

ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА TECHNOLOGY AND ORGANIZATION OF CONSTRUCTION



УДК 69.059

Оригинальное эмпирическое исследование

<https://doi.org/10.23947/2949-1835-2025-4-2-96-105>

Ресурсосберегающая технология демонтажа несущего настила покрытий из железобетонных ребристых плит при реконструкции и сносе зданий



EDN: BWOMAF

Е.А. Жолобова¹ , А.Л. Жолобов¹ , Н.А. Иванникова²

¹Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

²Астраханский архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Российская Федерация

✉ Elena@mniakh.ru

Аннотация

Введение. Строительное производство в настоящее время нуждается в ресурсосберегающей технологии, позволяющей производить при реконструкции и сносе зданий демонтаж покрытий с максимальным сохранением целостности железобетонных ребристых плит для возможности их повторного использования по прямому назначению, тем самым не только предотвращая загрязнение окружающей среды строительными отходами, но и сберегая энергетические, трудовые и материальные ресурсы на их утилизацию, а также на воспроизводство плит.

Материалы и методы. При разработке ресурсосберегающей технологии был применен комплекс методов и средств решения поставленных задач, в том числе:

- визуальное обследование железобетонных ребристых плит в процессе разборки несущего настила покрытия для определения их пригодности для повторного использования по прямому назначению;
- определение параметров оборудования, необходимого для освобождения швов и стыков между плитами от раствора и бетона на основе изучения факторов, влияющих на заполняемость швов и стыков;
- определение с помощью физических и компьютерных моделей параметров специальных захватов и приспособлений для подъема ребристых плит с поврежденными строповочными петлями.

Результаты исследования. В результате выполненного исследования предложена новая ресурсосберегающая технология демонтажа несущего настила покрытий из железобетонных ребристых плит, в основу которой положены разработанные авторами методы:

- механическое удаление материала заполнения швов и стыков между плитами и установление параметров необходимого оборудования;
- освобождение плит от имеющихся связей со стропильными балками и фермами покрытия;
- испытание сохранившихся строповочных петель у плит;
- строповка плит с поврежденными строповочными петлями специально сконструированными грузозахватными устройствами.

Обсуждение и заключение. Новая ресурсосберегающая технология позволяет производить демонтаж несущего железобетонного настила покрытий без дополнительного повреждения плит с возможностью повторного их использования с минимальным количеством отходов, экономя при этом трудовые и материальные ресурсы, в разы снижая энергозатраты, которые потребовались бы на утилизацию отходов арматуры и дробление бетона.

Ключевые слова: реконструкция и снос зданий, демонтаж покрытий, несущий железобетонный настил, ребристые плиты, замоноличенные швы и стыки, строповочные петли

Благодарности. Авторы выражают благодарность редакции и рецензентам за внимательное отношение к статье и указанные замечания, которые позволили повысить ее качество.

Для цитирования. Жолобова Е.А., Жолобов А.Л., Иванникова Н.А. Ресурсосберегающая технология демонтажа несущего настила покрытий из железобетонных ребристых плит при реконструкции и сносе зданий. *Современные тенденции в строительстве, градостроительстве и планировке территорий*. 2025;4(2):96–105. <https://doi.org/10.23947/2949-1835-2025-4-2-96-105>

Resource-Saving Technology for Dismantling the Supporting Decking of Reinforced Concrete Ribbed Slabs during Reconstruction and Demolition of Buildings

Elena A. Zholobova¹ , Alexandr L. Zholobov¹ , Nadezhda A. Ivannikova² 

¹ Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

² Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering, Astrakhan, Russian Federation

✉ Elena@rniia.kh.ru

Abstract

Introduction. Construction industry is currently in need of resource-saving technology that allows dismantling of coatings during reconstruction and demolition of buildings with maximum preservation of the integrity of reinforced concrete ribbed slabs for them to be possibly reused for their intended purpose, thereby not only preventing environmental pollution with construction waste, but also saving energy, labor and material resources for their disposal, as well as for reproduction of slabs.

Materials and Methods. While developing resource-saving technology, a set of methods and means for solving each of the tasks was used, including:

- visual inspection of reinforced concrete ribbed slabs during dismantling of the supporting deck of the roof in order to identify their suitability for them to be reused for their intended purpose;
- identification of the parameters of the equipment required in order to release seams and joints between slabs from mortar and concrete based on a study of the factors affecting the filling of seams and joints;
- identification of the parameters of special grips and devices for lifting ribbed slabs with damaged slinging loops using physical and computer models.

Results. As a result of the research, a new resource-saving technology for dismantling the load-bearing flooring of reinforced concrete ribbed slabs was proposed which is based on the methods developed by the authors:

- mechanical removal of the material filling the seams and joints between the slabs and the established parameters of the necessary equipment;
- release of the slabs from the existing connections with the rafter beams and cover trusses;
- testing of the remaining slinging loops of the slabs;
- slinging of slabs with damaged slinging loops with specially designed load-gripping devices.

