечения настила.

Приведенная толщина бетона определяется по формуле (3) в соответствии с геометрическими характеристиками сечения, показанными на рис. 3:

$$h_b = h_n(b + b')/2S_n, \quad (3)$$

где h_n — высота ребра профнастила;

b — ширина нижней части ребра профнастила;

b' — ширина ребра по верхней части;

S_n — шаг ребер профнастила.

Согласно СП 266.1325800.2016, общая толщина плиты $h_{пл}$ должна быть не менее 80 мм, а толщина слоя бетона h_c над верхней поверхностью гофров настила должна быть не менее 40 мм. Максимальный расчетный пролет настила без применения временных инвентарных опор принимается от 2 до 6 м в зависимости от типоразмеров сечения профилированных листов, схемы их раскладки и толщины плиты. А для пролетов более 6 м необходимо предусматривать промежуточные инвентарные опоры из условия несущей способности и требуемой деформативности настила при действии веса свежесуложенной бетонной смеси.

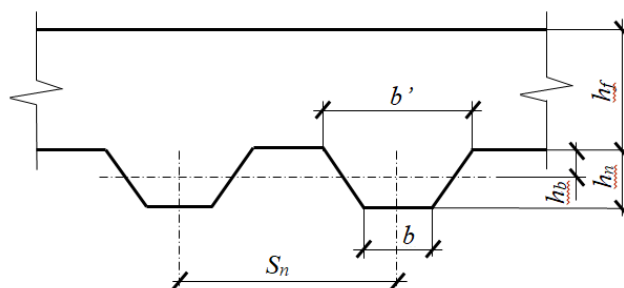


Рис. 3. Геометрические размеры плиты перекрытия по профнастилу

Fig. 3. Geometric dimensions of the floor slab on corrugated sheets

Согласно СП 266.1325800.2016, профилированный настил необходимо рассчитывать на прочность в стадии бетонирования плиты в надпорных и пролетных сечениях в соответствии с формулой (4):

$$M/W_{\min} \leq R_y, \quad (4)$$

где M — изгибающий момент от расчетных нагрузок;

$W_{\min}$ — минимальный расчетный момент сопротивления профиля настила на профилированные листы;

R_y — расчетное сопротивление стали растяжению, сжатию, изгибу по пределу текучести.

Также, согласно нормам, профилированный настил в стадии бетонирования плиты необходимо рассчитывать по формуле (5) на максимальный прогиб от нормативных нагрузок f_n , который не должен превышать 1/200 от пролета l :

$$f_n = k_2 \cdot (q_n \cdot l^4)/(E_{st} \cdot I_{n,x}) \leq 1/200 \cdot l, \quad (5)$$

где k_2 — коэффициент, определяемый в зависимости от схемы раскладки настила и принимаемый для однопролетного настила 0,013, для двухпролетного настила — 0,0091, для настила с числом пролетов три и более — 0,0088;

q_n — нормативная равномерно-распределенная нагрузка на профнастил;

$I_{n,x}$ — момент инерции сечения профнастила на 1 м ширины профнастила.

Стоит отметить, что, согласно нормам, при прогибе настила более 1/10 от общей высоты сечения плиты $h_{пл} = h_f + h_n$ следует учитывать дополнительную нагрузку от собственного веса Δq_b свежесуложенного бетона, определяемую по формуле (6):

$$\Delta q_b = 0,7 \cdot \gamma \cdot f_n, \quad (6)$$

где f_n — прогиб настила от нормативной нагрузки q_b .

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В таблице представлены результаты расчета прогибов профнастила f в стадии бетонирования сталежелезобетонной плиты в зависимости от ее пролета и толщины несущего профлиста $t = 0,7\text{--}1,5$ мм при общей толщине плиты $h_{пл} = 300, 250, 200, 150$ мм при марках профлиста Н75, Н144, Н153 по ГОСТ 24045–2016 и TRP200 по ГОСТ Р 52246.

