

МРНТИ: 55.43.03
УДК 625.096

DOI 10.52167/1609-1817-2022-120-1-111-118

Оразбаева Д.А.¹, Киялбай С.Н.², Кашаганова Г.Б.¹ , Жасандықызы М.³,
Тогжанова К.О.¹

¹Академия логистики и транспорта, Алматы, Казахстан

²Казахский автомобильно-дорожный институт им. Л.Б. Гончарова, Алматы, Казахстан

³Университет Туран, Алматы, Казахстан

E-mail: g.kashaganova@alt.edu.kz

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МОБИЛЬНЫХ ДОРОЖНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ ПРИ ИХ УСТАНОВКЕ

Аннотация: В данной статье рассматривается одна из проблемных задач повышения безопасности движения в местах дорожно-ремонтных работ. Из-за халатности или отсутствия требований со стороны технического надзора в местах ремонтных работ уровень риска совершения ДТП повышается с 1 до 6 и более. При этом, одним из главных причин является въезд на встречную полосу, пешеходные дорожки или на строящийся полосу. Начало и конец объекта в местах ремонтных работ подрядные строительные организации «привыкли» ограждать бетонными блоками, насыпать высокие кучи из грунта или другие мероприятия, противоречащие стандартам технического регулирования в местах дорожно-ремонтных работ. Главная причина таких поступков связана с неустойчивостью мобильных оградительных конструкций или неудобства при их установке и транспортировке.

Авторами разработана теоретическая модель устойчивости мобильных ограждений и приведены примеры их расчета. За основу принята собственная модель мобильного ограждения. Таким образом, расчетным путем определены опоры переносного временного дорожного ограждения, в связи с чем повышается устойчивость конструкции к воздействию внешних факторов, таких как: ветровая нагрузка, воздействие потоков воды от атмосферных осадков, случайные касания работниками дорожно-эксплуатационной службы и т.д.

Ключевые слова: мобильные дорожные ограждения, дорожно-ремонтные работы, дорожно-технические происшествия (ДТП), устойчивость, конструкция ограждений, ветровая нагрузка.

Введение.

С 1999 года в Казахстане бурно растут дорожно-строительные работы, как на дорогах государственного значения, так и в местной сети, а также на улично-дорожной сети городов. Несмотря на столь высокий уровень строительных работ, в местах их производства растет дорожно-транспортные происшествия, связанные с халатностью организационных мероприятий и отсутствием ограждений в местах производства дорожно-ремонтных работ.

Основные виды ДТП, совершенные на участках дорожно-ремонтных работ, % [1]:
Наезд автомобилей на дорожно-строительные материалы,

изделия, технологическое оборудование	19,5
Столкновение автомобиля с дорожными машинами и механизмами	4,9
Взаимное столкновение автомобилей	42,7
Наезд на дорожных рабочих	8,5
на пешеходов	7,3
Попадание автомобилей в разрытия, открытые люки подземных сетей	11,0
Прочие происшествия	6,1

Количество ДТП при капитальном ремонте участков автомобильных дорог Казахстана республиканского значения в 3, а в некоторых случаях и в 10 раз превышает их количество при отсутствии дорожных работ. Однако, аналогичные показатели в развитых странах мира имеет иной характер. Например, в Англии при среднем показателе аварийности по стране 0,15 ДТП на 1 млн авт.-км на участках ремонта дорог класса А, этот показатель достигает значений 1,38, т.е. в 9,2 раза выше [2]. В Германии на участках дорожных работ происходит в 5 раз больше ДТП, чем на этих же участках с обычными условиями движения [3].

ДТП не равномерно распределяются в зоне влияния участков дорожных работ. В основном ДТП совершаются в местах отсутствия ограждений (рисунок 1, а). Кроме того, при отсутствии ограждения транспортное движение осуществляется хаотично (рисунок 1, б).

