

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2022, №1, Том 14 / 2022, No 1, Vol 14 <https://esj.today/issue-1-2022.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/22SAVN122.pdf>

**Ссылка для цитирования этой статьи:**

Левкович, Т. И. О работе стыковых соединений в монолитных цементобетонных и сборных железобетонных покрытиях автомобильных дорог и аэродромов / Т. И. Левкович, Н. И. Токар, З. А. Мевлидинов, И. А. Ласман // Вестник евразийской науки. — 2022. — Т. 14. — № 1. — URL: <https://esj.today/PDF/22SAVN122.pdf>

**For citation:**

Levkovich T.I., Tokar N.I., Mevlidinov Z.A., Lasman I.A. About the work of butt joints in monolithic cement-concrete and precast reinforced concrete coatings of highways and airfields. *The Eurasian Scientific Journal*, 14(1): 22SAVN122. Available at: <https://esj.today/PDF/22SAVN122.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.)

**УДК 666.972.1**

**ГРНТИ 67.09.33**

**Левкович Татьяна Ивановна**

ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», Брянск, Россия  
Доцент  
Кандидат технических наук, доцент  
E-mail: [tilevkovich@mail.ru](mailto:tilevkovich@mail.ru)  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8372-8114>

**Токар Николай Иванович**

ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», Брянск, Россия  
Доцент  
Кандидат технических наук, доцент  
E-mail: [nikolay\\_tokar@mail.ru](mailto:nikolay_tokar@mail.ru)  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8263-6111>

**Мевлидинов Зелгедин Алаудинович**

ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», Брянск, Россия  
Доцент  
Кандидат технических наук, доцент  
E-mail: [zelgedinm@yandex.ru](mailto:zelgedinm@yandex.ru)  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7071-8339>

**Ласман Ирина Александровна**

ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», Брянск, Россия  
Доцент  
Кандидат технических наук, доцент  
E-mail: [i.Lasman@mail.ru](mailto:i.Lasman@mail.ru)  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2865-7496>

**О работе стыковых соединений в монолитных  
цементобетонных и сборных железобетонных покрытиях  
автомобильных дорог и аэродромов**

**Аннотация.** Несущая способность монолитных цементобетонных и железобетонных покрытий снижается за счет наличия в них швов. Швы — это очаги будущих разрушений. Чтобы решить эту проблему и перераспределить колесную нагрузку, а также обеспечить ровность покрытия при проезде через швы транспортных средств в разных странах предусматривают различные стыковые соединения.

Для жестких покрытий дорог и аэродромов предлагалось большое количество решений стыковых соединений соседних плит: уголки с приваренными к вертикальной полке крючкообразными приспособлениями для заделки в цементобетон, пластина в обойме со сплошной вертикальной стенкой, штыри разнообразной формы со втулками по концам, штыри различного сечения (треугольного, прямоугольного, двутаврового, трубчатого).

Установлено, что способность штыревого соединения передавать нагрузку через шов в основном зависит от диаметра и длины штыря, расстояния между штырями и качества выполнения работ по устройству штыревого соединения.

**Ключевые слова:** монолитное цементобетонное покрытие; сборная железобетонная плита; стыки; штыревые соединения; автомобильная дорога; аэродром

### Введение

Большинство построенных в 80-ые годы в России аэродромов (а их было около 400) и часть автомобильных дорог имели покрытия жесткого типа. Их преимуществами по сравнению с асфальтобетонными покрытиями были: высокая прочность, долговечность, устойчивость от воздействий эксплуатационных и климатических факторов, водонепроницаемость, повышенная шероховатость, приводящая к большому трению скольжения (как в сухом, так и во влажном состоянии), малое сопротивление качению колес [1].

Покрытия жесткого типа в прошлом столетии строили из монолитной цементобетонной смеси и из сборных железобетонных плит. Основным недостатком таких покрытий являлось наличие швов разного назначения при использовании монолитной цементобетонной смеси и стыков при строительстве покрытий из сборных железобетонных плит.

Во время «перестройки» и после неё в городе Брянске и в Брянской области о технологиях строительства автомобильных дорог из сборного железобетона было забыто также, как и о строительстве покрытий дорог из монолитной цементобетонной смеси [2].

Некоторые жесткие покрытия в Брянской области прослужили до наших дней, хотя прошло более 40 лет с момента окончания их строительства (вместо нормативных 25...30 лет), и еще послужат в качестве оснований на этих автомобильных дорогах.

В настоящее время в Брянской области также отсутствуют заводы по изготовлению дорожных сборных железобетонных плит. Для строительства дорожных покрытий их придется доставлять из других областей [3].

