

Транспортные сооружения / Russian Journal of Transport Engineering <https://t-s.today>

2026, Том 13, № 1 / 2026, Vol. 13, Iss. 1 <https://t-s.today/issue-1-2026.html>

URL статьи: <https://t-s.today/PDF/18SATS126.pdf>

DOI: 10.15862/18SATS126 (<https://doi.org/10.15862/18SATS126>)

2.1.8. Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей (технические науки)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Каменчуков, А. В. Оценка работоспособности дорожных одежд при стадийном строительстве / А. В. Каменчуков, А. А. Пиотрович, М. Я. Носулев // Транспортные сооружения. — 2026. — Т. 13. — № 1. — URL: <https://t-s.today/PDF/18SATS126.pdf>. DOI: 10.15862/18SATS126.

For citation:

Kamenchukov A.V., Piotrovich A.A., Nosulev M.Ya. Assessment of the operability of road clothes during stage construction. *Russian Journal of Transport Engineering*. 2026;13(1): 18SATS126. Available at: <https://t-s.today/PDF/18SATS126.pdf>. DOI: 10.15862/18SATS126. (In Russ., abstract in Eng.).

УДК 625.7/8

Каменчуков Алексей Викторович

ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный университет», Хабаровск, Россия
Доцент высшей школы транспортного строительства, геодезии и землеустройства
Кандидат технических наук, доцент
E-mail: piotrovich@rambler.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7997-3195>

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=767839

SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=57207104736>

Пиотрович Алексей Анатольевич

ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный университет путей сообщения», Хабаровск, Россия
Профессор кафедры Строительство
Доктор технических наук, профессор
E-mail: piotrovich@rambler.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7831-2173>

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=185314

SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=57205433776>

Носулев Михаил Яковлевич

ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный университет», Хабаровск, Россия
Аспирант

E-mail: kredo12a@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-1954-0977>

Оценка работоспособности дорожных одежд при стадийном строительстве

Аннотация. В работе рассмотрены основные особенности работы дорожных одежд на стадии строительства при выполнении работ с поочерёдным перекрытием полос движения с одновременным пропуском транзитного транспорта. Основной целью исследования является оценка влияния движения транзитного транспорта по слоям дорожной одежды в процессе его строительства (ремонта) на эксплуатационное качество дорожного покрытия. Выполнен анализ объемов дорожного строительства с позиции соблюдения гарантийных и межремонтных сроков производства работ. Рассматриваются основные технологические и организационные особенности производства работ по строительству (реконструкции) и ремонту дорожных одежд с организацией пропуска движения транспорта по полосам. Рассмотрены теоретические и

практические аспекты развития дефектов автомобильных дорог, возникающие преимущественно от воздействия транспортной нагрузки. Выполнена оценка ресурса восприятия расчетной нагрузки и влияния перегруза конструкции на ее прочность и ровность. В численном виде решена задача по оценке работоспособности дорожных с позиции развития в слоях конструкции остаточных деформаций при восприятии статической транспортной нагрузки. Для характерной конструкции дорожной одежды, применяемой в рассматриваемом регионе, выполнено численное моделирование изменения напряженно-деформированного состояния дорожной одежды при нормальном и стадийном нагружении. В итоге авторами подтверждена гипотеза о влиянии транзитного транспорта на качество строящейся дорожной одежды, сделаны выводы и даны рекомендации по предотвращению развития необратимых деформаций в слоях основания дорожных одежд на стадии их строительства.

Ключевые слова: дорожная одежда; качество; стадийность; реконструкция; напряженно-деформированное состояние; прочность; ровность

Введение

Согласно транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 г., с прогнозом на период до 2035 г. (распоряжение Правительства РФ от 27 ноября 2021 г. № 3363-р) поддержание дорог в нормативном эксплуатационном состоянии, прогнозирование и мониторинг изменений эксплуатационного состояния, а также внедрение передовых технологий по строительству (реконструкции) и ремонту дорожных одежд является основными и наиболее значимыми задачами. Своевременное решение поставленных задач будет способствовать обеспечению связности территории, повышению качества жизни населения, а также развитию экономического и технологического суверенитета страны.

По данным на 2025 год нельзя однозначно говорить об обеспечении повременной транспортной доступности территории. Особенно это характерно для восточных и северных территорий, которые исторически менее освоены. По результатам статистических исследований и наблюдения [1; 2] установлено, что наблюдается некое равновесное состояние между объемами строительства и ремонта дорог, и скоростью снижения качества дорожных покрытий, т. е. объем строящихся дорог примерно равен объему дорог чье качество покрытия переходит из состояния «удовлетворительно» в состояние «неудовлетворительно» по критериям прочности и (или) ровности. В целом доля дорог с твердым покрытием, находящихся в нормативном эксплуатационном состоянии, составляет чуть более 55 %, при этом дороги федерального значения находятся в лучшем состоянии (80 % в норме) чем дороги регионального и местного значения (50–53 % в норме).

