

Е.К. Айдарбеков , Ж.О. Байболекова

Казахстанский дорожный научно-исследовательский институт, Алматы, Казахстан
E-mail: esenbek54@mail.ru

ОБЗОР И АНАЛИЗ СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ПО ПРИНЦИПУ 2+1

Аннотация. В настоящей статье приводится обзор и анализ строительства автомобильных дорог по принципу 2+1 в странах СНГ и дальнего зарубежья. Анализируются нормативные документы стран СНГ по проектированию и строительству автомобильных дорог. Для сравнительного анализа приведены геометрические параметры, показатели скоростного режима и интенсивности движения международных автомобильных дорог. Предложен сравнительный анализ вариантов стоимости строительства дорог в Казахстане. Дан краткий обзор Руководства по проектированию и строительству автомобильных дорог по принципу 2+1.

Ключевые слова. Автомобильные дороги, проектирование, строительство, геометрические параметры, показатели, интенсивность движения.

Введение.

Автомобильная дорога по принципу 2+1 является дорогой республиканского или местного значения, имеющей три полосы движения. Для разделения противоположных направлений движения используются тросовые ограждения или другие виды ограждений, с двух сторон которого на расстоянии одного метра наносится сплошная линия разметка 1.1 или фронтальные трясущие полосы. Для повышения пропускной способности дороги через каждые 2000-5000 м средняя полоса чередуется для движения противоположного направления. Разрешенная скорость движения 100 км/ч.

Материалы и методы.

Краткий обзор строительства дороги 2+1 в мире. Концепция автодороги по схеме 2+1 была впервые внедрена в Швеции в конце 1990-х годов. Целью являлось проведение ремонтно-восстановительных работ над двухполосными дорогами очень большой ширины (схема движения 1+1), ширина которых превышает 13 метров.

Данная конфигурация автодороги была реализована с помощью тросового ограждения, разграничивающего транспортные потоки, что позволило добиться снижения числа смертельных случаев на 75% по сравнению с двухполосными дорогами со схемой движения 1+1.

В настоящее время автодороги со схемой движения 2+1 в той или иной степени применяются во многих европейских странах, включая Финляндию, Германию, Португалию, Литву, Польшу, Швецию и Великобританию. Также они внедрены в Австралии, Канаде, Новой Зеландии и США.

Однако следует отметить, что протяжённость автодорог 2+1 в этих странах сильно различается. Кроме того, в Ирландии данный автодорожный стандарт использовался в экспериментальном порядке, а затем был признан не подходящим для заданных условий эксплуатации.

Сравнение параметров международных автомобильных дорог приведено в таблице 1.

Таблица 1 - Параметры международных автомобильных дорог 2 + 1

Страна	Разделительный барьер	Ширина, м				
		Однополосная	Двухполосная	Укрепленная полоса	Разделительная полоса	Всего асфальтировано
Швеция	есть	3,75	3,25	0,50	1,75	13,00
Швеция	есть	3,25	3,25	0,75	1,00	12,25
Германия	нет	3,50	3,25-3,50	0,50-0,75	1,00	15,50
Германия	нет	3,50	3,25-3,50	0,50-0,75	0,50	15,00
Финляндия	есть	3,75	3,25-3,50	0,90-1,25	1,70	14,35
Финляндия	нет	3,75	3,25-3,50	1,25	0,00	13,00
Дания	нет	3,75	3,50-3,75	0,50	1,00	13,00
Норвегия	есть	3,75	3,50	0,75-1,50	2,50	14,75
Ирландия	есть	3,50	3,50	0,50-1,00	1,00	13,00
Ирландия	есть	3,25-3,50	3,50	0,50	1,00	12,25
Франция	есть	3,00	3,00	1,50	1,50	13,50
Франция	нет	3,25	3,25	0,50	1,00	12,50
Ю.Корея	нет	3,50	3,25	1,50	1,50	14,50
Ю.Корея	есть	3,50	3,25	1,50	0,50	13,50
Польша	есть	3,50	3,50	1,00	0,50	13,00
Польша	нет	3,50	3,50	1,00	0,50-1,00	13,00-13,50
Испания	есть	3,50	3,20	1,00-1,50	1,60	14,00
Испания	есть	3,50	3,25-3,50	1,50	1,00	14,50
Япония	есть	3,25	3,25	1,00	1,25	13,00
США, Техас	нет	3,35-3,65	3,35-3,65	0,90-3,00	0,00	11,85-16-95

Показатели скорости и интенсивности движения международных автомобильных дорог приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Показатели скорости и интенсивности движения

Страна	Ограничение скорости, км/ч	Проектная скорость, км/ч	Среднегодовая интенсивность, авт/сут
Швеция	90-110	-	4000-20000
Норвегия	90-110	-	6000-20000
Германия	100	100-110	7000-25000
Финляндия	100	-	8000-13000
Дания	80-90	-	7000-15000
Ирландия	100	100	до 14000
Австрия	до 100	-	7000-18000
Польша	100	-	10000-25000

Поперечные профили международных автомобильных дорог показаны на рисунке 1.