Discussion and Conclusions. The new resource-saving technology allows dismantling the load-bearing reinforced concrete decking without additional damage to the slabs with them possibly being reused with a minimum amount of waste, saving labor and material resources, significantly reducing energy costs that would be required for the disposal of reinforcement waste and crushing concrete.

Keywords: reconstruction and demolition of buildings, dismantling of coatings, load-bearing reinforced concrete decking, ribbed slabs, monolithic seams and joints, sling loops

Acknowledgements. The authors appreciate the reviewers, whose critical assessment of the submitted materials and suggestions helped to significantly improve the quality of this article.

For citation. Zholobova EA, Zholobov AL, Ivannikova NA Resource-Saving Technology for Dismantling the Supporting Decking of Reinforced Concrete Ribbed Slabs during Reconstruction and Demolition of Buildings. *Modern Trends in Construction, Urban and Territorial Planning*. 2025;4(2):96–105. <https://doi.org/10.23947/2949-1835-2025-4-2-96-105>

Введение. Производство сборных железобетонных конструкций является весьма материалоемким, трудоемким и энергозатратным процессом. Для их изготовления используются дорогостоящие арматурные изделия и высокомарочные цементы, на производство которых требуются значительные энергозатраты.

В объеме производства сборных железобетонных конструкций ребристые плиты покрытий занимают одно из ведущих мест. В соответствии с ГОСТ 9491-60 «Плиты крупнопанельные железобетонные ребристые предварительно напряженные размером 1,5×6 м для покрытий производственных зданий» в нашей стране с 1960 по 1978 гг. для покрытий производственных зданий выпускались железобетонные ребристые плиты одного типа-размера — 1,5×6 м. У таких плит тонкая полка (толщиной 30 мм) и узкие ребра, из-за чего толщина защитного слоя во многих местах имеет минимально допустимое значение — 10 мм. Именно такие плиты покрытий в настоящее время чаще всего встречаются на реконструируемых промышленных объектах капитального строительства.

При нормальных условиях эксплуатации железобетонные несущие настилы покрытий, как и другие внутренние железобетонные конструкции зданий, способны более 150 лет сохранять свою работоспособность [1]. Имеются опубликованные сведения, что после многолетней эксплуатации в неагрессивной среде прочность бетона ребристых плит покрытий не снижается, а наоборот — несколько увеличивается, и при этом арматура по-прежнему сохраняет свои свойства [2–3].

В случае реконструкции зданий нередко возникает необходимость частичного или полного демонтажа несущего настила при исправном состоянии ребристых плит, например:

- для устройства в покрытии световых и светоаэрационных фонарей, а также монтажных проемов;
- при замене существующих плит на плиты с повышенной несущей способностью или со специальными отверстиями;
- при сносе здания или его частей.

При больших объемах работ по сносу зданий со сборным железобетонным каркасом разборку несущего настила покрытия, как правило, осуществляют вместе с каркасом методом обрушения так называемыми «разрушителями бетона», созданными на базе гусеничных экскаваторов с удлиненной стрелой, у которых в качестве рабочего органа используются гидроножницы [4–6]. Объем получаемых при этом отходов превышает объем разбираемых конструкций, а в целом по стране измеряется десятками тысяч тонн [7]. Датскими исследователями установлено, что при утилизации этих отходов в атмосферу выделяется в 2 раза больше углекислого газа, чем при повторном использовании полученных при демонтаже железобетонного настила плит покрытия [8].

Стремление максимально уменьшить количество отходов путем поэлементной разборки железобетонного несущего настила покрытия с возможностью повторного использования ребристых плит по прямому назначению, несмотря на попытки ученых и специалистов найти эффективные технологические решения, пока остается по существу нереализованным из-за наличия неразъемных труднодоступных сварных соединений в замоноличенных швах и стыках между плитами, а также из-за массового повреждения у них строповочных петель [9–10].

С целью обеспечения строительного производства ресурсосберегающей технологией, позволяющей производить демонтаж железобетонного настила покрытия с максимальным сохранением целостности ребристых плит, тем самым не только предотвращая загрязнение окружающей среды строительными отходами, но и сберегая энергетические, трудовые и материальные ресурсы на их утилизацию и воспроизводство, на кафедре «Технология строительного производства» Донского государственного технического университета проведено исследование возможностей:

- совершенствования способа удаления строительного раствора и бетона из швов и стыков между ребристыми плитами;
- использования строповочных петель при строповке ребристых плит для подъема или разработки специальных захватов;
- повышения производительности и безопасности демонтажа настила из ребристых плит;
- расширения области повторного использования ребристых плит покрытий.