Особенностью дорожного строительства является то, что для реконструкции и ремонта объект, как правило, не выводится из эксплуатации (за исключением мостовых сооружений) [3; 4]. Для поддержания дороги (транспортного направления) в эксплуатации необходимо либо организовать движение по объездным маршрутам, либо выполнять работы по полосам (сторонам) дороги без закрытия движения. Для Дальнего Востока России устройство объездных маршрутов во многих случаях экономически не целесообразно или попросту невозможно, так как дорожная сет тут развита более слабо и альтернативных маршрутов (по дорогам) просто не существует.

Так как в большинстве случаев в процессе строительства, реконструкции или ремонта автомобильных дорог работы осуществляются без ограничения движения, а транспортные нагрузки на дороги растут с каждым годом, возникает необходимость по оценке и учету этого движения на качество дороги [5; 6]. Авторы считают, что вполне разумно в настоящем исследовании выдвинуть гипотезу о том, что пропуск транзитного транспорта по слоям

дорожной одежды и рабочего слоя земляного полотна оказывает негативное влияние на дальнейшее эксплуатационное состояние дорожной конструкции. Именно поэтому целью исследования является оценка влияния движения транзитного транспорта по слоям дорожной одежды в процессе его строительства (ремонта) на эксплуатационное качество дорожного покрытия.

Общие положения

Объемы дорожного строительства в Российской Федерации относительно не велики. По данным Росстата за период с 2020 по 2023 год было построено 6,2 тыс. км. автомобильных дорог с твердым покрытием и отремонтировано, за тот же период времени, более 70 тыс. км. Протяженность автомобильных дорог общего пользования местного значения на территории Российской Федерации по состоянию на конец 2023 год составляет 10 122,48 тыс. км.

В свою очередь протяженность автомобильных дорог ДФО составляет 71,4 тыс. км. (7,05 % от значения по РФ).

Плотность автомобильных дорог общего пользования по ДФО составляет 10,27 км на 1 000 км², что более чем в 5 раз меньше, чем по Российской Федерации — 59,2 км на 1 000 км². Исходя из этого можно говорить о том, что сеть автомобильных дорог в регионе развита слабо, по сравнению с другими регионами страны.

Непосредственно в Хабаровском крае сеть автомобильных дорог относительно хорошо развита только в южной части края, так как именно там проходит большинство федеральных автомобильных дорог. На начало 2025 года примерно четверть региональных и межмуниципальных дорог работали на пределе своих возможностей, а более трети дорог требовали ремонта и реконструкции. Значительная доля региональных дорог страдает от низкой прочности и неровностей дорожного полотна, недостаточного коэффициента сцепления, а также наличия обширных трещин.

В Хабаровском крае в период с 2019 и 2024 год было построено и отремонтировано 872 км автомобильных дорог с твердым покрытием. Гарантийный срок на работы по строительству и ремонту слоев дорожной одежды и земляного полотна составляют [7]:

- для земляного полотна автомобильной дороги и слоев основания дорожной одежды автомобильной дороги при ремонте, — 6 лет;
- для нижнего слоя дорожного покрытия — 5 лет;
- для верхнего слоя дорожного покрытия автомобильной дороги и слоев износа из асфальтобетона — от 2 до 8 лет (в зависимости от интенсивности движения).

Таблица 1

Оценка соблюдения гарантийных сроков с 2019 по 2024 г. (Хабаровский край)

Принадлежность дороги	Протяженность построенных и отремонтированных дорог	Протяженность участков ремонтных работ в пределах гарантийного срока		
		верхний слой покрытия	нижний слой покрытия	земляное полотно и слой основания
Федерального значения	32,6	0,52	1,37	1,86
Регионального или межмуниципального значения	524,9	42,7	64,2	53,6
Местного значения	314,5	38,2	24,9	45,8

Разработано автором

При этом можно заметить, что на нижние слои конструкции, ремонт которых невозможен без демонтажа верхних слоев, гарантийный срок выше, чем для слоев покрытия. Анализ объемов работ по реконструкции и ремонту дорожных одежд за 2019–2024 гг., т. е. в пределах гарантийных сроков, позволил выявить, что имеется значительная доля пересечений ремонтных работ по региональным и местным автомобильным дорогам в рамках гарантийных сроков (табл. 1).