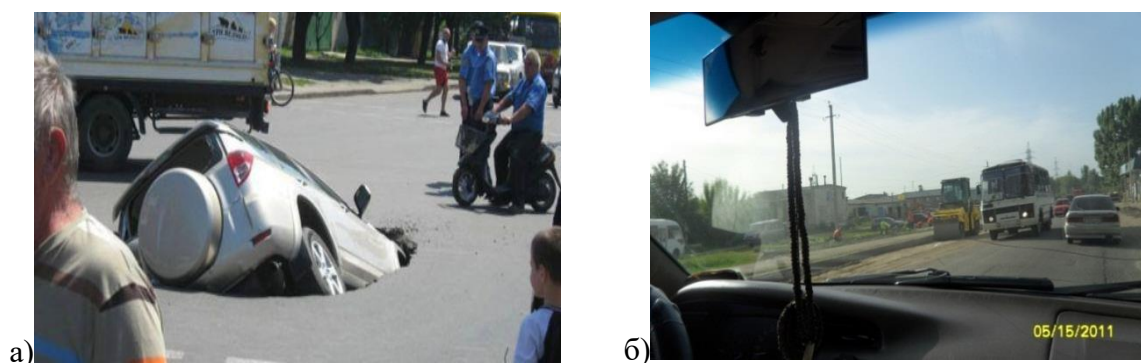


Рисунок 1 – Общий вид последствий организации дорожного движения в местах производства дорожно-ремонтных работ

Классификационно-целевая структура дорожных работ. Дорожные работы классифицируются по целевому назначению, в зависимости от трудоемкости, энергоемкости, экономическим признакам и разделяются на следующие виды, как представлена на рисунке 2. Такой подход более эффективно осуществляет организацию и планированию ремонтных работ, наиболее рационально использовать трудовые и материальные ресурсы дорожных ремонтно-строительных и эксплуатационных организаций для их выполнения.

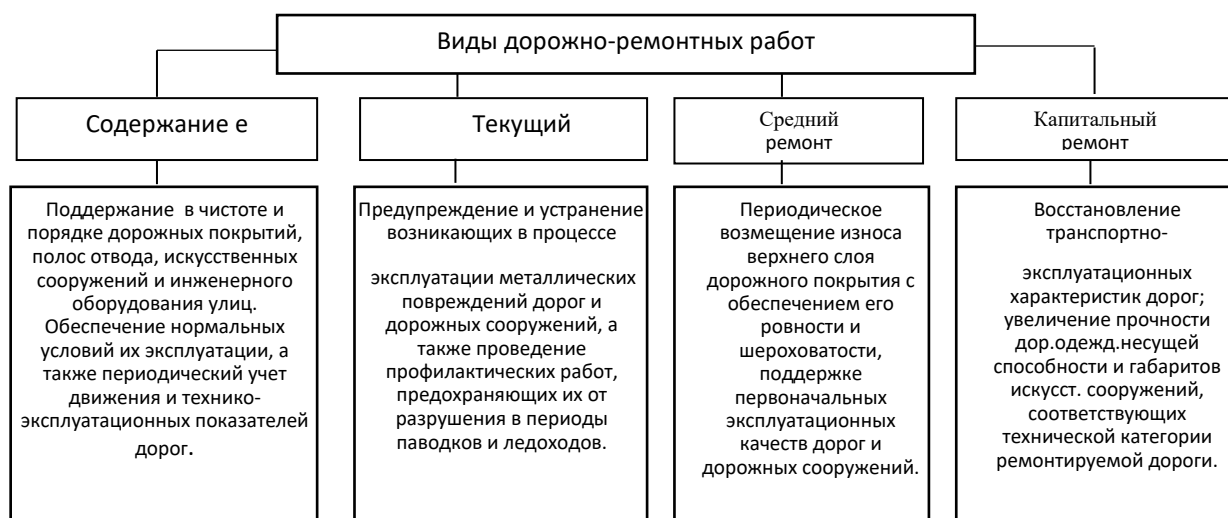


Рисунок 2 – Классификационно-целевая структура дорожных работ

Материалы и методы.

Конструкция мобильного ограждения [4]. Все дорожные ограждения оснащены светоотражающими полосами, что позволяет исключить случайный наезд транспортных средств на них. По желанию заказчика возможна комплектация цепями и карабинами.

Данное мобильное переносное ограждение (рисунок 3) состоит из двух вертикальных стоек 1 и двух горизонтальных стоек 2. Между стойками расположена арматурная сетка 3. Горизонтальные стойки выполнены попарно разных диаметров телескопического типа с жестко закрепленными стойками 4 одного диаметра (например, большими по размеру), жестко прикрепленных ко второй вертикальной стойке 1.