Материалы и методы. Параметры ресурсосберегающей технологии демонтажа несущего настила покрытий зданий, а также оборудования и технологической оснастки для ее применения напрямую зависят от формы и размеров ребер, а также строповочных петель железобетонной ребристой плиты, показанных на рис. 1.

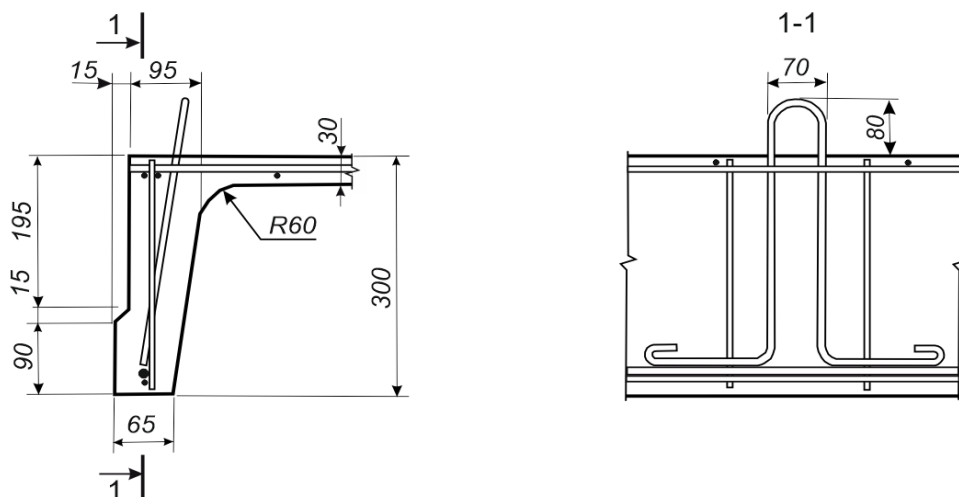


Рис. 1. Размеры продольных ребер и строповочных петель плит покрытия по ГОСТ 9491-60

С учетом этих размеров в ходе исследования были определены глубина и возможные значения толщины швов между плитами, форма и размеры захватов для строповки плит с поврежденными строповочными петлями, размеры разжимного клина для отрыва смежных плит друг от друга.

Для определения оптимальных параметров разрабатываемой ресурсосберегающей технологии, а также необходимого оборудования и технологической оснастки был применен комплекс методов и средств решения каждой из поставленных задач, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1

Методы и средства, примененные при решении задач по разработке ресурсосберегающей технологии демонтажа несущего настила покрытий зданий из железобетонных ребристых плит

Задачи исследования возможностей	Методы исследования	Средства исследования
Совершенствование способа удаления строительного раствора и бетона из швов и стыков между плитами	Аналитический: – анкетный опрос; – выявление факторов, влияющих на заполняемость швов и стыков	–
	Инструментальный: проверка заполняемости швов	Электроперфоратор со сверлом-буром диаметром 5 мм и рабочей длиной 250 мм (в качестве глубиномера)
	Инструментальный: определение адгезии раствора	Прибор ПСО-10МГ4АД (рис. 2 а)
Использование строповочных петель для подъема	Инструментальный: проверка несущей способности строповочных петель под нагрузкой усилием 10 кН	То же
Выявление дефектов плит перед подъемом	Визуальное обследование по ГОСТ 31937-2024 «Здания и сооружения»	–
Повышение производительности и безопасности демонтажа настила из ребристых плит	Физическое и компьютерное моделирование захватов для строповки ребристых плит	Физические и компьютерные модели захватов
Расширение области повторного использования плит покрытия	Аналитический: – классификация ребристых плит по их состоянию; – изучение опыта повторного использования плит с учетом их технического состояния	–

Проверка несущей способности строповочных петель производилась с помощью прибора ПСО-10МГ4АД, опираемого на алюминиевые пластины суммарной толщиной, соответствующей высоте строповочной петли, как показано на рис. 2 б).