В данных, представленных в таблице 4, не учитывался объем смежных работ по ремонту элементов автомобильных дорог, т. е. если ремонту подлежал слой основания дорожной одежды, то работы по переустройству слоев покрытия не учитывались в протяженности участков ремонта.

Общий процент дорог которые ремонтируются в период гарантийного срока службы составляет 10–12 % для федеральных дорог и 30–35 % для дорог регионального и местного значения. Финансовая нагрузка за ремонтные работы в пределах гарантийного срока ложится на подрядчика. При этом если в ходе работ по реконструкции или ремонту дорожных одежд подрядчик выполнял работы только по устройству слоев покрытия, а дефекты образовались в слоях основания подрядчик не обязан их устранять и тогда нагрузка ложится на государственный бюджет. Это обстоятельство еще раз подчеркивает актуальность исследования и ставит вопрос о необходимости дополнительных критериев учета движения транзитного транспорта при проектировании и строительстве земляного полотна и дорожных одежд при невозможности организации и устройства альтернативных вариантов движения.

Учет ресурса конструкции

На участках безальтернативного движения, как правило для загородных дорог, когда невозможно построить временную объездную дорогу пропуск транзитного транспорта осуществляется по свободной полосе движения. Данный способ организации работ является менее затратным по сравнению с устройством объездных и временных дорог, но требует хорошо отлаженной системы организации дорожного движения. Тем не менее при мелком и среднем ремонте дорожных покрытий, характерном как для загородных [5], так и для городских дорог [8; 9], период времени с момента снятия старого покрытия до устройства нового может являться достаточно продолжительным.

Срок службы дорожных одежд зависит от их капитальности и условий эксплуатации. Так согласно ГОСТ Р 58861-2020 межремонтный срок службы для капитальных и облегченных дорожных одежд нежесткого типа составляет 24 года, а для переходных и низших — 10 лет.

Требуемый модуль упругости дорожной одежды рассчитывается исходя из количества приложений расчетной нагрузки, в расчетный период времени, за межремонтный срок службы конструкции, который начинается с даты сдачи автомобильной дороги в эксплуатацию и продолжается до окончания межремонтного срока службы. Величина минимального модуля упругости определяется по формуле:

$$E_{min} = 98.65 \sqrt{\frac{p}{600}} \left(\log_{10} \left(\sum N_p \right) - c \right), \quad (1)$$

где:

$\sum N_p$ — число приложений расчетной нагрузки за межремонтный срок службы дорожного покрытия, авт/сут.

Альтернативой количеству приложений расчетной нагрузки является продолжительность или суммарное время нагружения, но поскольку данный параметр сильно зависит от скорости

приложения нагрузки (скорости движения транспортного средства) эта характеристика используется реже [10; 11].

При стадийном методе производства строительных работ часть расчетная нагрузка воздействует на незавершенную дорожную одежду. В результате этого в нижних слоях конструкции образуются деформации и дефекты, которые необходимо устранять перед устройством нового слоя. Кроме этого, исчерпывается ресурс несущей способности дорожной одежды по критерию восприятия нагрузки, который определяется:

$$K_{Ni} = \frac{\sum N_{p_fi}}{\sum N_p}, \quad (2)$$

где:

$\sum N_{p_fi}$ — фактическое число приложений расчетной нагрузки на i -й год эксплуатации дорожной одежды.

Ресурс восприятия расчетной нагрузки рассчитан для нормальных условий строительства и для условий стадийного пропуска расчетной нагрузки. Результаты расчетов, для условной автомобильной дороги III технической категории, представлены в таблице 2.

Таблица 2

Ресурс восприятия расчетной нагрузки

Наименование	Ресурс восприятия нагрузки, %, на год эксплуатации дорожной одежды									
	0	1	2	3	4	5	10	15	20	24
Нормальные условия	0	2,56	5,22	7,99	10,87	13,86	30,72	51,23	76,19	100
Стадийность строительства (0,5 лет)	1,27	3,88	6,59	9,41	12,35	15,4	32,59	53,52	78,97	103,25
Стадийность строительства (1 год)	2,56	5,22	7,99	10,87	13,86	16,97	34,51	55,84	81,8	106,56
Стадийность строительства (2 года)	5,22	7,99	10,87	13,86	16,97	20,21	38,45	60,63	87,63	113,38

Разработано автором

Исчерпание ресурса восприятия расчетной нагрузки говорит об износе и возможном отказе дорожной конструкции по причине недостаточной прочности по критерию упругого прогиба или критерию сдвига.