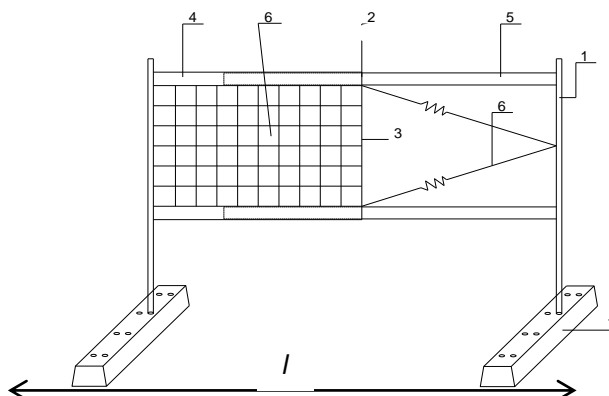


Рисунок 3 – Общий вид мобильного переносного ограждения:

- 1 – вертикальные стойки; 2 – горизонтальные стойки с арматурной сеткой;
- 3 – арматурная сетка; 4 – горизонтальные стойки телескопического типа с жестко закрепленными стойками; 5 – горизонтальные стойки двух подпружиненных элементов; 6 – два подпружиненных элемента; 7 – бетонный блок

К данной стойке в ее центральной части прикреплены не менее двух подпружиненных элементов 6, свободные концы которых прикреплены к торцам противоположных горизонтальных стоек 5. Вертикальные стойки 1 устанавливаются в отверстия бетонных блоков 7. В каждом из таких блоков имеется по шесть отверстий, что

позволяет устанавливать стойки в любом месте бетонных блоков 7 и выстраивать любые по длине и пространственной конфигурации ограждения, в том числе под любым углом отдельных секций друг к другу.

Мобильные переносные ограждения могут объединяться в две и более секции. Связь ограждений осуществляется через бетонные блоки 7 либо через хомуты (на рисунке 3 не показаны).

Для придания ограждениям долговечности и представительного товарного вида на них могут быть нанесены коррозионностойкие или декоративные покрытия. С длиной сторон равной 6 м., выполненный из листовой стали. Известные ограждения выполнены в виде секций, жесткими по конструкции фиксированных размеров (длиной 6 м и высотой 1,8 м). Вертикальные и горизонтальные стойки изготовлены из круглых труб диаметром, соответственно, 42 и 25 мм. Внутри стоек закреплена арматурная сетка с размером ячейки 300×75 мм. Переносное ограждение устанавливается на бетонные блоки, в каждом из которых предусмотрено по шесть отверстий.

Алгоритм расчета и его результаты.

Производим расчет устойчивости дорожного ограждения для эксплуатации в данном районе.

1. Размер поперечного сечения опоры знака и размер основания знака применяют в зависимости от расчетного изгибающего момента, возникающего от ветровой нагрузки на ограждения.

$$M = 0,9 \cdot W \cdot h, \quad (1)$$

где, 0,9 – коэффициент учитывающий дополнительный изгибающий момент от ветровой нагрузки, действующей собственно на опору (без знака); W – расчетная ветровая нагрузка на знак, Н; h – высота приложения ветровой нагрузки, м.

2. РАСЧЕТ УСТОЙЧИВОСТИ НА ВЕТРОВУЮ НАГРУЗКУ ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ ПО ФОРМУЛЕ:

$$W = V \cdot C_x, \quad (2)$$

где, V – ветровая нагрузка; C_x – коэффициент аэродинамического сопротивления. Коэффициент аэродинамического сопротивления для треугольных, в плане, тел равен 1,4.

2. Расчет площади дорожного ограждения с длиной захватки 6000 мм:

а) величина ветровой нагрузки: $W = 387,2 \cdot 1,4 = 542,08 \text{ Н}$

б) изгибающий момент на опору знака от ветровой нагрузки равен

$$M = 0,9 \cdot 542,0 \cdot 0,8 = 390,24 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

3. Допустимая нагрузка для трубы стойки определяется по формуле:

$$P_{дон} = \frac{\sigma_u Z}{l}, \quad (3)$$

где, σ_u – предел прочности при изгибе, кг/см². Например, для стали предел прочности при изгибе равен $\sigma_u \approx 8\,000 \text{ кг/см}^2$; Z – момент сопротивления, см³; l – длина опоры, см.

Определение момента сопротивления для применяемой трубы по формуле:

$$Z = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{d^4 - d_1^4}{d}, \quad (4)$$

где, d – внешний диаметр трубы, см; d_1 – внутренний диаметр трубы, см.

$$Z = \frac{3,14}{32} \cdot \frac{4^4 - 3,6^4}{4} = 2,15 \text{ см}^3 \quad \text{отсюда} \quad P_{\text{дон}} = \frac{8000 \cdot 2,15}{80} = 215 \text{ кг}.$$

Из расчетных данных видно, что труба подходит для применения в изготовлении опоры переносного временного дорожного ограждения

Одним из важных параметров при эксплуатации временных переносных дорожных ограждений является устойчивость конструкции к воздействию внешних факторов, таких как ветровая нагрузка, воздействие потоков воды от атмосферных осадков, случайные касания работниками дорожно-эксплуатационной службы и т.д. [5].