### Анализ состояния проблемы. Постановка цели, определение задач

Как было отмечено ранее, «слабым местом» жестких покрытий являются швы и стыки\*<sup>1</sup>. При их пересечении колесами автотранспорта создается шум. В доперестроечное время было проведено большое количество разных видов исследований, касающихся работы жестких покрытий, стояла проблема создания «бесшумных» надежных покрытий автомобильных дорог и аэродромов с надежными эксплуатационными качествами. Эта проблема остается актуальной и настоящее время при возрождении строительства монолитных цементобетонных и сборных железобетонных покрытий автомобильных дорог.

---

<sup>1</sup> Битнев, П.А. Напряженно-деформированное состояние жестких покрытий в зоне штыревых соединений: Дисс. ... канд. техн. наук. — М., 2006.

Практика эксплуатации дорожных и аэродромных покрытий показала, что жесткие покрытия могут начать разрушаться у швов или стыков примерно через 2–3 года с начала их эксплуатации при неправильном уходе за ними [4–7].

В России и за рубежом проводились и проводятся в настоящее время исследования по усовершенствованию конструкций покрытий как жесткого, так и нежесткого типов. Однако по-прежнему остается ряд нерешенных задач.

Авторами статьи был проведен анализ отечественного и зарубежного опытов эксплуатации жестких покрытий. Из опыта их эксплуатации следует, что несущая способность таких покрытий снижается в местах устройства швов. Места устройства швов являются зонами разрушения. Чтобы уменьшить разрушения, перераспределить колесную нагрузку и обеспечить ровность покрытия автомобильных дорог в разных странах предусматривают различные стыковые соединения. Такая же задача стоит и перед дорожными строителями в нашей стране. Необходимо разработать такие стыковые соединения, при устройстве которых будет обеспечена прочность покрытия, исчезнут очаги разрушения в местах швов, а также прочное покрытие станет бесшумным.

Проектирование стыковых соединений осложняется отсутствием методов расчета стыковых соединений, работающих в реальных условиях, не выявлены конкретные величины напряжений в элементах стыковых соединений [4–5; 8].

В основном исследования стыковых соединений, которые проводились в нашей стране и за рубежом, были экспериментальными. Теоретических изысканий выполнено немного, их проведение затруднялось отсутствием технического обеспечения для решения подобных задач.

Авторами статьи поставлена задача определить методику расчета стыковых соединений, которая отвечала бы современным требованиям, провести экспериментальные исследования с разными составами цементобетонных смесей (цементофибробетонных на обычной и на омрагниченной воде затворения) и разработать стык, который бы не разрушался в процессе эксплуатации в течение нормативного срока службы покрытия (25...30 лет) [9; 10].

## Методы

В некоторых странах Европы поперечные швы выполнены в монолитном цементобетонном покрытии под углом к продольной оси покрытия. Если располагать швы под углом к оси, то можно устранить одновременный удар двух колес одной оси при пересечении стыка в плитах. Колеса одной оси ударяют по стыку с микрозамедлением во времени. Такой эффект воздействия на стык не подтвержден теоретически, в литературе не опубликован, кроме норм Франции, где предусмотрено применение такого расположения шва в жестких покрытиях [5].

В странах Европы есть случаи расположения поперечных швов в шахматном порядке. Но результатом такого расположения являлись трещины, которые были «продолжением швов» в смежных плитах.

Швы в монолитном цементобетонном покрытии подразделяют на швы расширения, сжатия, коробления, в зависимости от их назначения.

Швы расширения в монолитных цементобетонных покрытиях выполняют сквозными. Они прорезают всю толщину слоя покрытия.

Шов расширения в монолитном цементобетонном покрытии образуется в результате установки деревянной доски-прокладки с просверленными в ней отверстиями. В отверстия продевают арматурные штыри из гладкой арматуры. Чтобы конструкция шва расширения была

устойчивой, к штырям приваривают каркасы-корзинки. Сверху все швы должны быть заполнены мастикой.

Перед мостами вместо деревянной упругой прокладки устраивают прокладку из пенопласта (полистирола или полиуретана). Такие швы по устройству проще, чем в покрытиях автомобильных дорог и аэродромов, устроенные с деревянной прокладкой.

Швы сжатия можно устраивать многовариантно. Их устраивают в затвердевшем бетоне, набравшем проектную (марочную) прочность, в свежееуложенном бетоне, а также в бетоне, набравшем около 3...5 % проектной прочности (контрольные швы). Контрольные швы позволяют судить о качестве укладки цементобетонной смеси, о толщине уложенного слоя и других показателях.