Теоретическая оценка ровности

При строительстве дорожных одежд ровность слоев конструкции оценивается в продольном и в поперечном направлениях. Продольная ровность оценивается либо международным индексом ровности IRI или с помощью трехметровой дорожной рейки. Допустимые отклонения зависят от категории дороги и способа измерения, но, в обобщенном виде могут варьироваться в пределах до 1,7 до 4,4 м/км (по IRI) и от 3 до 15 мм (по трехметровой рейке).

При минимальной толщине слоев покрытий из асфальтобетонов 3 см (но не менее 2,5 кратности максимального размера зерна), с допустимым отклонением 15 % (4,5 мм) в меньшую сторону, выдержать требования по ровности покрытия не всегда возможно, даже при условии соблюдения всех требований контроля качества строительства.

При проектировании дорожных одежд ровность конструкции не учитывается, так как условия являются идеальными. Ровность покрытия в продольном и поперечном направлении можем выражаться по величине остаточных деформаций, которые в последствии выливаются в такие дефекты как колейность, сдвиг и волны [12; 13]. В теоретическом виде деформации дорожного покрытия можно определять по формуле А.М. Богуславского [14] исходя из суммарной величины приложений расчетной нагрузки и характеристик конструкции:

$$\varepsilon_n = \frac{\sigma N t}{\eta_m} \left(1 - \exp \left(\frac{-\sqrt{N t}}{N t} \right) \right), \quad (3)$$

где:

σ — главное напряжение действующее в данной точке приложения нагрузки на дорожную конструкцию, Па;

N — суммарное число приложений нагрузки;

η_m — коэффициент вязкости Максвелла, Па·с;

t — время действия нагрузки, с.

Напряжения, возникающие в конструкции, зависят от интенсивности и величины нагружения, характеристик применяемых материалов и толщины слоев. Конструкция исследуемой дорожной одежды, для дороги III категории, представлена в таблице 3.

Таблица 3

Конструкция дорожной одежды

№	Наименование	Толщина слоя, см	Модуль прочности на упругий прогиб, МПа	Общий модуль упругости, МПа
1	A8Вн на ПБВ 90	5	2 800,00	383,7
2	A11Нн на ПБВ 90	6	2 800,00	318,1
3	A22Он на ПБВ 90	6	2 150,00	243,4
4	Щебеночно-песчаный, обработанная шлаковым вяжущим М20	15	450,00	186,1
5	Щебеночная смесь С4, размер зерен 80 мм	20	275,00	119,8
6	Песок средней крупности с содержанием пылевато-глинистой фракции 0 %	30	120,00	65,4
7	Легкий суглинок	-	30,9	30,9

Разработано автором

Для конструкции дорожной одежды (табл. 3), по формуле (3) определены деформации, в зависимости от величины и интенсивности воздействия расчетной нагрузки. Результаты расчётов представлены в виде графика (рис. 1).

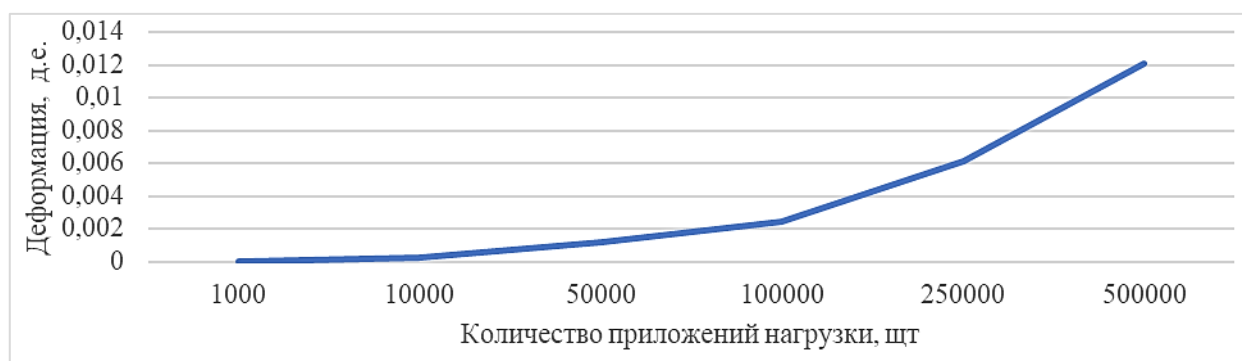


Рисунок 1. Зависимость деформаций от интенсивности нагружения (разработано автором)

При интенсивности движения в 3 000–4 000 автомобилей в сутки и доле грузовых автомобилей в потоке до 40 % можно условно говорить о 1 200–1 500 приложениях расчетной нагрузки в сутки. За один месяц эксплуатации дорожного покрытия, находящегося на стадии строительства, с учетом неоднородности приложения нагрузки, можно предположить, что возникнет от 25 до 40 тыс. приложений нарезки, что эквивалентно 0,001 д.е. (0,1 %). То есть для конструкции толщиной в 80 см суммарная деформация составит 0,8–1,0 мм.