Прогибы профнастила f в зависимости от пролета, толщины профлиста t и общей толщины плиты $h_{пл}$

Марка профнастила	Толщина профнастила t , мм	Прогиб профлиста f , мм, при пролете профлиста l , м						
		3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
TRP200, 300 мм	0,9	3,6	6,7	11,5	18,4	28,1	41,1	58,2
	1	3,1	5,8	9,9	15,9	24,2	35,4	50,1
	1,25	2,3	4,3	7,4	11,8	18	26,4	37,4
	1,5	1,9	3,5	6	9,7	14,7	21,6	30,5
Н153, 250 мм	0,8	5,5	10,2	17,4	27,9	42,5	—	—
	1	4,2	7,9	13,4	21,5	32,7	—	—
	1,2	3,5	6,4	10,9	17,5	26,6	39	—
	1,5	2,8	5,1	8,7	14	21,3	31,1	44,1
Н114, 200 мм	0,8	6,6	12,1	20,7	33,2	50,5	—	—
	0,9	5,8	10,8	18,4	29,5	44,9	—	—
	1	5,2	9,6	16,4	26,3	40	58,6	—
Н75, 150 мм	0,7	16,2	30	51,2	—	—	—	—
	0,8	14,7	27,3	46,5	—	—	—	—
	0,9	13,1	24,2	41,2	—	—	—	—

Примечание. Желтым цветом отмечены результаты прогибов профлиста $f > h_{пл}/10$, для которых необходимо считать дополнительный перевес от свежесложенной бетонной смеси. Оранжевым цветом отмечены результаты прогибов профнастила f , для которых необходимо считать перевес, а также которые уже превышают предельный расчетный прогиб $f > l/200$. Красным цветом отмечены результаты, где профлист не проходит по расчетам прочности в стадии бетонирования сталежелезобетонной плиты.

Deflections of corrugated sheets f depending on the span, thickness of the corrugated sheet t and the total thickness of the slab h_{pl}

Type of corrugated sheet	Thickness of corrugated sheet t , mm	Deflection of the corrugated sheet f , mm, with a span of the corrugated sheet l , m						
		3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
TRP200, 300 mm	0,9	3,6	6,7	11,5	18,4	28,1	41,1	58,2
	1	3,1	5,8	9,9	15,9	24,2	35,4	50,1
	1,25	2,3	4,3	7,4	11,8	18	26,4	37,4
	1,5	1,9	3,5	6	9,7	14,7	21,6	30,5
Н153, 250 mm	0,8	5,5	10,2	17,4	27,9	42,5	—	—
	1	4,2	7,9	13,4	21,5	32,7	—	—
	1,2	3,5	6,4	10,9	17,5	26,6	39	—
	1,5	2,8	5,1	8,7	14	21,3	31,1	44,1
Н114, 200 mm	0,8	6,6	12,1	20,7	33,2	50,5	—	—
	0,9	5,8	10,8	18,4	29,5	44,9	—	—
	1	5,2	9,6	16,4	26,3	40	58,6	—
Н75, 150 mm	0,7	16,2	30	51,2	—	—	—	—
	0,8	14,7	27,3	46,5	—	—	—	—
	0,9	13,1	24,2	41,2	—	—	—	—

Note. The results of profiled sheet deflections $f > h_{pl}/10$, for which it is necessary to calculate the additional overweight from the freshly laid concrete mixture, are marked in yellow. The results of corrugated sheet deflections f , for which it is necessary to calculate the overweight, and which already exceed the maximum design deflection $f > l/200$, are marked in orange. The results where the corrugated sheet does not pass the strength calculations at the concreting stage are marked in red.

По результатам расчета из таблицы видно, что для наименьшей толщины плиты $h_{пл} = 150$ мм (Н75) при пролетах $l > 6$ м для всех существующих толщин профлиста от 0,7 до 0,9

мм (согласно ГОСТ 24045–2016) профлист не проходит по расчету прочности в стадии бетонирования сталежелезобетонной плиты от веса свежесуложенной бетонной смеси. Прогибы профнастила при пролете $l \geq 3,5$ м превышают предельный расчетный прогиб $f > 1/200$. Следовательно, применение таких плит $l \geq 3,5$ м недопустимо при отсутствии промежуточных опор в стадии бетонирования.

Для толщины плиты $h_{пл} = 200$ мм (Н114) при пролетах $l \geq 4,5$ м для всех существующих толщин профлиста от 0,8 до 1 мм (согласно ГОСТ 24045–2016) прогибы профнастила при пролете $l = 3,5$ м превышают предельный расчетный прогиб $f > 1/200$. А при пролетах $l \geq 5$ м профлист не проходит по расчету прочности в стадии бетонирования сталежелезобетонной плиты от веса свежесуложенной бетонной смеси.