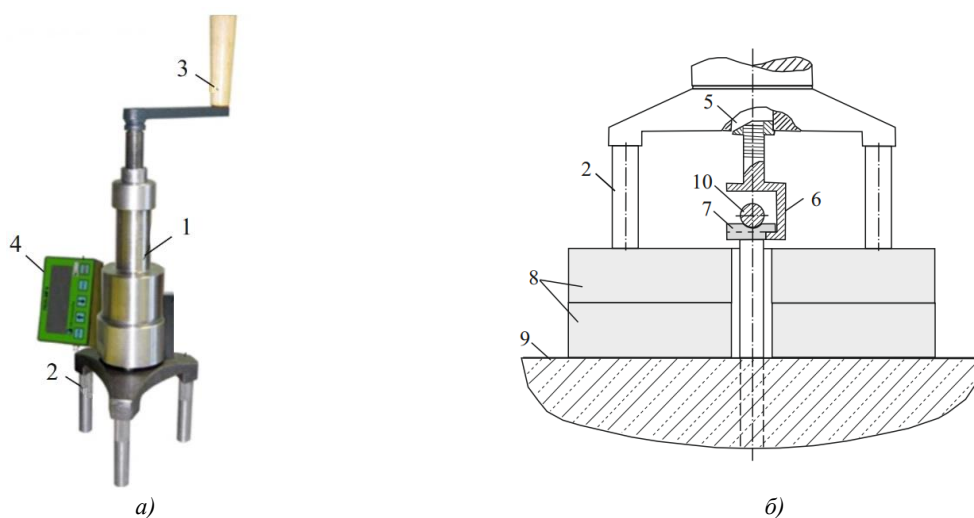


Рис. 2. Общий вид прибора ПСО-10МГ4АД (а) и схема его применения при проверке прочности строповочных петель (б): 1 — силовозбудитель; 2 — опора; 3 — рукоятка нагружения; 4 — электронный блок; 5 — шток силовозбудителя; 6 — захват; 7 — ложемент; 8 — алюминиевая пластина; 9 — плита покрытия; 10 — строповочная петля

Результаты исследования. Анализ результатов изучения отечественного и зарубежного опыта демонтажа сборных железобетонных настилов покрытий зданий показал, что не менее 50 % ребристых плит получают дополнительное повреждение во время демонтажа, причем примерно половина из них — из-за разрыва строповочных петель. У 5–15 % плит повреждаются ребра при расчистке швов и стыков между плитами с помощью механизированного ударного инструмента, а у остальных — при пробивании гнезд в углах плит для обеспечения доступа к сварным соединениям плит в местах их опирания на стропильные фермы или балки.

Так, из-за наличия образовавшихся при демонтаже несущего настила сколов ребер, особенно на концевых их участках, а также трещин большая часть плит покрытия, как правило, бракуется и отправляется в отходы. Установлено также, что для подъема плит чаще всего в полке ребристых плит около поврежденных строповочных петель пробивают отверстия для пропуска двух петлевых стропов, в результате чего несущая способность плиты снижается.

Осмотр боковых граней ребристых плит после демонтажа настила, а также результаты выборочного высверливания отверстий в швах между плитами показали, что швы были заполнены в основном строительным раствором на глубину 5–15 см (рис. 3 а). Это можно объяснить отсутствием требований к подвижности строительного раствора для замоноличивания швов, а также низкой их контролеспособностью.

В редких случаях шов оказывался заполненным до уступов продольных ребер плит, то есть на глубину 20 см. Эти случаи характерны для коньковых участков покрытия, где верхняя часть шва при стандартном уклоне верхних граней двухскатных стропильных балок 1:12 раскрывается на 90 мм (рис. 3 б). Следует особо отметить, что даже в этих случаях в нижнюю часть шва между уступами продольных ребер плит раствор практически не проникал, как, впрочем, и при обычном раскрытии верхней части шва — на 40 мм (рис. 3 а).

Вдоль ендовы кровли шов между плитами покрытия оказывается вообще незаполненным из-за отсутствия доступа к его полости сверху плиты (рис. 3 в).

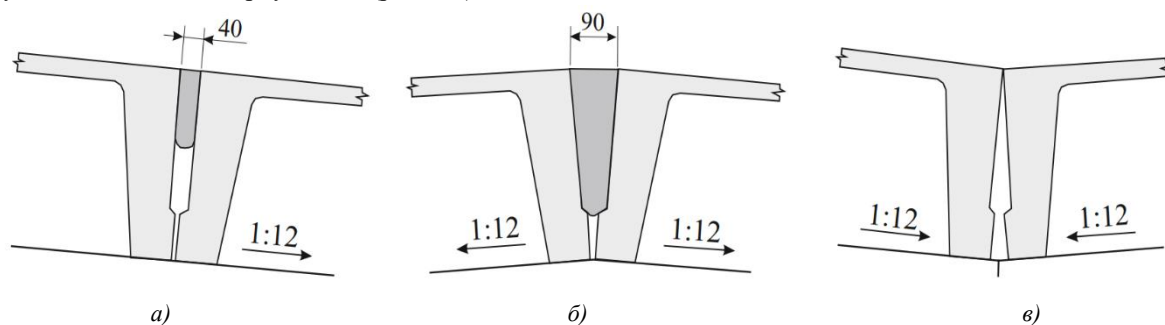


Рис. 3. Форма и размер поперечного сечения швов между ребристыми плитами: а — нормальный шов; б — уширенный шов; в — закрытый шов

Знание этих особенностей позволило определить необходимую глубину реза шва, которая должна соответствовать высоте верхней (уширенной) части продольного шва и быть равна 200 мм. Это необходимо для предотвращения случайного повреждения уступов в продольных ребрах плит вращающимся алмазным диском резчика. Для выполнения этой технологической операции можно рекомендовать резчик швов с максимальной глубиной реза 200 мм, например, марки TSS RH-500G, общий вид которого представлен на рис. 4.