Швы сжатия выполняют «ложными». Шов сжатия получают путем разрезания слоя покрытия нарезчиком швов сверху на одну четвертую его толщины с последующей прочисткой шва и заполнением (заливкой) образовавшейся пустоты битумной мастикой с использованием заливщиков швов. Швы расширения, сжатия и коробления обеспечивают возможность удлинения или укорочения плит при температурных воздействиях.

Все типы швов — это разрывы в цементобетонном покрытии. В них при нарушении слоя мастики попадает вода при выпадении дождей, в сухую погоду — пыль, каменная мелочь и др.

Пыль и каменная мелочь, засорившие шов, препятствуют свободному расширению цементобетонных плит, и это приводит к выкрашиванию краев шва, снижению прочности и несущей способности покрытия.

Это происходит также из-за того, что при нагружении края плит, не соединенных друг с другом, по сравнению с центральными частями плит оказываются более слабыми. Поэтому, чтобы не произошло поломки плит, на расстоянии 10...15 см от края плит при бетонировании укладывают три продольных стержня диаметром 18 мм с расстоянием между ними 25...30 см. Они предохраняют покрытие при съезде колес транспортных средств на обочину. Стыки швов необходимо конструировать так, чтобы покрытие могло сохранять свои первоначальные эксплуатационные качества весь срок службы.

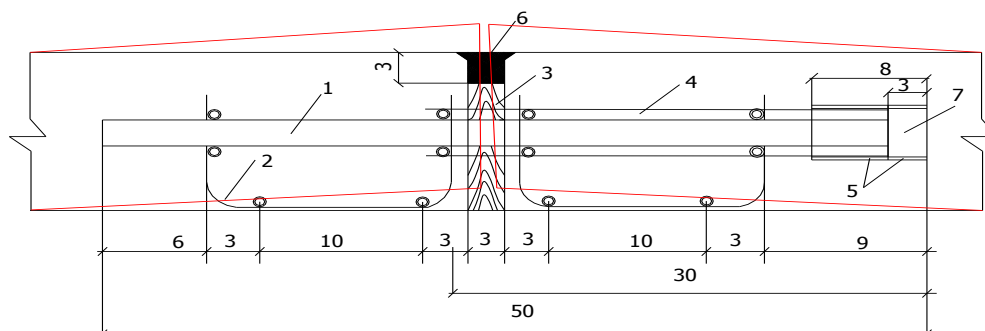
### Результаты исследований

Учеными разных стран для жестких покрытий дорог и аэродромов предлагалось большое количество решений стыковых соединений соседних плит [4; 8]. К их числу относятся, например, уголки с приваренными к вертикальной полке крючкообразными приспособлениями для заделки в цементобетон; пластина в обойме со сплошной вертикальной стенкой; штыри разнообразной формы со втулками по концам; штыри различного сечения (треугольного, прямоугольного, двутаврового, трубчатого) и т. д.

Однако ввиду значительной металлоемкости и трудоемкости изготовления их применение в реальных конструкциях покрытий носило в основном экспериментальный характер, а некоторые из них не выдержали проверку даже в лабораторных условиях.

Среди этих предложений можно выделить конструкцию, в которой соединительные штыри выполнены в виде восьмерок. Она прошла испытание многократным приложением нагрузки и показала относительно хорошие результаты, но требование изготовления конструкции с очень высокой точностью исключило ее реализацию в дорожно-аэродромном строительстве.

Несмотря на большое число разработок различных конструкций стыковых соединений [2–5], наибольшее распространение получили конструкции швов с использованием металлических штырей круглого сечения (рис. 1).



1 — штыри; 2 — каркас-корзинка; 3 — деревянная доска-прокладка; 4 — битумная обмазка; 5 — колпачок из резины или полиэтилена; 6 — мастика; 7 — воздушный зазор в колпачке (размеры даны в см). Примечание: Черным цветом указаны проектные размеры; красным — сдвиг плит при эксплуатации

**Рисунок 1.** Вид деформированного поперечного шва расширения, устраиваемого в цементобетонном покрытии (разработан авторами)

Штыревое соединение, в котором нагрузка с одной плиты передается на соседние при помощи металлических штырей, получило наибольшее распространение в дорожном строительстве России. В нашей стране штыри изготавливают из гладкой круглой стали класса А-1 диаметром 20–40 мм, длиной 40–60 см.

Их располагают в горизонтальной средней плоскости строго параллельно поверхности плит, перпендикулярно шву на расстоянии 30–50 см друг от друга. В швах расширения одну половину штыря заделывают наглухо в одной из плит, а другую для предупреждения сцепления с цементобетоном смежной плиты покрывают слоем битума и надевают на конец штыря полиэтиленовый колпачок для образования пространства, позволяющего штырю перемещаться при удлинении плит.