Для толщины плиты $h_{пл} = 250$ мм (Н153) пролет $l = 5$ м применим только при использовании профлиста толщиной 1,5 мм. Для остальных существующих толщин профлиста от 0,8 до 1,2 мм (согласно ГОСТ 24045–2016) прогибы профнастила при пролете $l \geq 5$ м превышают предельный расчетный прогиб $f > 1/200$ или профлист не проходит по расчету прочности в стадии бетонирования сталежелезобетонной плиты.

Для наибольшей толщины плиты $h_{пл} = 300$ мм (TRP200) для пролета $l = 6$ м для всех рассматриваемых толщин профлиста от 0,9 до 1,5 мм значения прогибов в стадии бетонирования плиты от веса свежесуложенной бетонной смеси уже превышают предельный расчетный прогиб $f > 1/200$. Для плиты $h_{пл} = 300$ мм при пролетах $l = 5$ м и $l = 5,5$ м допустимо только применение профлиста толщинами $t = 1,25$ и $t = 1,5$ мм. Толщины профлиста $t < 0,9$ мм при анализе результатов не рассматривались, так как для марки TRP200 такие толщины профлиста заводами-изготовителями не выпускаются (ГОСТ Р 52246).

Таким образом, для наиболее распространенных пролетов, толщин плит и марок профлиста ($l = 3–6$ м; $h_{пл} = 300, 250, 200, 150$ мм; Н75, Н144, Н153 и TRP200) полученные результаты по прогибам и прочности профлиста в стадии бетонирования сталежелезобетонной плиты говорят о том, что около половины (47 %) из предложенных вариантов неприменимы без установки временных инвентарных опор в стадии бетонирования. Однако в нормах есть указание для однозначного применения промежуточных инвентарных опор из условия несущей способности и требуемой деформативности настила при действии веса свежесуложенной бетонной смеси только для пролетов свыше 6 м.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам данного исследования можно сделать общие выводы и рекомендации.

1. Рекомендуются ограничивать толщину профлиста в зависимости от пролета и от толщины перекрытия: необходимо ограничить применение малых толщин профлиста $t = 0,7–1,0$ мм для пролетов свыше 4–5 м для плит толщиной менее 250 мм при марке профлиста Н114 и Н153 по ГОСТ 24045–2016.
2. Для марки Н75 по ГОСТ 24045–2016 при толщинах профлиста $t = 0,7–0,9$ мм рекомендуется установка временных инвентарных опор для всех пролетов (от 3 м) сталежелезобетонных перекрытий.
3. При применении тонких профлистов (от 0,7 до 1 мм) необходимо четко следить за прогибами профнастила во избежание чрезмерного перевеса конструкции, а именно: перед бетонированием устраивать дополнительные опоры с шагом 1–2 м в пролетной зоне перекрытия.
4. Результаты исследований могут использоваться как при проектировании сталежелезобетонных плит перекрытий, так и в практической работе при обследовании технического состояния конструкций.