Наиболее часто возникающие нагрузки, воздействующие на временной переносной дорожной ограждения являются ветровые силы (рисунок 4).

Общая длина применяемых в конструкции основания труб равна 1,1 м. Из справочных данных вес одного погонного метра применяемой трубы прямоугольного сечения размером $40 \times 20 \times 2$ мм равна ≈ 2 кг.

Следовательно, вес конструкции основания без учета крепления опоры и опорных пят будет равен 2,2 кг.

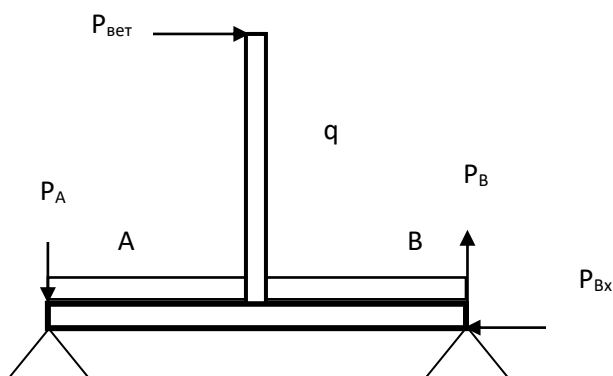


Рисунок 4 – Условия устойчивости конструкции от ветровой нагрузки:

$P_{\text{вет}}$ – ветровая нагрузка, из выше приведенных расчетных $P_{\text{вет}}=6,41$ кг; P_A и P_B – реакции опор; q – распределенная нагрузка от собственного веса конструкции, кг

Применяемая труба для изготовления опоры временного переносного дорожного ограждения имеет вес по справочным данным ≈ 2 кг на погонный метр, следовательно, вес применяемой трубы равен $0,8 \times 2 = 1,6$ кг. Вес самого дорожного ограждения равен 0,9 кг. Общий вес конструкции временного переносного дорожного ограждения равен 32 кг. Для упрощения расчета примем общий вес конструкции за распределенную нагрузку действующую на основание дорожного знака.

Определим реакции опор и моменты в точках А и В.

$$\Sigma Y = - P_A + P_B - ql = 0 \quad (5)$$

$$\Sigma X = -P_{вет} + P_{yB} = 0 \quad (6)$$

$$M_A = P_{вет} \cdot 0,9 - P_B \cdot 0,6 + 0,5 \cdot q \cdot 0,6^2 = 0 \quad (7)$$

$$M_B = P_{вет} \cdot 0,8 - P_A \cdot 0,6 - 0,5 \cdot q \cdot 0,6^2 = 0 \quad (8)$$

Из выше приведенных моментов относительно точек А и В определяем реакции опор

$$P_B = \frac{P_{вет} \cdot 0,8 + 0,5 \cdot q \cdot 0,6^2}{0,6} = \frac{6,145 \cdot 0,8 + 0,5 \cdot 5 \cdot 0,6^2}{0,6} = 10,05 \text{ кг},$$

$$P_A = \frac{P_{вет} \cdot 0,8 - 0,5 \cdot q \cdot 0,6^2}{0,6} = \frac{6,145 \cdot 0,8 - 0,5 \cdot 5 \cdot 0,6^2}{0,6} = 7,05 \text{ кг}.$$

Проверим выполнение условия: $\Sigma Y = -7,05 + 10,05 - 5 \cdot 0,6 = 0$.

Ниже, на рис. 5, приведена корреляционная зависимость между допустимой нагрузкой на опоры ограждения ($P_{доп}$) и момента сопротивления (Z) к воздействию ветра. Например, при длине расстояния между опорами 1,5 м и сопротивлению опоры к ветру от 2 до 6 см^3 значения допустимой нагрузки колеблется в пределах 100 – 320 кг. Аналогично, для $l=3,0 \text{ м}$ значение $P_{доп}$ колеблется в пределах 50-165 кг, а при $l=4,5 \text{ м}$ – 35-110 кг. Как показывает результаты расчета, устойчивость опор зависит от расстояния между опор и их материала.