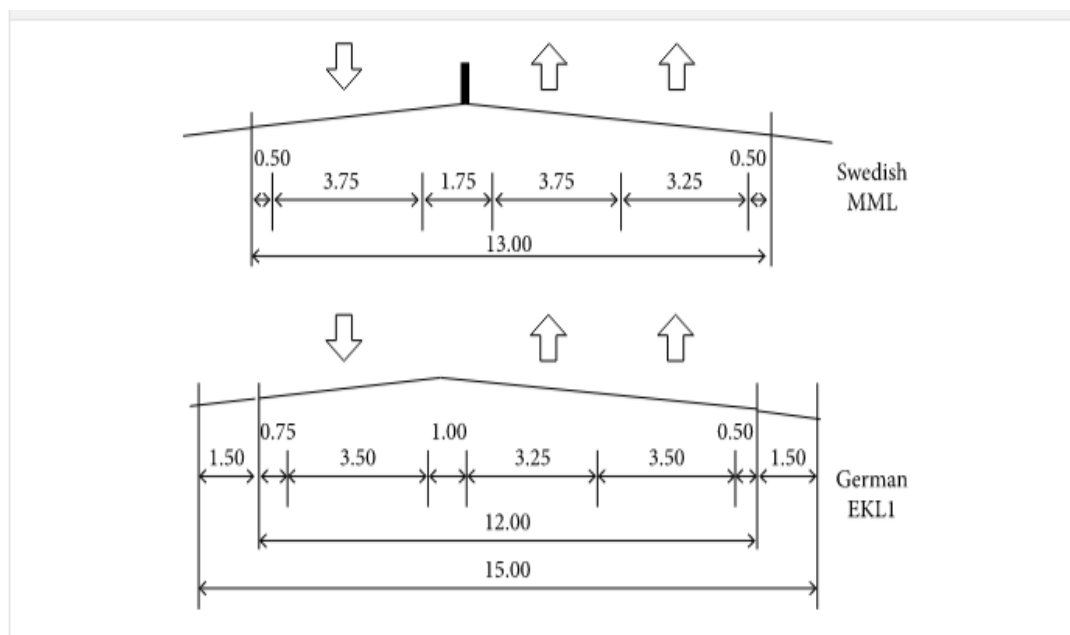


Рисунок 1 – Поперечные профили международных автомобильных дорог

Сравнение протяженности полосы обгона международных автомобильных дорог 2 + 1 приведено в таблице 3.

Таблица 3 - Протяженности полосы обгона международной автомобильной дороги 2 + 1

Страна	Протяженность полосы обгона, м	Примечание
Швеция	1000-2000	Зависит от оси трассы и пересечения дорог
Германия	600-1200	Не должно превышать 4000 м
Дания	1000-2000	Рекомендуемая величина 1500 м
Ирландия	1000-2000	Разрешаются от 800 до 3000 м
Испания	1500-3500	На основании численного моделирования
Ю.Корея	800-1500	-
США	1500-3000	Зависит от СПЕД

Обзор и анализ нормативных документов стран СНГ по проектированию и строительству автомобильных дорог.

По действующим строительным нормам и стандартам стран ближнего зарубежья (СНГ: Россия, Беларусь, Казахстан, Украина, Узбекистан) проведен анализ параметров элементов поперечного профиля проезжей части и земляного полотна автомобильных дорог.

Также проведено сравнение расчетной скорости транспортных средств по действующим категориям автомобильных дорог указанных стран.

Для сравнения геометрических элементов рассмотрены следующие параметры автомобильных дорог:

- интенсивность движения, авт/сут;
- количество полос движения, шт;
- ширина полос движения, м;
- ширина обочины, м;
- ширина укрепленной части обочины, м;
- в.т.ч. ширина краевой полосы, м;
- ширина разделительной полосы без дорожных ограждений, м;
- ширина разделительной полосы с ограждениями по оси дороги, м;
- ширина полосы безопасности у разделительной полосы, м;
- ширина проезжей части, м;
- ширина дорожной одежды, м ;
- ширина земляного полотна, м.