Между плитами закладывают доски, высоту которых принимают на 4...5 см меньше толщины плиты, а оставшуюся часть шва заполняют битумной мастикой. Штыревое соединение такой конструкции устраивают как в однослойных, так и в двухслойных жестких покрытиях. В поперечных швах сжатия, выполняемых по типу «ложных», штыри покрывают битумом на полную длину и закладывают в цементобетонную смесь, а паз в верхней части шва заполняют мастикой.

Многочисленные исследования и наблюдения за поведением различных конструкций штыревых соединений, проведенные в различных странах (Англия, Австрия, Германия, США и другие), показали, что наиболее рационально соединение плит примерно такое же, как и в России, то есть штырями круглого сечения диаметром 19–40 мм, длиной 30–71 см с расстоянием между ними 25–45 см [5–7].

При этом единое мнение о необходимых размерах штырей отсутствует. Причиной значительных расхождений в применяемых различными странами размерах штырей является отсутствие теоретически обоснованных методов их расчета и ясного представления о действительных величинах напряжений, возникающих в штыре и окружающем его цементобетоне при пересечении шва колесной нагрузкой.

Исследования и наблюдения за поведением различных конструкций стыков в швах жестких покрытий позволили сформулировать следующие основные требования к штыревым соединениям. Они должны быть:

- способными осуществлять передачу нагрузки на соседнюю плиту без появления местных напряжений в штырях и цементобетоне, превышающих предельные значения;
- способными сопротивляться повторным воздействиям колесных нагрузок;
- удобными для выполнения механизированного бетонирования и обеспечивающими возможность тщательного уплотнения цементобетонной смеси в местах их установки;
- простыми по конструкции и монтажу;
- достаточно жесткими против возможных смещений в процессе доставки их к месту установки;
- устойчивыми против коррозии.

Исследователями разных стран также установлено, что способность штыревого соединения передавать нагрузку через шов в основном зависит от диаметра и длины штыря, расстояния между штырями и качества выполнения работ по устройству штыревого соединения.

Поэтому расчет штыревого соединения должен включать в себя определение основных параметров штыря в зависимости от толщины плиты, величины колесной нагрузки, прочности цементобетона и материала штыря, а также от свойств нижележащих слоев. Однако в этой части до настоящего времени остается ряд нерешенных вопросов [2–6].

Наиболее значимые теоретические и экспериментальные исследования — это работы по определению степени передачи нагрузки с одной плиты на другую. По данным автора работы [7] эта нагрузка может составлять 0,20–0,45 от нагрузки, приложенной на край одной из стыкуемых плит. Степень передачи нагрузки зависит от конструкции стыкового устройства, свойств его материалов и прочностных характеристик слоя основания.

Важным направлением являются исследования по напряженно-деформированному состоянию элементов стыковых соединений и напряженно-деформированному состоянию цементобетона плит, с которыми данные элементы работают совместно.

В этих исследованиях изменяемыми факторами являются: геометрические параметры элементов стыка (размеры и шаг штырей), толщина стыкуемых плит, расстояние между швами, прочность цементобетона и основания.

В таблице 1 приведены размеры штырей, применяемых в швах расширения монолитных цементобетонных покрытий разных стран.

Исследования Дорожного департамента шт. Мичиган (США) проводились на цементобетонных образцах, имитирующих сборные железобетонные плиты, длиной 80 см, шириной 30 см и толщиной 18 см [7].

Каждый образец в средней части имел шов шириной 25 или 12,5 мм. В качестве устройства для передачи нагрузки применялись круглые стальные штыри диаметром 19, 25 и 32 мм. Длина штырей каждого диаметра была 25, 32, 50, 61 и 75 см.

Результаты этой работы показали, что, в пределах существующих на дорогах колесных нагрузок, длина штыря в отличие от его диаметра оказывает очень небольшое влияние на величину прогиба кромок шва. При этом увеличение диаметра более 25 мм также не сказывается на величине прогиба кромок.

Таблица 1

Размеры штырей швов расширения

| Страна    | Параметры штырей |           |                              |
|-----------|------------------|-----------|------------------------------|
|           | диаметр, мм      | длина, см | расстояние между штырями, см |
| Англия    | 19–32            | 51–71     | 30,5                         |
| Австрия   | 25               | 71        | 30,5                         |
| Бельгия   | 22               | 61        | 25,4                         |
| Германия  | 25               | 71        | 25,4–28,3                    |
| Дания     | 22               | 41        | 41                           |
| Норвегия  | 19               | 51        | 41                           |
| Россия    | 20–40            | 40–60     | 30–40                        |
| США       | 19–32            | 30,5–71   | 30–45,7                      |
| Швейцария | 21               | –         | –                            |
| Швеция    | 19               | 41        | 41                           |
| Япония    | 19–25            | 30,5–71,0 | 25,4–41,0                    |

Испытание опытных образцов проводилось по балочной схеме, что соответствует работе сборных железобетонных плит, но не соответствует работе плит из монолитной цементобетонной смеси.