Рис. 4. Общий вид резчика швов TSS RH-500G со снятым алмазным диском

В ходе исследования у 16 плит на четырех разных объектах удалось определить величину адгезии раствора к боковым граням плит. Выявлен большой разброс этих значений (от 0 до 0,4 МПа), что можно объяснить отсутствием каких-либо указаний по предварительной подготовке граней плит для улучшения сцепления раствора.

Полученные данные позволяют сделать вывод, что после освобождения плиты от сварных соединений со стропильными конструкциями и хотя бы частичного освобождения стыков и швов между плитами от раствора и бетона крайнюю в ряду плиту перед подъемом можно достаточно легко отодвинуть от смежной плиты с помощью клина разжимного автономного марки КРА1150 с усилием до 10 кН, общий вид которого показан на рис. 5, или двух монтажных ломов.



Рис. 5. Общий вид клина разжимного автономного марки КРА1150

На следующем этапе авторами была исследована возможность предварительно, еще в процессе демонтажа настила, оценивать пригодность плиты для повторного использования перед ее подъемом. При отсутствии видимых дефектов, таких как наличие обнаженной арматуры, трещин в продольных ребрах, глубоких сколов нижних граней и углов ребер, а также пятен ржавчины и зон выщелачивания бетона, плиты могут быть использованы по прямому назначению — при монтаже новых или реконструируемых покрытий.

При наличии незначительных дефектов плиты можно использовать в качестве несъемной опалубки при устройстве цокольных ребристых перекрытий повышенной несущей способности в производственных зданиях, возводимых на торфяных и многолетнемерзлых грунтах. В случае, если ребра плит имеют значительные повреждения, а их полка сохранила целостность, то такие плиты целесообразно использовать для устройства временных тротуаров и пешеходных дорожек на строительных площадках. Во всех других случаях плиты подлежат переработке в щебень с отделением металлолома.

Наибольшую проблему для строителей при демонтаже настилов создает неработоспособное состояние большей части строповочных петель, которые могут разорваться при подъеме плиты. ГОСТ 9491-60 у железобетонных ребристых плит предусматривал строповочные петли из круглой горячекатаной арматуры диаметром 10 мм. Они должны располагаться на расстоянии 1 м от торцевой грани плиты.

В результате изучения опыта демонтажа сборного железобетонного несущего настила покрытия и отдельных его частей установлено, что наиболее распространенными повреждениями строповочных петель являются коррозия стали и допущенное при строительстве их механическое разрушение при загибании ударами кувалды по месту сгиба (сплющивание стали, излом). Собранные и систематизированные авторами статистические данные о наиболее распространенных причинах неработоспособного состояния строповочных петель приведены в таблице 2.

Для механического испытания строповочных петель высотой 70–80 мм с усилием 10 кН авторами использован прибор ПСО-10МГ4АД, устанавливаемый над каждой петлей на несколько алюминиевых пластин (толщиной 20 мм с прямоугольным отверстием размером 100×20 мм для строповочной петли), используемых в качестве подкладки под прибор, и стальной ложемент для опирания петли.

В результате испытания строповочных петель (после разгибания) установлено, что лишь 43 % из общего количества выпрямленных петель выдержали заданную нагрузку. То есть велика опасность как минимум повреждения двух петель из четырех в каждой плите при ее подъеме, а поврежденные петли, как известно, восстановлению не подлежат.

Для обеспечения возможности производить строповку плит с поврежденными строповочными петлями авторами с помощью компьютерных и физических моделей разработано специальное грузозахватное устройство, названное в соответствии с классификацией, приведенной в ГОСТ Р 58520-2019 «Средства грузозахватные», подвижным опорным захватом.

Таблица 2

Наиболее распространенные причины неработоспособного состояния строповочных петель у железобетонных ребристых плит покрытий

Причины неработоспособного состояния строповочных петель	Условия возникновения причин неработоспособного состояния строповочных петель	Среднестатистическая распространенность причины, %
Значительная коррозия материала строповочных петель	Скопление атмосферной влаги в толще покрытия под наиболее уязвимыми участками кровли (под ендовами и карнизными свесами), а также в местах отсутствия пароизоляции или несплошности ее нанесения	15
Деформация поперечного сечения строповочной петли	Применение кувалды при загибании петель после укладки плит в проектное положение	5
Изгиб с радиусом закругления менее 5 мм	То же	25
Наличие трещин и разрывов	То же	8
Диаметр арматуры менее 10 мм, предусмотренных ГОСТ 9491-60	Заводской дефект, допущенный в процессе армирования плиты	5
Отсутствие строповочных петель	Петли срезаны после укладки плит в проектное положение при монтаже покрытия	11

Конструкция захвата рассчитана на несущую способность 20 кН и обеспечивает возможность многократного его использования, а также надежную защиту от самопроизвольного отсоединения от плиты.