Результаты анализа геометрических элементов автомобильных дорог указанных стран показали, что в целом они идентичны.

Если перейти к детальному анализу строительных норм, то необходимо обратить внимание на действующие категории автомобильных дорог:

- в России дороги разделены на 5 технических категорий, в том числе I категория состоит из 3 подкатегорий – IA, IB, IB, далее II, III, IV и V технических категорий;
- в Белоруссии, Казахстане, Украине, Узбекистане также дороги разделены на 5 технических категорий, однако I категория имеет только 2 подкатегорий – I-a, I-б.

При этом, следует отметить, что межгосударственный стандарт [2] Таможенного союза, который принят государствами-членами ЕАЭС предусматривает 5 технических категорий дорог, в.т.ч. I категория состоит из 3 подкатегорий – IA, IB, IB.

Также необходимо отметить, что национальный стандарт Казахстана [3] регламентирует 5 технических категорий дорог, в.т.ч. I категория состоит из 3 подкатегорий – IA, IB, IB, а II категория разделена на 2 подкатегорий – II-A, II-B.

Анализ интенсивности движения транспортных средств соответствующих категорий дорог в основном идентичны, кроме Белоруссии, где интенсивность движения на дорогах I категорий несколько ниже, т.е св. 8000 ед/сут, тогда как в других странах – св.14000 ед/сут. По остальным категориям дорог интенсивности движения идентичны.

Количество полос движения I категорий дорог в Казахстане 2 и более в каждом направлении, а в других странах – 4 и более в каждом направлении движения. По остальным категориям дорог количество полос движения во всех странах идентичны.

Анализ ширины полос движения показывает, что во всех странах ширина полос движения на I категорий дорог составляет – 3,75 м. На II категорий дорог указанных стран ширина полос движения также составляет 3,75 м, кроме Белоруссии, где – 3.5 м. На III и IV технических категориях дорог указанных стран ширины полос движения идентичны, соответственно – 3,5 и 3,0 м.

Ширина обочины на I и II категории дорог во всех странах идентичны, т.е. составляет 3,75 м, кроме Белоруссии, где – 3,0 м. На дорогах III и IV категории ширина обочины также идентичны, т.е. соответственно – 2,5 и 2,0 м. На дорогах V категорий – 1,75м, кроме Белоруссии, где – 1,25 м.

Ширина разделительной полосы без ограждений на дорогах IA категорий во всех странах составляет не менее 6 м, а на дорогах IB категорий – не менее 5 м. Ширина разделительной полосы с ограждением – 2 + ширина ограждений.

Анализ расчетной скорости движения стран показал, что на дорогах IA категорий – 150/120/80 км/ч, кроме Украины, где – 130/100/80 км/ч. На дорогах IB категорий – 120/100/60 км/ч, а в Украине – 110/90/70 км/ч.

Проведенный анализ строительных норм и стандартов по проектированию и строительству автомобильных дорог стран СНГ показал, что геометрические элементы

дорог были заложены в советские времена на основе проведенных теоретических и экспериментальных исследований с позиций обеспечения высокой пропускной способности и безопасности дорожного движения.

Сравнительный анализ вариантов строительства дорог в Казахстане.

В настоящее время разработан проект Руководства по проектированию и строительству автомобильных дорог по принципу 2+1. Прежде чем разработать руководства, проведен сравнительный анализ. Цель сравнительного анализа: выбор наиболее эффективного варианта строительства автомобильных дорог с позиции наименьшей стоимости, высокой пропускной способности и достаточной обеспеченности безопасности дорожного движения. Сравнительный анализ проведен по пяти категориям дорог: I-б, I-б (без разд. полосы), 2+1, II, III.

Технические параметры дорог определены согласно СП РК 3.03-101-2013 «Автомобильные дороги». Построены поперечные профили указанных категории дорог. Для достижения поставленной цели проведены работы по определению объемов работ при строительстве выбранных пяти категории дорог. По известным объемам работ произведен расчет стоимости строительства дорог:

1) Произведен расчет объемов работ строительства автомобильных дорог по пяти различным категориям: Iб, Iб (без разд.пол.), 2+1, II, III.

2) Сметная документация составлена в ценах и нормах, согласно приказа Комитета по делам строительства жилищно-коммунального хозяйства и управления земельными ресурсами от 10 июня 2015 г. № 218-НК «Об утверждении нормативных технических документов в области архитектуры, градостроительства и строительства в РК» и приказа № 235-НК от 03 июля 2015 г. «Об утверждении государственных нормативов по ценообразованию и сметам».

Для сравнения экономических показателей были произведены сметные расчеты объектов строительства автомобильной дороги протяженностью 10 км.