Сборные конструкции дорожных покрытий из железобетонных плит имеют ряд преимуществ по сравнению с монолитными цементобетонными покрытиями, изготавливаемыми бетонированием на месте.

Сборные дорожные железобетонные плиты могут быть ненапряженными и напряженно-армированными. Напряженно-армированные плиты могут иметь небольшую толщину: всего 14...16 см.

В жестких покрытиях сборного типа при изготовлении дорожных или аэродромных плит в заводских условиях стыки при монтаже плит принципиально отличаются от стыков, устраиваемых в монолитных цементобетонных покрытиях. Конструкция стыковых устройств в сборных покрытиях выполнена в виде горизонтальных стальных скоб, которые закладываются в плиты при их изготовлении и свариваются между собой в процессе монтажа покрытия.

Бюро общественных дорог США провело лабораторные испытания штыревых соединений в швах сборных цементобетонных (железобетонных) плит при повторном нагружении их краевых зон, применительно к монолитным цементобетонным плитам [7].

Каждая опытная плита состояла из двух частей, соединенных между собой швом расширения, снабженным четырьмя штырями. При изготовлении образцов большое внимание обращали на точность расположения штырей и на доставку плит от места их изготовления к испытательной установке. Каждая плита имела ширину 1,2 м и длину 3,0 м. Изменялись толщина плит (15, 20 и 25 см) и ширина шва (1,6, 12,7, 19,0 и 25,4 мм). Всего было изготовлено 32 образца из цементобетона прочностью при сжатии 400 кг/см<sup>2</sup> и на растяжение при изгибе 54 кг/см<sup>2</sup>.

По результатам проведенных исследований было установлено, что длина заделки штыря в цементобетон не зависит от диаметра штыря и может быть принята для штырей  $d = 19$  мм,  $l = 3d$ , а для штырей  $d = 25–32$  мм,  $l = 6d$ . При этом для конкретного диаметра штыря изгибающие напряжения в нем снижаются с уменьшением ширины шва, а процент передаваемой через шов нагрузки увеличивается.

При большом числе приложений нагрузок способность штыревого соединения передавать нагрузку через шов снижается с уменьшением диаметра и длины заделки штыря в цементобетоне, а также с увеличением ширины шва.

Несмотря на интересные результаты работы, следует отметить, что в ней не освещены вопросы выносливости материалов штырей и особенно цементобетона.

Кроме того, испытанные опытные образцы по способу изготовления характерны для покрытий сборного типа. Поэтому достичь однородного контакта с основанием для таких плит невозможно, а это, в свою очередь, накладывает определенную погрешность на конечные результаты испытаний.

Обширные экспериментальные исследования работы штыревых соединений на цементобетонных образцах и моделях из прозрачных материалов были проведены в свое время В.С. Порожняковым.<sup>2</sup> Образцы в виде блоков шириной 30 см, длиной 120 см и толщиной 18, 20, 22 и 26 см были изготовлены из цементобетона марок 350 и 400. В средней части образцов был устроен шов со стальным штырем (диаметром 15, 20 или 25 мм), один конец которого жестко закреплялся в цементобетоне, а другой — имел возможность перемещаться. Длина штырей диаметром 15 мм равнялась 26 см; диаметром 20 мм — от 26 до 88 см, диаметром 25 мм — 42 см. Было изготовлено 36 образцов.

В результате испытаний было установлено, что характер приращения прогиба при увеличении нагрузки зависит от диаметра штыря. Особенно существенное уменьшение прогиба происходит при увеличении диаметра штырей с 15 до 20 мм; при дальнейшем увеличении (с 20 до 25 мм) влияние диаметра на прогиб снижается примерно в 4 раза, что в целом согласуется с результатами исследований, проведенных в штате Мичиган (США) [2; 7].

Авторами статьи проводились исследования прочности нескольких сборных железобетонных плит, уложенных в покрытие автомобильной дороги. Для этих целей использовали неразрушающий метод определения прочности. Прочность измеряли в разных местах по длине и ширине плиты, а также в местах состыковки плит электронным измерителем прочности бетона ИПС-МГ4.03 (рис. 2, 3).