Дальнейшими направлениями исследования могут являться анализ влияния перевеса профлиста на прочность сталежелезобетонного перекрытия в стадии эксплуатации и изучение влияния дефектов устройства плиты по профлисту на прочность сталежелезобетонного перекрытия при взаимодействии с агрессивной средой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабалич В.С., Андросов Е.Н. Сталежелезобетонные конструкции и перспектива их применения в строительной практике России // Успехи современной науки. 2017. № 4. С. 205–208.
2. Егоров П.И., Королев С.А. Сталежелезобетонные перекрытия // Дальний Восток: проблемы развития архитектурно-строительного комплекса. 2015. № 1. С. 310–313.
3. Hsu C.T.T., Punurai S., Punurai W., Majdi Y. New composite beams having cold-formed steel joists and concrete slab // Engineering Structures. 2014. Vol. 71. Pp. 187–200. DOI: 10.1016/j.engstruct.2014.04.011
4. Тамразян А.Г., Арутюнян С.Н. Исследование начальных напряжений и прогибов профнастила, возникающих при возведении сталежелезобетонных плит перекрытий // Безопасность строительного фонда России. Проблемы и решения. 2017. С. 139–146.
5. Замалиев Ф.С., Биккинин Э.Г. Основные факторы, влияющие на начальное напряженно-деформированное состояние сталежелезобетонных конструкций // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2015. № 4 (34). С. 161–165.
6. Шапошникова Ю.А. Анализ влияния различных факторов на прогибы профилированного настила в стадии бетонирования плиты // Инженерный вестник Дона. 2024. № 5.
7. Тонких Г.П., Чесноков Д.А. Расчет угловых анкерных упоров в сталежелезобетонных перекрытиях по профилированному настилу // Промышленное и гражданское строительство. 2022. № 7. С. 17–23.
8. Kanchana D.A., Ramanjaneyulu K., Gandhi P. Shear resistance of embedded connection of composite girder with corrugated steel web // Journal of Constructional Steel Research. 2021. No. 187 (2). P. 106994. DOI: 10.1016/j.jcsr.2021.106994
9. Гимранов Л.Р., Фаттахова А.И. Определение усилия в гибком упоре комбинированной плиты с использованием профилированного настила // Вестник МГСУ. 2021. Том 16. № 8. С. 997–1005. DOI: 10.22227/1997-0935.2021.8.997-1005
10. Замалиев Ф.С., Закиров М.А. Некоторые результаты численных исследований сталежелезобетонных перекрытий // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2015. No. 3 (33). Pp. 56–63.
11. Alsharari F., El-Zohairy A., Salim H., El-Sisi A.E. Numerical investigation of the monotonic behavior of strengthened Steel-Concrete composite girders // Engineering Structures. 2021. Vol. 246. P. 113081. DOI: 10.1016/j.engstruct.2021.113081
12. Tamayo J.L.P., Franco M.I., Morsch I.B., Désir J.M., Wayar A.M.M. Some aspects of numerical modeling of steel-concrete composite beams with prestressed tendons // Latin American Journal of Solids and Structures. 2019. Vol. 16. Issue 7. DOI: 10.1590/1679-78255599
13. Albarram A., Qureshi J., Abbas A. Effect of rib geometry in steel-concrete composite beams with deep profiled sheeting // International Journal of Steel Structures. 2020. No. 20 (3). Pp. 931–953. DOI: 10.1007/s13296-020-00333-5
14. Jurkiewicz B., Braymand S. Experimental study of a pre-cracked steel-concrete composite beam // Journal of Constructional Steel Research. 2007. Vol. 63. No. 1. Pp. 135–144. DOI: 10.1016/j.jcsr.2006.03.013
15. Тамразян А.Г., Арутюнян С.Н. К оценке надежности сталежелезобетонных плит перекрытий с профилированными настилами // Вестник гражданских инженеров. 2015. № 6 (53). С. 52–57.
16. Замалиев Ф.С., Тамразян А.Г. К расчету сталежелезобетонных ребристых плит для восстанавливаемых перекрытий // Строительство и реконструкция. 2021. No. 5 (97). Pp. 3–15. DOI: 10.33979/2073-7416-2021-97-5-3-15
17. Ahmed I.M., Tsavdaridis K.D. The evolution of composite flooring systems: applications, testing, modelling and Eurocode design approaches // Journal of Constructional Steel Research. 2019. No. 155. Pp. 286–300. DOI: 10.1016/j.jcsr.2019.01.007
18. Vasdravellis G., Uy B., Tan E.L., Kirkland B. Behaviour and design of composite beams subjected to sagging bending and axial compression Original Research // Journal of Constructional Steel Research. 2015. No. 110. Pp. 29–39. DOI: 10.1016/j.jcsr.2015.03.010

19. Porter M.L., Eckberg C.E. Design Recommendations for Steel Deck Floor Slabs // ASCE Journal of the Structural Division. New York, 1976. No. 11 (102).
20. Bedov A.I., Shaposhnikova Yu.A. Bearing capacity of steel-reinforced concrete floor elements before the operation period // Magazine of Civil Engineering. 2024. No. 17 (1). Article no. 12501. DOI: 10.34910/MCE.125.1
21. Dujmovic D., Androić B., Lukačević I. Calculation of Simply Supported Composite Beam According to the Plastic Resistance of the Cross-Section // Composite Structures According to Eurocode 4. 2015. DOI: 10.1002/9783433604908.ch8