Стоимость строительства участка автомобильной дороги приведена в таблице 4.

Таблица 4 - Стоимость строительства участка автомобильной дороги ПК 00+00 - ПК 100+00

Категория автомобильной дороги	Стоимость, тыс. тенге
Iб категория	4 532 797,62
I б категория (без разд. полосы)	2 905 719,81
2+1 категория	2 461 282,19
II категория	2 307 301,29
III категория	1 549 363,68

На основании проведенного сравнительного анализа можно сделать следующие выводы:

- по показателям наименьшей стоимости необходимо отметить III категорию дороги со стоимостью 1 549 363,68 тыс. тенге. Стоимости II категории дороги и 2+1 примерно равны. Дорога Iб категории (без разд. полосы) несколько превышает стоимости II категории дороги и дороги 2+1. Наибольшей стоимостью строительства дорог отличается дорога Iб категории;

- по показателям обеспечения пропускной способности и обеспечения безопасности движения необходимо отметить дорогу Iб категории с разделительной полосой. На дорогах Iб категории (без разд. полосы), II и III категории, которые не имеют разделительных полос, уровни обеспечения безопасности движения несколько снижены. Дорога 2+1, которая на протяжении всей длины имеют ограждения для разделения

противоположных направлении движения наиболее надежны по уровню обеспечения безопасности дорожного движения.

Результаты и обсуждение.

Краткий обзор проекта Руководства по проектированию и строительству дорог по принципу 2+1.

Автомобильная дорога 2+1 применяется с целью увеличения пропускной способности автомобильных дорог III и II технических категорий, интенсивность на которых не достигает интенсивности I категории и создает более безопасные условия для обгона без выезда на встречную полосу.

Для автомобильной дороги 2+1 приняты следующие интенсивности движения: приведенная интенсивность – свыше 8000 ед/сут., в транспортных единицах – свыше 4000 авт/сут.

Расчетные скорости движения для проектирования элементов плана, продольного и поперечного профилей, а также других элементов приняты в следующих пределах: основная расчетная скорость – 120 км/ч, в пересеченной местности – 100 км/ч, в горной местности – 60 км/ч.

Основные параметры поперечного профиля проезжей части и земляного полотна автомобильных дорог 2+1 принимаются по таблице 5.

Таблица 5 – Параметры элементов поперечного профиля проезжей части и земляного полотна автомобильной дороги 2+1

Параметры элементов дорог	2+1
Количество полос движения п, шт.	3
Ширина, м	
- полосы движения	3,75
- обочины	3,75
- укрепленной части обочины	до 2,5 при соответствующем технико-экономическом обосновании, но не менее 0,75
в том числе, краевой полосы	0,75
- разделительной полосы с ограждениями по оси дороги, B_p	не менее 2м + ширина ограждений
- полосы безопасности у разделительной полосы	1,0
- проезжей части	11,25
- дорожной одежды	14,75+ $B_{огр}$
- земляного полотна	20,75+ $B_{огр}$

Поперечные уклоны проезжей части (кроме участков кривых в плане, на которых предусматривается устройство виражей) предусматриваются в зависимости от количества полос движения и климатических условий района проектирования: для дорожно-климатической зоны III - 20‰, IV - 20‰ и V – 15‰.

Количество пересечений и примыканий на автомобильных дорогах должно быть возможно меньшим. Пересечения и примыкания на дорогах 2+1 вне пределов населенных пунктов надлежит предусматривать, как правило – 5 км.

Пересечения дорог с полевыми дорогами и скотопрогоны могут быть совмещены с ближайшими искусственными сооружениями с соответствующим их обустройством, а в случае отсутствия таких сооружений на участках дорог протяженностью свыше 2 км при необходимости следует предусматривать их устройство согласно [1].

Ширину переходно-скоростных полос следует принимать равной ширине основных полос проезжей части. Покрытие на переходно-скоростных полосах должно, по возможности, отличаться от основного проезда цветом.

Пересечения и примыкания автомобильных дорог 2+1 в разных уровнях (транспортные развязки) надлежит предусматривать в местах пересечения (или примыкания):

- с дорогами I-а категории;
- с дорогами I-б, II или III категории.

Путепроводы транспортных развязок через дороги всех категорий следует проектировать по [4].

Продольные уклоны на съездах принимаются не более 40%. На однополосных съездах можно предусматривать устройство виражей с поперечным уклоном 20-60 % с учетом общих указаний по их проектированию.

Земляное полотно, водоотводные устройства устраивается согласно [1].