Основной элемент захвата выполнен из коротыша швеллера 36П по ГОСТ 8240-97 «Швеллеры стальные горячекатаные» длиной 100 мм и имеет массу не более 10 кг. Захваты необходимо устанавливать на месте предварительно срезанных строповочных петель, то есть на расстоянии 1 м от концов плиты, как показано на рис. 6 б.

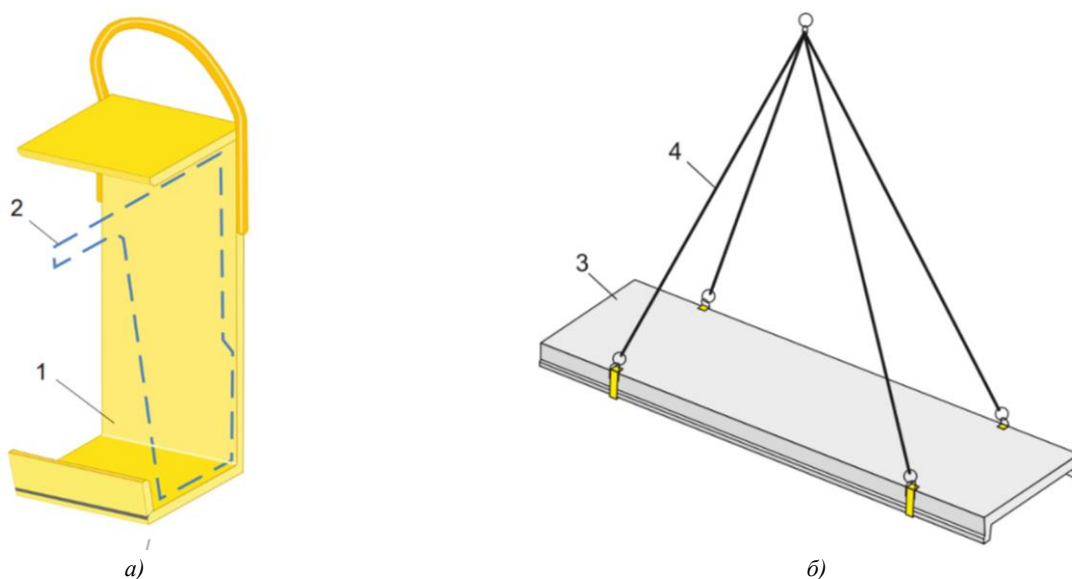


Рис. 6. Общий вид надвигного опорного захвата (а) и схема беспетлевой строповки плит покрытия (б): 1 — надвигной опорный захват; 2 — контур поперечного сечения продольного ребра плиты; 3 — ребристая плита размером 1,5×6 м; 4 — четырехветвевой строп

Производственная проверка показала, что четыре опорных надвигных захвата, временно установленных на ребристой плите, позволяют не только поднимать и перемещать ее к месту складирования, но и укладывать в новое проектное положение или на транспортное средство для перевозки.

Подготовку к демонтажу и сам демонтаж несущего настила предлагается выполнять в следующей последовательности:

- определить физический износ железобетонного несущего настила покрытия по наличию таких признаков износа, как трещины в швах между плитами, трещины в плитах, следы протечек или промерзаний на плитах, заметные прогибы плит с оголением арматуры;
- срезать имеющиеся строповочные петли;
- выполнить пропилы глубиной 200 мм вдоль продольных швов и поперечных стыков между ребристыми плитами с помощью резчика швов, например, марки TSS RH-500G, с алмазным диском диаметром 500 мм;

– для обеспечения свободного доступа ко всем трем приваренным закладным деталям каждой плиты покрытия демонтаж несущего настила в пролете или ячейке следует производить в последовательности, обратной последовательности их укладки при строительстве здания. При этом освобождать от сварных швов плиты можно с помощью угловой шлифовальной машины или газорезающего оборудования;

– выявить плиты, имеющие видимые недопустимые по ГОСТ 9491-60 дефекты, и нанести на них соответствующую маркировку;

– перед подъемом плиты убедиться в полном ее освобождении от крепления к ферме или балке покрытия сдвиганием от смежной плиты вдоль опорных стропильных конструкций с помощью клина раздвижного автомата КР2,5120 или двух монтажных ломов на 20–30 мм;

– оценить пригодность плиты для дальнейшего использования по четырем возможным направлениям;

– с помощью реечного домкрата грузоподъемностью 1–2 т временно приподнять за торцевое ребро свободный конец плиты на 20 мм и подложить под него две деревянные подкладки;

– на каждом продольном ребре плиты покрытия установить по два опорных подвижных захвата на расстоянии, равном 1 м, от торцов плиты;

– с помощью подъемного крана, оснащенного четырехветвевым стропом, произвести строповку плиты за петли захватов, ее подъем и перемещение в зону временного складирования плит в соответствии с выбранным направлением дальнейшего их использования.