Оценка напряженно-деформированного состояния

Для оценки воздействия расчетной нагрузки на прочность и несущую способность слоев конструкции дорожной одежды при стадийном строительстве и пропуске транспортных средств по дорожной одежде в процессе ее строительства выполнен численный эксперимент. Оценка напряженно-деформированного состояния дорожной одежды, представленной в таблице 2, выполнена методом конечных элементов в программном комплексе Geo5 (учебная лицензия). В качестве нагрузки принята нагрузка от одиночного колеса в 57,5 кН при диаметре отпечатков 34,5 см., которая соответствует требованиям ГОСТ 71404.

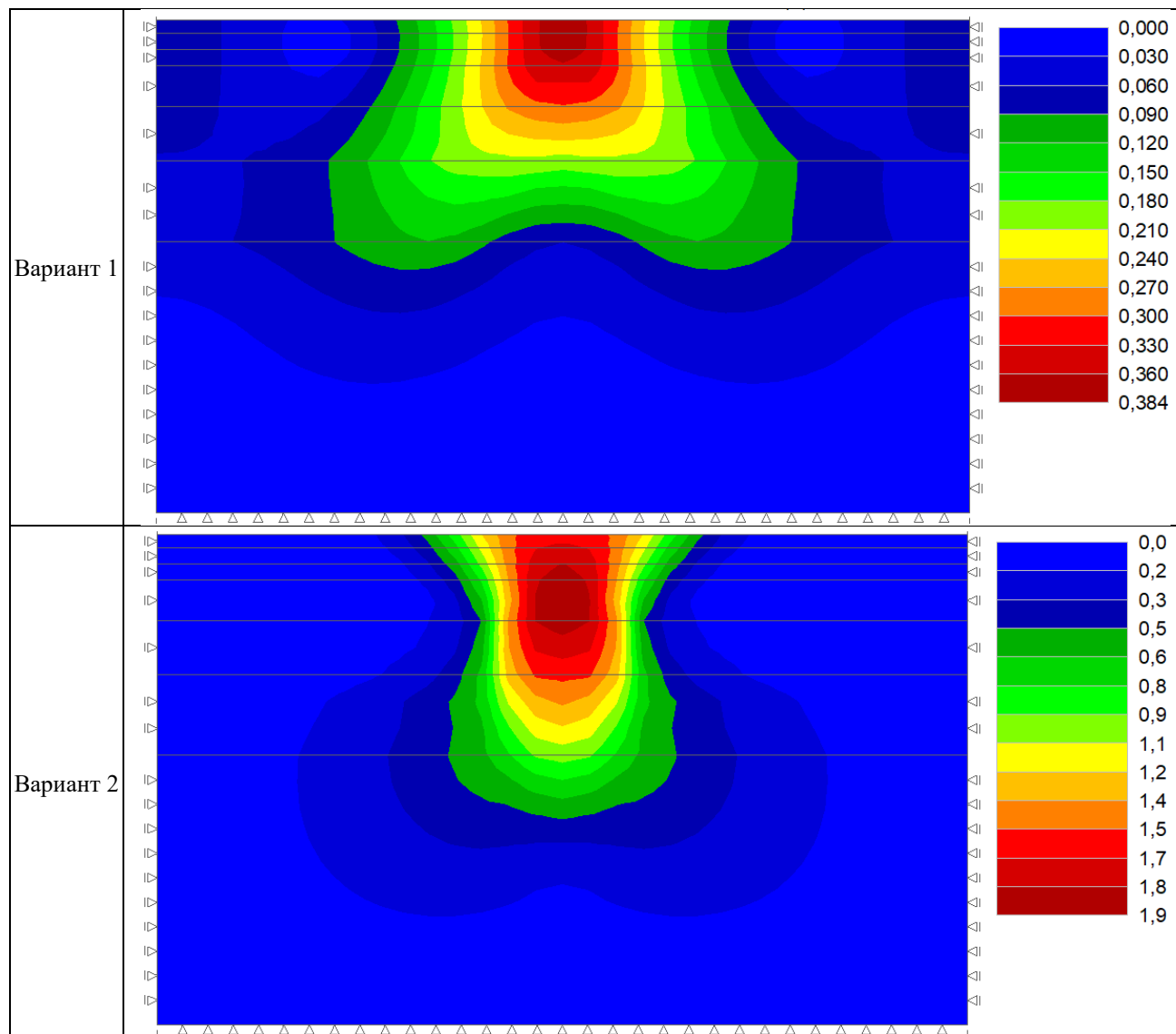


Рисунок 2. Остаточные перемещения конструкции (разработано автором)