Дорожная одежда для автомобильных дорог 2+1 конструируют согласно [1], [5], расчетные данные принимаются как для дорог II технических категорий с учетом геометрических показателей.

Организация дорожного движения.

Данный вид работ заключается в разработке схем организации дорожного движения на дорогах 2+1 и установке новых постоянно действующих дорожных знаков и указателей, стоек для них, сигнальных столбиков, барьерного ограждения и нанесения разметки в соответствии с нормативно-техническими документами.

Заключение

В статье даны обзор и анализ строительства дорог 2+1 в мире и анализ нормативных документов стран СНГ по строительству автомобильных дорог. Дано обоснование для разработки Руководства по проектированию и строительству автомобильной дороги по принципу 2+1. Приведен сравнительный анализ различных категорий дорог по выбору наиболее эффективного варианта строительства автомобильных дорог с позиции наименьшей стоимости, высокой пропускной способности и достаточной обеспеченности безопасности дорожного движения. Рассмотрено краткое содержание Руководства по проектированию и строительству автомобильной дороги по принципу 2+1.

Утверждение Руководства влечет за собой в дальнейшем внесение изменений в строительные нормы дорожной отрасли, а именно в СП РК 3.03-101-2013 «Автомобильные дороги».

ЛИТЕРАТУРА

- [1] СП РК 3.03-101-2013 «Автомобильные дороги».
- [2] ГОСТ 33382-2015 Дороги автомобильные общего пользования. Техническая классификация.
- [3] СТ РК 2025-2017 «Дороги автомобильные общего пользования. Техническая классификация».
- [4] СН РК 3.03-12-2013 «Мосты и трубы».
- [5] СП РК 3.03-104-2014 «Проектирование дорожных одежд нежесткого типа».

REFERENCES*

- [1] SP RK 3.03-101-2013 "Highways".
- [2] GOST 33382-2015 Public roads. Technical classification.

- [3] ST RK 2025-2017 "Public roads. Technical classification".
[4] SN RK 3.03-12-2013 "Bridges and pipes".
[5] SP RK 3.03-104-2014 "Designing of non-rigid road clothes".

Есенбек Айдарбеков, т.ғ.к., жетекші ғылыми қызметкер, Қазақстан жол ғылыми-зерттеу институты, Алматы, Қазақстан, esenbek54@mail.ru

Жанар Байболева, бас маман, Қазақстан жол ғылыми-зерттеу институты, Алматы, Қазақстан, zhanar.baybolekova@mail.ru

2+1 ПРИНЦИПИ БОЙЫНША АВТОМОБИЛЬ ЖОЛДАРЫН САЛУҒА ШОЛУ ЖӘНЕ ТАЛДАУ

Андатпа. Осы мақалада ТМД елдерінде және алыс шетелдерде 2+1 принципі бойынша автомобиль жолдарының құрылысына шолу және талдау келтіріледі. ТМД елдерінің автомобиль жолдарын жобалау және салу жөніндегі нормативтік құжаттары талданды. Салыстырмалы талдау үшін геометриялық параметрлер, жылдамдық режимінің көрсеткіштері және халықаралық автомобиль жолдарының қозғалыс қарқындылығы келтірілген. Қазақстанда жол құрылысы құнының нұсқаларына салыстырмалы талдау ұсынылды. 2+1 принципі бойынша автомобиль жолдарын жобалау және салу жөніндегі нұсқаулыққа қысқаша шолу берілген.

Түйінді сөздер. Автомобиль жолдары, жобалау, құрылыс, геометриялық параметрлер, көрсеткіштер, қозғалыс қарқындылығы.

Yessenbek Aidarbekov, candidate of technical sciences, Leading researcher of Kazakhstan Highway Research Institute, Almaty, Kazakhstan, esenbek54@mail.ru

Zhanar Baibolekova, Chief specialist of the Kazakhstan Road Research Institute, Almaty, Kazakhstan, zhanar.baybolekova@mail.ru

REVIEW AND ANALYSIS OF THE CONSTRUCTION OF HIGHWAYS ON THE PRINCIPLE OF 2+1

Abstract. This paper reviews and analyzes the design and construction of highways on the principle of 2 + 1 in the CIS countries and abroad. The regulatory documents of the CIS countries on the design and construction of highways are analyzed. For comparative analysis, geometric parameters, indicators of the speed regime and traffic intensity of international highways are given. A comparative analysis of the options for the cost of road construction in Kazakhstan is proposed. A brief overview of the Guidelines for the design and construction of highways on the principle of 2 + 1 is given.

Keywords. Highways, design, construction, geometric parameters, indicators, traffic intensity.