Окончательную оценку эксплуатационной пригодности плит после демонтажа несущего настила покрытия следует произвести по результатам их испытания нагружением в соответствии с ГОСТ 8829-2018 «Изделия строительные железобетонные и бетонные заводского изготовления. Методы испытаний нагружением».

При реконструкции одноэтажных производственных зданий работы по срезке сварных швов и установке одного из концов плиты на деревянные подкладки рекомендуется производить с монтажной люльки гидродомкрата. Опасная зона демонтажа несущего настила покрытия должна быть ограждена на уровне пола или земли.

Проверка перечисленных технологических возможностей осуществлялась в разные годы при реконструкции и сносе объектов капитального строительства в городах Ростове-на-Дону, Астрахани и Архангельске. При этом авторами использовались данные анкетного опроса и экспертные оценки специалистов, имеющих практический опыт демонтажа железобетонных конструкций зданий.

Обсуждение и заключение. Проведенное исследование позволило:

– обосновать возможность и целесообразность механизированного удаления раствора и мелкозернистого бетона из швов между плитами покрытия без повреждения их ребер на глубину имеющегося паза резчиком швов глубиной 200 мм;

– доказать опасность и неэффективность применения известных методов строповки ребристых плит при демонтаже сборного железобетонного несущего настила покрытий зданий. Предложен альтернативный метод строповки с помощью разработанных авторами выдвижных опорных захватов;

– расширить область возможного применения плит покрытий при наличии незначительных дефектов в качестве несъемной опалубки ребристых цокольных железобетонных перекрытий и крупноразмерных тротуарных плит.

Таким образом, в результате исследования была разработана новая ресурсосберегающая технология, позволяющая производить демонтаж несущего железобетонного настила покрытий без дополнительного повреждения плит с возможностью повторного их использования с минимальным количеством отходов, экономя при этом трудовые и материальные ресурсы, в разы снижая энергозатраты, которые потребовались бы на утилизацию отходов арматуры и дробление бетона.

В настоящее время ресурсосберегающая технология демонтажа несущего настила покрытий из железобетонных ребристых плит найдет широкое применение при восстановлении поврежденных зданий на освобожденных в ходе специальной военной операции территориях Российской Федерации.

Список литературы/References

1. Фаликман В.Р., Степанова В.Ф. Нормативные сроки службы бетонных и железобетонных конструкций и принципы их проектирования по параметрам долговечности. *Промышленное и гражданское строительство*. 2019;6:13–22. <https://doi.org/10.33622/0869-7019.2019.06.13-22>

Falikman VR, Stepanova VF Normative Service Life of Concrete and Reinforced Concrete Structures and Principles of their Design According to Durability Parameters. *Industrial and Civil Engineering*. 2019;6:13–22. (In Russ) <https://doi.org/10.33622/0869-7019.2019.06.13-22>

2. Halting PS, Negendahl K The Potential for Direct Reuse of Precast Concrete Slabs in Buildings with “Wet” Joints. *Eighth International Symposium On Life-Cycle Civil Engineering*. 2023:3158–3165. <https://doi.org/10.1201/9781003323020-385>