REFERENCES

1. Babalich V.S., Androsov E.N. Steel-reinforced concrete structures and the prospect of their application in the construction practice of Russia. *The successes of modern science*. 2017; 4:205-208. (in Russian).
2. Egorov P.I., Korolev S.A. The composite slabs. *Far East: the problems of the development of the architectural and construction complex*. 2015; 1:310-313. (in Russian).
3. Hsu C.T.T., Punurai S., Punurai W., Majdi Y. New composite beams having cold-formed steel joists and concrete slab. *Engineering Structures*. 2014; 71:187-200. DOI: 10.1016/j.engstruct.2014.04.011
4. Tamrazyan A.G., Arutyunyan S.N. Investigation of initial stresses and deflections of profiled deck arising during the construction of composite floor slabs. *The Safety of the construction Fund of Russia. Problems and solutions*. 2017; 139-146. (in Russian).
5. Zamaliev F.S., Bikkinin E.G. The main factors influencing the initial stress-strain state of steel-concrete composite structures. *News of the Kazan State University of Architecture and Engineering*. 2015; 4(34):161-165. (in Russian).
6. Shaposhnikova Yu.A. Analysis of the influence of various factors on the deflections of profiled sheeting at the stage of concreting the slab. *Engineering journal of Don*. 2024; 5. (in Russian).
7. Tonkih G.P., Chesnokov D.A. Shear resistance of nailed connectors in composite beams with steel decking. *Industrial and civil engineering*. 2022; 7:17-23. (in Russian).
8. Kanchana D.A., Ramanjaneyulu K., Gandhi P. Shear resistance of embedded connection of composite girder with corrugated steel web. *Journal of Constructional Steel Research*. 2021; 187(2):106994. DOI: 10.1016/j.jcsr.2021.106994
9. Gimranov L.R., Fattakhova A.E. Flexible stop's force determining method in a combined plate using profiled flooring. *Monthly Journal on Construction and Architecture*. 2021; 16-8: 997-1005. DOI: 10.22227/1997-0935.2021.8.997-1005 (in Russian).
10. Zamaliev F.S., Zakirov M.A. Some results of numerical studies of steel-concrete composite slabs. *News of the Kazan State University of Architecture and Engineering*. 2015; 3(33):56-63. (in Russian).
11. Alsharari F., El-Zohairy A., Salim H., El-Sisi A.E. Numerical investigation of the monotonic behavior of strengthened Steel-Concrete composite girders. *Engineering Structures*. 2021; 246(3):113081. DOI: 10.1016/j.engstruct.2021.113081
12. Tamayo J.L.P., Franco M.I., Morsch I.B., Désir J.M., Wayar A.M.M. Some aspects of numerical modeling of steel-concrete composite beams with prestressed tendons. *Latin American Journal of Solids and Structures*. 2019; 16(7):1. DOI: 10.1590/1679-78255599
13. Albarram A., Qureshi J. Abbas A. Effect of rib geometry in steel-concrete composite beams with deep profiled sheeting. *International Journal of Steel Structures*. 2020; 20(3):931-953. DOI: 10.1007/s13296-020-00333-5
14. Jurkiewicz B., Braymand S. Experimental study of a pre-cracked steel-concrete composite beam. *Journal of Constructional Steel Research*. 2007; 63-1:135-144. DOI: 10.1016/j.jcsr.2006.03.013
15. Tamrazyan A.G., Arutyunyan S.N. To the assessment of the reliability of steel slabs of slabs with profiled floorings. *Bulletin of Civil Engineers*. 2015; 6(53):52-57. (in Russian).
16. Zamaliev F.S., Tamrazyan A.G. To calculation of steel-reinforced concrete ribbed plates for refurbished floors. *Building and Reconstruction*. 2021; 5(97):3-15. DOI: 10.33979/2073-7416-2021-97-5-3-15 (in Russian).
17. Ahmed I.M., Tsavdaridis K.D. The evolution of composite flooring systems: applications, testing, modelling and Eurocode design approaches. *Journal of Constructional Steel Research*. 2019; 155:286-300. DOI: 10.1016/j.jcsr.2019.01.007

18. Vasdravellis G., Uy B., Tan E.L., Kirkland B. Behaviour and design of composite beams subjected to sagging bending and axial compression Original Research. *Journal of Constructional Steel Research*. 2015; 110:29-39. DOI: 10.1016/j.jcsr.2015.03.010
19. Porter M.L., Eckberg C.E. Design Recommendations for Steel Deck Floor Slabs. *ASCE Journal of the Structural Division*. New York, 1976; 11(102).
20. Bedov A.I., Shaposhnikova Yu.A. Bearing capacity of steel-reinforced concrete floor elements before the operation period. *Magazine of Civil Engineering*. 2024; 17(1). DOI: 10.34910/MCE.125.1
21. Dujmovic D., Androić B., Lukačević I. Calculation of Simply Supported Composite Beam According to the Plastic Resistance of the Cross-Section. *Composite Structures According to Eurocode 4*. 2015. DOI: 10.1002/9783433604908.ch8