Конструкция дорожной одежды нагружалась 5 раз и оценивались остаточные напряжения и деформации по двум схемам нагружения:

1. Вариант 1 — нагрузка прикладывалась к верхнему слою покрытия, конструкция дорожной одежды нагружалась 5 раз подряд, со снятием нагрузки после каждого нагружения.
2. Вариант 2 — нагрузка прикладывалась последовательно к каждому слою конструкции начиная со слоя № 5 и заканчивая слоем № 1. После нагружения слоя № 5 нагрузка снималась, устраивался слой № 4, и нагрузка прикладывалась к

слою № 4. Операция повторялась до устройства слоя № 1, к которому также прикладывалась нагрузка и после ее снятия определялись остаточные деформации всей конструкции.

Результаты численного моделирования конструкций по отдельным параметрам представлены в таблице 4 и для наглядности на рисунке 2 представлены остаточные перемещения конструкции.

Таблица 4

Напряжения и деформации, возникающие в конструкции

№	Наименование	Полное напряжение, σ_z , кПа		Главная деформация, ϵ_1 , %		Мобилизованное сопротивление сдвигу, %	
		вариант 1	вариант 2	вариант 1	вариант 2	вариант 1	вариант 2
1	A8Вн на ПБВ 90	-24,46	2,79	0	0	46,11	34,50
2	A11Нн на ПБВ 90	-3,87	2,44	0,01	0	41,42	37,17
3	A22Он на ПБВ 90	-20,48	10,68	-0,01	0,01	49,82	4,37
4	Щебеночно-песчаный, обработанная шлаковым вяжущим М20	-20,96	18,06	-0,03	0,01	60,24	33,77
5	Щебеночная смесь С4, размер зерен 80 мм	-7,49	23,82	-0,04	-0,06	97,01	56,62
6	Песок средней крупности с содержанием пылевато-глинистой фракции 0 %	8,78	37,34	-0,04	-0,17	66,98	53,57
7	Легкий суглинок	19,84	41,15	-0,02	-0,17	39,13	51,89

Разработано автором

Результаты и обсуждения

В результате проведенного моделирования видно, что конструкции подвергшейся стадийному нагружению начиная с нижних слоев основания наибольшие деформации (по оси нагружения) возникают в малопрочных слоях основания и в рабочем слон земляного полотна. При этом растягивающие деформации возникают из-за сжимающих напряжений, а не из-за растягивающих (как при стандартном нагружении).

Наибольшие перемещения конструкции, при стадийном нагружении, возникают в нижнем слое основания и в дополнительном слое основания. Величина этих перемещений составляет от 1,5 до 1,8 мм, что составляет 50 % от минимально допустимой вычины просвета под трехметровой рейкой при определении продольной и поперечной ровности. Такие величины локальных перемещение все еще не являются критическими, но они возникают при приложении одиночной величины расчетной нагрузки, а так как при стадийном строительстве таких приложений может быть достаточно большое количество, то итоговые перемещения могут быть весьма значительными.

Полученные результаты, в целом, соответствуют результатам исследований особенностей развития напряжений и деформаций на дорогах промышленного назначения, дорогах предприятий лесозаготовительного комплекса с грунтовыми и низшими типами покрытий. Многие авторы отмечают, что дороги с указанными типами покрытий в большей степени подвержены образованию на покрытиях необратимых деформаций в виде просадок и колейности, в первые годы эксплуатации [15; 16].

Заключение

В результате выполненного исследования можно говорить о том, что ранее выдвинутая гипотеза подтверждается. Пропуск транзитного транспорта, особенно грузового, по слоям

дорожной одежды в процессе строительства оказывает крайне негативное влияние на дальнейшую ровность дорожного покрытия, т. е. напрямую сказывается на потребительских свойствах дороги. Малопрочные нижние слои основания дорожной одежды не предназначены для прямого восприятия нагрузки от транспортных средств.

Также в ходе исследования установлено, что движение транспорта по дорожной одежде в процессе ее строительства приводит к нецелевому израсходованию материальных и финансовых ресурсов как заказчика, так и подрядчика, которые вытекают из необходимости приводить элементы автомобильной дороги в нормативное состояние либо за счет средств государственного бюджета (заказчиком), либо за счет собственных средств (подрядчиком).