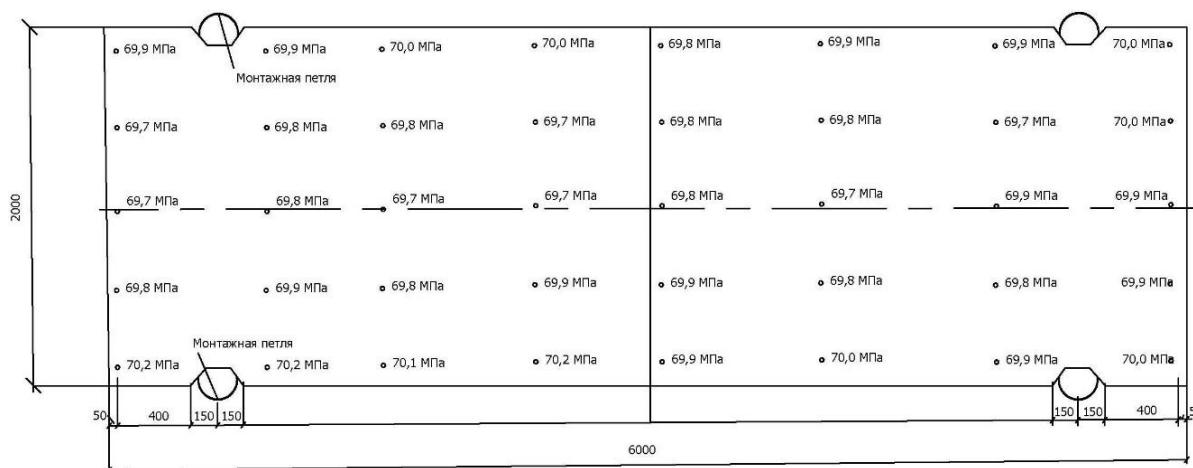
Также в лаборатории кафедры «Автомобильные дороги» было изготовлено 12 балочек-двойников, соединенных между собой металлическими стержнями разного диаметра и с разной шириной, закладываемыми в форму одновременно с бетонированием. После набора прочности бетоном (через 28 суток), балочки в месте стыка разрушались под прессом.



*Рисунок 2. Проверка прочности бетона измерителем прочности бетона ИПС-МГ4.03 (выполнено авторами)*

<sup>2</sup> Порожняков, В.С. Исследование штыревых соединений в швах бетонных покрытий: Автореферат дис. на соиск. уч. степени канд. техн. наук. — М., 1968. — 32 с.





**Рисунок 3.** Схема обследования прочности дорожной плиты. Средняя прочность равна 69,88 МПа (выполнено авторами)

Проведенные испытания позволили сделать следующий вывод. С увеличением ширины шва прогиб нагруженного края плиты возрастает пропорционально и зависит также от длины штырей.

Увеличение диаметра штырей вызывает уменьшение необходимой длины заделки штыря в цементобетон. Минимальная длина заделки составляет для штыря диаметром 15 мм — около 10 диаметров стержня, при диаметре 20 мм — около 8 диаметров стержня. При диаметре 25 мм — 6...7 диаметров стержня эта величина соответствует примерно 14...15 см.

Экспериментальные данные, полученные авторами статьи, согласуются с данными автора [7].

Также там указано, что дальнейшее увеличение длины заделки штыря практически не оказывает влияния на процент передаваемой через шов нагрузки, поэтому заделка штырей в цементобетон более чем на 20 см бесполезна.

Увеличение диаметра с 15 до 25 мм, при прочих равных параметрах, снижает напряжения в штыре примерно на 35 %.

Авторами статьи предложена расчетная схема стыкового соединения, согласно которой штырь в монолитной плите рассматривается как балка, защемленная в упругой среде и расположенная на упругом полупространстве.

К свободному концу этой балки приложены поперечная сила и изгибающий момент, величины которых определяются расчетной колесной нагрузкой, шириной шва, относительной жесткостью цементобетонной плиты и упругого основания. Критерием для нахождения оптимальных размеров штырей служит допускаемая нагрузка на штырь из условия исключения смятия в зоне контакта штыря с цементобетоном в плоскости шва.

### Заключение

Анализ характера повреждений стыковых соединений показывает, что недопустимые напряжения изгиба являются основной причиной разрушения штыревых соединений в монолитном цементобетонном покрытии. Увеличение диаметра штырей вызывает уменьшение необходимой длины заделки штыря в цементобетон.

Увеличение диаметра штырей вызывает уменьшение необходимой длины заделки штыря в цементобетон.