3. Землянский А.А., Жуков А.Н., Булавина Д.А. Опыт натурного испытания железобетонных ребристых плит. *Строительные науки*. 2019;4:79–82. <https://doi.org/10.25628/UNIIP.2019.43.4.014>
- Zemlyanskij AA, Zhukov AN, Bulavina DA Experience of Field Testing of Reinforced Concrete Ribbed Slabs. *Building Sciences*. 2019;4:79–82. (In Russ.) <https://doi.org/10.25628/UNIIP.2019.43.4.014>
4. Кужин М.Ф., Алхамд А. Исследование организационно-технологических решений при сносе (демонтаже) зданий и сооружений. *Строительное производство*. 2022;2:57–60. https://doi.org/10.54950/26585340_2022_2_57
- Kuzhin MF, Alhamd A Research of Organizational and Technological Solutions in the Demolition (Dismantling) of Buildings and Structures. *Construction Production*. 2022;2:57–60. (In Russ) https://doi.org/10.54950/26585340_2022_2_57
5. Ветрова О.А. Методы утилизации строительных отходов демонтажа конструкций двух зданий производственного назначения. *Инженерный вестник Дона*. 2024;4(112):693–703. URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2024/9147> (дата обращения: 27.03.2025).
- Vetrova OA Methods of Disposal of Construction Waste from Dismantling Structures of Two Industrial Buildings. *Engineering Journal of Don*. 2024;4(112):693-703. (In Russ). URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2024/9147> (accessed: 27.03.2025).
6. K pfer C., Fivet C. Panorama of approaches to reuse concrete pieces: identification and critical comparison. *Journal of Physics: Conference Series*. 2023;19(2600):192006. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2600/19/192006>
7. Widmer N, Bastien-Masse M, Fivet C Building Structures Made of Reused Cut Reinforced Concrete Slabs and Walls: a Case Study. *Life-Cycle of Structures and Infrastructure Systems*. 2023:172–179. <https://doi.org/10.1201/9781003323020-18>
8. Коваленко С.О. Переработка и вторичное использование строительных материалов, образующихся в результате демонтажа зданий и сооружений. *Components of Scientific and Technological Progress*. 2023;11(89):78–83.
- Kovalenko SO Recycling and Reuse of Building Materials Resulting from the Dismantling of Buildings and Structures. *Components of Scientific and Technological Progress*. 2023;11(89):78–83. (In Russ).
9. Halting PS Design for disassembly of concrete slabs with mortar joints. *Buildings*. 2023;8(13):1957. <https://doi.org/10.3390/buildings13081957>
10. Ищенко А.В., Твердохлебова Е.А. Обзор современных технологий утилизации отходов строительного производства. *Инженерный вестник Дона*. 2024;3(111):1–13. URL: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2024/9083> (дата обращения: 27.03.2025).
- Ishchenko AV, Tverдохlebova EA An Overview of Modern Technologies for the Disposal of Construction Waste. *Engineering Journal of Don*. 2024;3(111):1–13. (In Russ). URL: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2024/9083> (accessed: 27.03.2025).
11. Кодыш Э.Н. Демонтаж зданий и сооружений с глубокой переработкой продуктов сноса. *Промышленное и гражданское строительство*. 2023;10:64–69. <https://doi.org/10.33622/0869-7019.2023.10.64-69>
- Kodysh EN Dismantling of Buildings and Structures with Deep Processing of Demolition Products. *Industrial and Civil Engineering*. 2023;10:64-69. (In Russ) <https://doi.org/10.33622/0869-7019.2023.10.64-69>

Об авторах:

Елена Александровна Жолобова, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии строительного производства Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), [ScopusID](#), [ORCID](#), Elena@rniia.kh.ru

Александр Леонидович Жолобов, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии строительного производства Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), [ScopusID](#), [ORCID](#), info@rniia.kh.ru

Надежда Александровна Иванникова, кандидат технических наук, доцент кафедры промышленного и гражданского строительства Астраханского государственного архитектурно-строительного университета (414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 18), [ScopusID](#), [ORCID](#), buildinst@mail.ru

Заявленный вклад авторов:

Е.А. Жолобова: формирование рабочей гипотезы, цели и задачи исследования, подготовка текста, доработка и развитие выводов;

А.Л. Жолобов: обзор литературных источников, анализ и обобщение результатов исследования, доработка текста, оформление иллюстраций;

Н.А. Иванникова: участие в реализации исследования, анализ полученных результатов, корректировка текста, формулирование выводов.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

About the Authors:

Elena A. Zholobova, Cand.Sci. (Eng.), Associate Professor of the Department of Construction Production Technology of the Don State Technical University (1 Gagarin Square, Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), [ScopusID](#), [ORCID](#), Elena@rniikh.ru

Alexandr L. Zholobov, Cand.Sci. (Eng.), Associate Professor of the Department of Construction Production Technology at the Don State Technical University (344003, 1 Gagarin Square, Russian Federation, Rostov-on-Don), [ScopusID](#), [ORCID](#), info@rniikh.ru

Nadezhda A. Ivannikova, Cand.Sci. (Eng.), Associate Professor of the Department of Industrial and Civil Engineering at Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering (18 Tatishcheva St., Astrakhan, 414056, Russian Federation), [ScopusID](#), [ORCID](#), buildinst@mail.ru

Claimed Contributorship:

EA Zholobova: formation of the main concept, goals, objectives of the study and its general planning, preparation of the manuscript, revision and development of the conclusions.

AL Zholobov: review of the sources, analysis and generalization of the results obtained, revision of the manuscript, design of the illustrations.

NA Ivannikova: participation in the implementation of the research, analysis of the results, revision of the manuscript, formulation of the conclusions.

Conflict of interest: *The authors declare no conflict of interest.*

All authors have read and approved the final version of the manuscript.

Поступила в редакцию / Received 30.03.2025

Поступила после рецензирования / Reviewed 17.04.2025

Принята к публикации / Accepted 06.05.2025