Кроме этого, результаты математических расчетов и численного моделирования, на основе метода конечных элементов, показали, что небольшие деформации, приводящие к снижению ровности, возникают именно в слоях конструкции не предназначенных для пропуска транспорта средств. Очаг основных перемещений и деформаций перемещается в нижние слои конструкции, которые в дальнейшем могут привести к образованию трещин (в основании и слоях покрытия) так как непосредственно под нагрузкой в этих слоях образуется зона растягивающих деформаций.

Дальнейшие исследования авторов будут направлены как на совершенствование технологии производства работ, так и на поиск решений по снижению влияния нагрузки от транспортных средств на эксплуатационную ровность всех слоев дорожной одежды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Каменчуков, А.В. Необходимость увеличения интенсивности дорожного строительства / А.В. Каменчуков // Электронный сетевой политематический журнал "Научные труды КубГТУ". — 2024. — № 5. — С. 42–51. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=75095697>. — DOI: [10.26297/2312-9409.2024.5.4](https://doi.org/10.26297/2312-9409.2024.5.4). — EDN: [GNAWKD](https://www.edn.ru/entry/GNAWKD) (дата обращения: 12.02.2026).
2. Лукашевич, В.Н. Качество, эксплуатационные свойства и экологическая безопасность автомобильной дороги в контексте устойчивого экономического развития / В.Н. Лукашевич, О.Д. Лукашевич // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. — 2023. — Т. 25, № 5. — С. 179–197. — URL: <https://vestnik.tsuab.ru/jour/article/view/1604>. — DOI: [10.31675/1607-1859-2023-25-5-179-197](https://doi.org/10.31675/1607-1859-2023-25-5-179-197). — EDN: [ZHWVQF](https://www.edn.ru/entry/ZHWVQF) (дата обращения: 12.02.2026).
3. Лекомцева, Ю.В. Оценка безопасности движения и реконструкция транспортного узла "улица Макаренко — бульвар Гагарина" г. Перми / Ю.В. Лекомцева, А.А. Колобова // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. — 2019. — № 2. — С. 48–56. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38569765>. — DOI: [10.15593/24111678/2019.02.06](https://doi.org/10.15593/24111678/2019.02.06). — EDN: [TLIWGC](https://www.edn.ru/entry/TLIWGC) (дата обращения: 12.02.2026).
4. Шевченко, Н.С. Методы организации движения транзитного транспорта при реконструкции сталежелезобетонных мостов / Н.С. Шевченко, А.В. Каменчуков // Дальний Восток: проблемы развития архитектурно-строительного комплекса. — 2024. — № 1. — С. 221–226. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=80282260>. — EDN: [CKFKIV](https://www.edn.ru/entry/CKFKIV) (дата обращения: 12.02.2026).
5. Олехнович, В.П. Разработка эффективных конструкций и технологий строительства, реконструкции и ремонта дорожных одежд под тяжелое и интенсивное движение / В.П. Олехнович // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного

- университета. — 2008. — № 1(18). — С. 153–156. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=11606342>. — EDN: [JTZNLR](#) (дата обращения: 12.02.2026).
6. Азанов, Б.К. Обоснование технологии реконструкции автомобильных дорог с использованием органоминеральных техногенных материалов / Б.К. Азанов // Вестник гражданских инженеров. — 2012. — № 6(35). — С. 120–122. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20153985>. — EDN: [QZATWR](#) (дата обращения: 12.02.2026).
 7. Морева, Е.С. Технико-экономическое обоснование гарантийных сроков службы покрытий и оснований при капитальном ремонте и ремонте дорожных одежд / Е.С. Морева, А.Н. Кудрявцев // Транспортное дело России. — 2024. — № 6. — С. 194–198. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=74527735>. — EDN: [AEWAFY](#) (дата обращения: 12.02.2026).
 8. Алексиков, С.В. Методы оптимизации маршрутов объезда ремонтируемых городских путепроводов / С.В. Алексиков, А.А. Кандалов // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. — 2024. — Т. 26, № 5. — С. 173–182. — URL: <https://vestnik.tsuab.ru/jour/article/view/1872>. — DOI: [10.31675/1607-1859-2024-26-5-173-182](https://doi.org/10.31675/1607-1859-2024-26-5-173-182). — EDN: [PDPPPO](#) (дата обращения: 12.02.2026).
 9. Алексиков, С.В. Обоснование мероприятий по ремонту проезжей части городских магистралей Юга России / С.В. Алексиков, М.А. Павлова, Д.И. Гофман, А.И. Лескин, В.В. Медведева // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. — 2023. — № 1(90). — С. 73–80. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50503982>. — EDN: [SPYFUN](#) (дата обращения: 12.02.2026).
 10. Кириллов, А.М. Моделирование изменения модуля упругости асфальтобетона при нагружении / А.М. Кириллов, М.А. Завьялов // Инженерно-строительный журнал. — 2015. — № 2(54). — С. 70–76. — URL: <https://engstroy.spbstu.ru/en/article/2015.54.8/>. — DOI: [10.5862/MCE.54.8](https://doi.org/10.5862/MCE.54.8). — EDN: [TMJQQH](#) (дата обращения: 12.02.2026).
 11. Горячев, М.Г. Обоснование длительности нагружения дорожных одежд улично-дорожной сети / М.Г. Горячев, Н.В. Косенко // Наука и техника в дорожной отрасли. — 2025. — № 1(112). — С. 18–20. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=80573763>. — EDN: [YFYOVI](#) (дата обращения: 12.02.2026).
 12. Александров, А.С. Анализ причин колееобразования на покрытиях нежестких дорожных одежд и рекомендации по уменьшению этого явления / А.С. Александров, Т.В. Семенова, А.Л. Калинин // Вестник СибАДИ. — 2019. — Т. 16, № 6. — С. 718–745. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41808260>. — DOI: [10.26518/2071-7296-2019-6-718-745](https://doi.org/10.26518/2071-7296-2019-6-718-745). — EDN: [ETJYRA](#) (дата обращения: 12.02.2026).
 13. Алексиков, С.В. Прогнозирование колеености дорожного покрытия региональных дорог Нижнего Поволжья / С.В. Алексиков, А.И. Лескин, Д.И. Гофман // Дороги и мосты. — 2020. — № 2(44). — С. 115–126. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46505715>. — EDN: [BHCCHT](#) (дата обращения: 12.02.2026).