С увеличением ширины шва прогиб нагруженного края плиты возрастает пропорционально и зависит также от длины штырей.

При сравнении прочностей стыковых соединений монолитных цементобетонных и сборных железобетонных покрытий, стыковые соединения вторых являются более прочными по сравнению с первыми.

При изготовлении сборных железобетонных покрытий в заводских условиях плиты армируют. Наибольшее армирование предусмотрено в торцах плит, что позволяет одной нагруженной плите воспринимать нагрузку от наезжающего колеса и передавать ее соседней ненагруженной плите без повреждений.

При изготовлении сборных железобетонных плит в заводских условиях их армируют. Наибольшее армирование предусмотрено в торцах плит, что позволяет одной нагруженной плите воспринимать нагрузку от наезжающего колеса и передавать ее соседней ненагруженной плите без повреждений.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Левкович Т.И., Мевлидинов З.А., Гуськов К.И., Синявский Т.С. О бетонных покрытиях и основаниях в дорожном и аэродромном строительстве. Европейские научные исследования: сборник статей III междунар. науч.-практ. конф. / Под общ. Ред. Г.Ю. Гуляева: Пенза (23 сентября 2017) МЦНС «Наука и просвещение», 2017. — 208 с. — С. 42–44.
2. Левкович Т.И., Кульбаков В.А., Миренков П.С. О возможности возрождения строительства монолитных цементобетонных и железобетонных покрытий автомобильных дорог в Брянской области. Научный альманах (Science Almanac). — Тамбов: ООО Консалдинговая компания Юком, 2020 № 1(63). — С. 25–28.
3. Левкович Т.И., Кульбаков В.А. О возможности использования сборных железобетонных плит в покрытиях автомобильных дорог. «Инновации в строительстве — 2019»: материалы междунар. научно-практич. конф. (Брянск, 5–7 декабр. 2019 г.) / Брян. гос. инженер.-технол. ун-т; ред. кол.: И.Н. Серпик, Н.П. Лукутцова, В.В. Плотников, А.В. Городков, З.А. Мевлидинов, И.А. Кузовлева. — Брянск, 2019. — С. 272–275.
4. Левкович Т.И., Хверенец И.С. Обследование состояния цементобетонных покрытий автомобильных дорог и площадок Брянской области / Научный альманах. — Тамбов: ООО Консалдинговая компания Юком, 2016. — № 6–2(20). — С. 90–95.
5. Бикбау М.Я. Новая технология строительства дорог из сборных железобетонных плит. ОАО «Московский ИМЭТ». Ж-л "Строительная орбита" № 9(72), М., 2009.
6. Ушаков В.В. Магистральям России — долговечные покрытия / В.В. Ушаков // Дороги Евразии. — 2014. — № 1. — С. 23–25.
7. Носов В.П. Цементобетонные покрытия автомобильных дорог. Прогнозирование повреждений на основе математического моделирования. — М.: МАДИ, 2013. — 228 с.

8. Левкович Т.И., Токар Н.И., Мевлидинов З.А., Ласман И.А., Кульбаков В.А. Об обследовании автомобильной дороги со сборным железобетонным покрытием. Интернет-журнал «Вестник Евразийской науки» / The Eurasian Scientific Journal, Вып. 6, Т. 13, — Саратов: Мир науки, 2021. — С. 1–15. <https://esj.today/PDF/35SAVN621.pdf>.
9. Левкович Т.И., Токар Н.И., Мевлидинов З.А., Ласман И.А., Федоров И.С., Ласман В.С. Разработка и исследование свойств составов цементофибробетонов для дорожного строительства. Интернет-журнал «Вестник Евразийской науки» / The Eurasian Scientific Journal, № 1, — Саратов: Мир науки, 2021. — С. 1–14. <https://esj.today/PDF/21SAVN121.pdf>.
10. Левкович Т.И., Мевлидинов З.А., Андрейцев Д.Ю., Федоров И.С. Фиброцементобетоны на омагниченной воде затворения, используемые для строительства автомобильных дорог. European scientific conference: сборник статей XI междунар. науч. практ. конф. / Под общ. Ред. Г.Ю. Гуляева: Пенза (7 сентября 2018) МЦНС «Наука и просвещение», 2018. — 236 с. — С. 43–46.

