

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ КРИВЫХ В ПЛАНЕ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ

Как показывает практика [1], к дорожно-транспортным происшествиям (ДТП) приводит большое число возникающих одновременно факторов, а поскольку число этих факторов и динамика их изменения в цепи событий, ведущих к ДТП, составляет различные комбинации, изучение причинных связей является сложной задачей со множеством неизвестных.

Исходя из статистики, в 80–90 % случаев причины связаны с человеческим фактором, в оставшихся 10–20 % – носят техногенный характер.

В соответствии с официальной статистикой на долю ДТП, при которых фиксируются причины, связанные с недостатками транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог, т. е. неудовлетворительными дорожными условиями (НДУ), приходится 18–20 % всех происшествий. Среди наиболее значимых причин ДТП, связанных с НДУ из-за недостатков при проектировании автомобильных дорог, отмечаются следующие:

- некомпетентность проектировщиков (60,0 %);
- несоответствие проекта нормативным требованиям (25 %);
- наличие узких тротуаров (25,2 %);
- разработка проекта без учета местных дорожных условий (25,5 %).

Среди наиболее значимых причин ДТП, связанных с НДУ из-за недостатков при строительстве, были отмечены:

- некомпетентность исполнителей (58,2 %);
- низкое качество работ (40,6 %);
- отклонения от проекта (35,0 %);
- неудовлетворительное состояние обочин (24,7 %).

Ошибки проектировщиков (неправильное трассирование дороги, например, неожиданно резкий поворот вместо направления, кажущегося очевидным) могут быть истинной причиной грубых ошибок водителя, ведущих к ДТП. Зрительная ясность дороги обеспечивается еще и выбором размеров кривых в плане и продольном профиле и плавным сопряжением с ними прямых участков.

Крутизна закругления оценивается водителем с различных расстояний в зависимости от скорости движения и радиуса кривой в плане. Чем выше скорость движения, тем на большем расстоянии до начала кривой водитель пытается оценить закругление. Это объясняется тем, что ему необходимо время для корректирования собственного режима движения.

Если по мере приближения к закруглению изменение видимой кривизны линий неощутимо, то это воспринимается водителем как сигнал о закруглении малого радиуса. Чем быстрее уменьшается видимая кривизна линий, тем более плавным воспринимается закругление. Отсюда можно отметить следующие закономерности этого процесса:

- водитель прогнозирует условия движения на кривых в плане по их внешней характеристике – видимой кривизне линий с использованием сформированных у него ассоциативных связей внешнего вида кривой и возможной величины поперечной силы. Такие связи формируются для наиболее часто встречающихся сочетаний дорожных условий. Точность прогноза, составляемого водителем, помимо состояния зрительной системы, определяется еще и соответствием конкретных условий восприятия тем, при которых были сформированы ассоциативные связи. Этим объясняется повышенная опасность кривых в плане, расположенных в конце спуска: такие закругления рассматриваются водителем с необычно высокой точки, вследствие чего уменьшаются перспективные искажения закруглений, и они воспринимаются более плавными, допускающими большую скорость движения, чем есть на самом деле [2];

- все изменения радиусов кривых в плане воспринимаются водителем дискретно, что и определяет факт существования зоны влияния кривых в плане.

Выбор параметров кривых в плане наиболее существенен при реконструкции закруглений автомобильных дорог.

При решении вопросов рационального положения трассы следует исходить, с одной стороны, из безопасности движения по ней, а с другой – из возможности максимального использования существующей дороги и минимального изъятия прилегающих земель. Касаясь реконструкции горизонтальных кривых, следует отметить, что на большинстве важнейших дорог, построенных ранее, закругления представляют собой сочетание прямолинейных участков с круговой кривой. Необходимость вписания переходных кривых на существующих дорогах в процессе их реконструкции ставит вопрос, во-первых, о выборе типа кривой, позволяющей максимально приблизиться к имеющейся, и, во-вторых, о самом способе включения переходной кривой [3,4].

Рассмотрим эту проблему для реконструкции круговой кривой радиусом 600 метров.

Значение нарастания центростремительного ускорения составляет $16,67 \dot{v} / \tilde{r}^3$, что в несколько раз превышает допустимое значение в $0,5-0,6 \dot{v} / \tilde{r}^3$, т. е. требуется увеличение радиуса круговой кривой в плане, а также изменение ее конфигурации.

Рассмотрим два варианта кривых:

- 1) круговая кривая с радиусом 1200 метров и переходными кривыми длиной 120 метров в конце и начале кривой;

- 2) кадиоида II типа с минимальным радиусом 1200 метров.

Центростремительное ускорение для первого варианта – $8,33 \dot{v} / \tilde{r}^3$, а для второго – $0,09 \dot{v} / \tilde{r}^3$.

При этом следует отметить, что кадиоида II типа не только обладает лучшими динамическими свойствами, но и дает возможность максимально использовать существующую дорогу. Реконструируемое закругление, состоящее из кадиоиды II типа, лучше вписывается в закругление существующей дороги, чем

в случае применения для этих целей клотоиды, кубической параболы или лемнискаты Бернулли.

Таким образом, кадиоида II типа отвечает требованиям по изменению нарастания центробежного ускорения и обеспечивает плавность движения в плане, не создавая условий для возникновения аварийных ситуаций.

Но не стоит забывать, что в настоящее время в вариантном проектировании преимущество отдается варианту, который несет за собой меньшее количество затрат.

Протяженность рассматриваемого участка автомобильной дороги при условии использования кадиоиды II типа составляет 2,143 км, а при использовании кривой постоянного радиуса – 2,151 км.

Проведенные расчеты показывают, что сметная стоимость реконструкционных работ для варианта с использованием кадиоиды II типа составляет 1769,9 тысяч рублей, а для варианта с использованием кривой постоянного радиуса – 1816,8 тысяч рублей.

Оптимальным вариантом конструктивного решения, с точки зрения инвестиций, является вариант с кадиоидой II типа, имеющий максимальную чистую текущую стоимость – 1815,7 тысяч рублей с общим экономическим эффектом – 48,07 тысяч рублей.

Список использованной литературы

1. Рыбин, А. Л. Результаты экспертной оценки причин возникновения дорожно-транспортных происшествий на участках дорог с неудовлетворительными дорожными условиями / А. Л. Рыбин – Москва : 2017. – 9 с.

2. Абрамов, В. А. Методическое пособие по курсу подготовки специалистов по безопасности дорожного движения на автомобильном транспорте / В. А. Абрамов – Москва : 2000. – 205 с.

3. Капский, Д. В. Психофизиология участников дорожного движения (транспортная психология) / Д. В. Капский, П. А. Пегин, И. И. Лобач – Минск : БНТУ, 2018. – 385 с.

4. Белятынский, А. А. Проектирование кривых при строительстве и реконструкции автомобильных дорог / А. А. Белятынский, А. М. Таранов – Высшая школа, головное издательство, 1988. – 303 с.

УДК 624.04(75.8)

Демяник Ю. В.

Научный руководитель: к. т. н., доцент Игнатюк В. И.

ДЕФОРМИРОВАНИЕ БЕСШАРНИРНЫХ КРУГОВЫХ АРОК, ЗАГРУЖЕННЫХ ВЕРТИКАЛЬНЫМИ НАГРУЗКАМИ, РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПО ПАРАБОЛИЧЕСКОЙ ЗАВИСИМОСТИ

Рассматриваются бесшарнирные арки кругового очертания постоянной жесткости EJ пролетом l , нагруженные статическими вертикальными распределенными по параболической зависимости нагрузками (рисунок 1).