14. Богуславский, А.М. Основы реологии асфальтобетона / А.М. Богуславский, Л.А. Богуславский; под ред. проф. Н.Н. Иванова. — М., 1972. — 200 с. — URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01007279966> (дата обращения: 12.02.2026).
15. Горячев, М.Г. Моделирование роста удельной энтропии и остаточных деформаций в нежестких дорожных одеждах / М.Г. Горячев // Наука и техника в дорожной отрасли. — 2015. — № 2(72). — С. 29–30. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23603019>. — EDN: [TWNDCF](https://www.edn.org/TWNDCF) (дата обращения: 12.02.2026).
16. Чмых, Н.В. Численное моделирование напряженно-деформированного состояния дорожной одежды при увеличении осевой нагрузки со 115 до 130 кН / Н.В. Чмых, А.О. Дагльдьян, А.О. Добрынин // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. — 2022. — № 1. — С. 72–82. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48213947>. — DOI: [10.15593/24111678/2022.01.09](https://doi.org/10.15593/24111678/2022.01.09). — EDN: [GWSTDR](https://www.edn.org/GWSTDR) (дата обращения: 12.02.2026).

Kamenchukov Aleksey Viktorovich

Pacific National University, Khabarovsk, Russia

E-mail: pietrovich@rambler.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7997-3195>

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=767839

SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=57207104736>

Piotrovich Aleksey Anatolyevich

Far Eastern State Transport University, Khabarovsk, Russia

E-mail: pietrovich@rambler.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7831-2173>

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=185314

SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=57205433776>

Nosulev Michael Yakovlevich

Pacific National University, Khabarovsk, Russia

E-mail: kredo12a@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-1954-0977>

Assessment of the operability of road clothes during stage construction

Abstract. The paper considers the main features of the operation of road clothes at the construction stage when performing work with alternate lane closures while allowing transit vehicles to pass. The main purpose of the study is to assess the impact of transit traffic on the layers of pavement during its construction (repair) on the operational quality of the road surface. An analysis of the volume of road construction has been performed from the perspective of compliance with warranty and inter-repair deadlines for work. The main technological and organizational features of the construction (reconstruction) and repair of road surfaces with the organization of traffic passage along the lanes are considered. The theoretical and practical aspects of the development of defects in highways, which arise mainly from the effects of transport load, are considered. An assessment of the life of the design load perception and the effect of structural overload on its strength and evenness has been performed. The problem of assessing the operability of road structures from the perspective of the development of residual deformations in the structural layers during the perception of static transport load has been solved numerically. Numerical modeling of changes in the stress-strain state of the pavement under normal and stage loading has been performed for the characteristic construction of the pavement used in the region under consideration. As a result, the authors confirmed the hypothesis about the impact of transit transport on the quality of the road surface under construction, drew conclusions and made recommendations to prevent the development of irreversible deformations in the layers of the base of the road surface at the stage of their construction.

Keywords: travel clothing; quality; stage-by-stage; reconstruction; stress-strain state; durability