**Levkovich Tatiana Ivanovna**

Bryansk State Engineering-Technological University, Bryansk, Russia  
E-mail: tilevkovich@mail.ru  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8372-8114>

**Tokar Nikolai Ivanovich**

Bryansk State Engineering-Technological University, Bryansk, Russia  
E-mail: nikolay\_tokar@mail.ru  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8263-6111>

**Mevlidinov Zelgedin Alaudinovich**

Bryansk State Engineering-Technological University, Bryansk, Russia  
E-mail: zelgedinm@yandex.ru  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7071-8339>

**Lasman Irina Aleksandrovna**

Bryansk State Engineering-Technological University, Bryansk, Russia  
E-mail: i.Lasman@mail.ru  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2865-7496>

## About the work of butt joints in monolithic cement-concrete and precast reinforced concrete coatings of highways and airfields

**Abstract.** The bearing capacity of monolithic cement-concrete and reinforced concrete coatings is reduced due to the presence of seams in them. Seams are hotbeds of future destruction. In order to solve this problem and redistribute the wheel load, as well as to ensure the evenness of the coating when passing through the seams of vehicles in different countries, various butt joints are provided.

For hard surfaces of roads and airfields, a large number of solutions for butt joints of neighboring plates were proposed: corners with hook-like devices welded to a vertical shelf for embedding in cement concrete, a plate in a cage with a solid vertical wall, pins of various shapes with bushings at the ends, pins of various cross-sections (triangular, rectangular, I-beam, tubular).

It has been found that the ability of a pin joint to transfer load through the seam mainly depends on the diameter and length of the pin, the distance between the pins and the quality of work on the device of the pin connection.

**Keywords:** monolithic cement concrete coating; precast reinforced concrete slab; joints; pin joints; highway; airfield

### REFERENCES

1. Levkovich T.I., Mevlidinov Z.A., Guskov K.I., Sinyavsky T.S. About concrete coverings and bases in road and airfield construction. European Scientific Research: Collection of articles III International. scientific.-practical conf. / Under the general Editorship of G.Y. Gulyaev: Penza (September 23, 2017) ICNS "Science and Education", 2017. — 208 p. — p. 42–44.

2. Levkovich T.I., Kulbakov V.A., Mirenkov P.S. About the possibility of reviving the construction of monolithic cement-concrete and reinforced concrete road coverings in the Bryansk region. Science Almanac. — Tambov: LLC Consulting Company Yukom, 2020 No. 1(63). — pp. 25–28.
3. Levkovich T.I., Kulbakov V.A. About the possibility of using precast concrete slabs in road coverings. "Innovations in Construction — 2019": materials of the International scientific and practical conference. (Bryansk, December 5–7, 2019) / Bryan. state Engineer.-technol. univ.; ed. Col.: I.N. Serpik, N.P. Lukuttsova, V.V. Plotnikov, A.V. Gorodkov, Z.A. Mevlidinov, I.A. Kuzovleva. — Bryansk, 2019. — pp. 272–275.
4. Levkovich T.I., Hverenets I.S. Inspection of the condition of cement-concrete pavements of highways and sites in the Bryansk region / Scientific Almanac. — Tambov: LLC Consulting Company Ucom, 2016. — No. 6–2(20). — pp. 90–95.
5. Bikbau M.Ya. New technology of road construction from precast reinforced concrete slabs. JSC "Moscow IMET". Zh-1 "Construction Orbit" No. 9(72), Moscow, 2009.
6. Ushakov V.V. Highways of Russia — durable coatings / V.V. Ushakov // Roads of Eurasia. — 2014. — No. 1. — pp. 23–25.
7. Nosov V.P. Cement concrete road coverings. Damage prediction based on mathematical modeling. — M.: MADI, 2013. — 228 p.
8. Levkovich, T.I., Tokar N.I., Mevlidinov Z.A., Lasman I.A., Kulbakov V.A. About the inspection of a highway with a precast reinforced concrete pavement. Online journal "Bulletin of Eurasian Science" / The Eurasian Scientific Journal, Issue 6, Vol. 13, — Saratov: World of Science, 2021. — pp. 1–15.  
<https://esj.today/issue/PDF/35SAVN621.pdf>.
9. Levkovich T.I., Tokar N.I., Mevlidinov Z.A., Lasman I.A., Fedorov I.S., Lasman V.S. Development and research of properties of cement-fiber concrete compositions for road construction. Online journal "Bulletin of Eurasian Science" / The Eurasian Scientific Journal, No. 1, — Saratov: World of Science, 2021. — pp. 1–14.  
<https://esj.today/PDF/21SAVN121.pdf>.
10. Levkovich T.I., Mevlidinov Z.A., Andreytsev D.Yu., Fedorov I.S. Fiber cement concretes on magnetized water closures used for the construction of highways. European scientific conference: collection of articles XI international. scientific.-pract. Conf. / Under total Ed. G.Y. Gulyaev: Penza (7 September 2018) MCNS "Science and education", 2018. — 236 p. — p. 43–46.