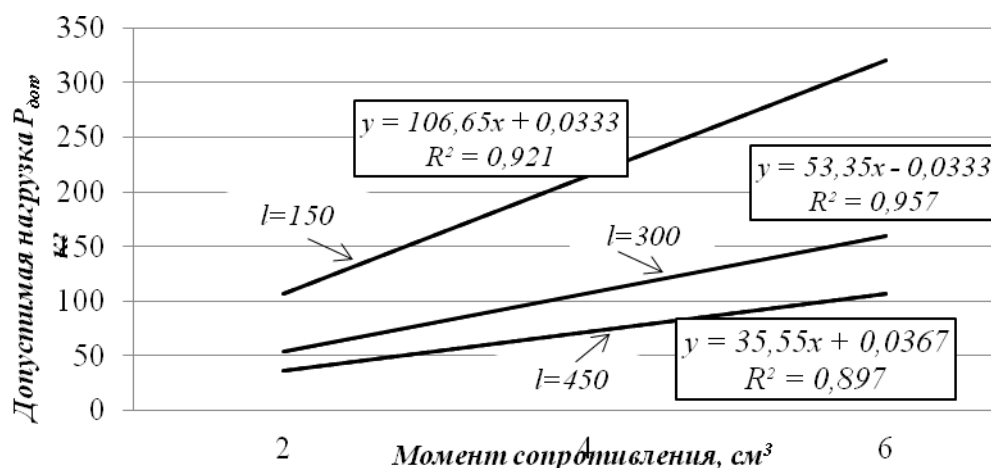


Рисунок 5 – График допустимой нагрузки для трубы

Выводы.

Перед установление мобильных ограждения в местах ремонтных работ, прежде всего устанавливается их устойчивость на ветровую нагрузку. Предлагаемая конструкция мобильного ограждения имеет два технических преимущества: первое – мобильность и обзорность; второе – устойчивость на ветровую нагрузку.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Захаров Д.А. Организация и безопасность дорожного движения // Материалы X международной научно-практической конференции, Тюмень: ТИУ, 2017. Т. 1.– 494 с.
[2] <http://www.kazembassy.by/econom/transport.html>
[3] <http://bekafenc.ru/mobilnoe-ograzhdenie-betafence-c-t.html>.
[4] Патент №102312 от 04.11.2016 г. Мобильное переносное ограждение. /Киялбаев А.К., Оразбаева Д.А., Киялбай С.Н.
[5] Киялбаев А.К., Киялбай С.Н. Эксплуатация автомобильных дорог. Учебное пособие. /под ред. д.т.н., проф. Киялбаева А.К. //изд. 2-е с изм. и доп. – Москва-Алматы: МААДО, КазАДИ, 2017. – 343 с.
[6] Оразбаева Д.А., Киялбай С.Н., Кашаганова Г.Б. Особенности регулирования скоростного режима транспортного потока в местах производства дорожно-ремонтных работ //Материалы международной конференции «Инновации в образовании, науке, транспортно-логистической и телекоммуникационной отраслях» 26 декабря 2021г. С.49-55

Dinara Orazbayeva, doctoral student, Academy of Logistics and Transport, Almaty, Kazakhstan, dinara_o.a@mail.ru

Sania Kiyalbay, Candidate of Technical Sciences, docent, Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Kazakhstan, sanina8@mail.ru

Gulzhan Kashaganova, PhD, Associate Professor, Academy of Logistics and Transport, Almaty, Kazakhstan, g.kashaganova@alt.edu.kz

Maral Jassandykyzy, PhD, University Turan, Almaty, Kazakhstan, maral_sj@mail.ru

Kulzhan Togzhanova, master's student, Academy of Logistics and Transport, Almaty, Kazakhstan, togzhanova_kuljan@mail.ru

CALCULATION METHOD FOR DETERMINING THE STRENGTH CHARACTERISTICS OF MOBILE ROAD BARRIERS DURING THEIR INSTALLATION

Abstract. This article discusses one of the problematic tasks of improving traffic safety in places of road repair work. Due to negligence or lack of requirements on the part of technical supervision in places of repair work, the risk of an accident increases from 1 to 6 or more. At the same time, one of the main reasons is the entrance to the oncoming lane, pedestrian paths or a lane under construction. The beginning and the end of the object in the places of repair work, construction contractors are "used" to fence with concrete blocks, pour high piles from the ground or other measures contrary to the standards of technical regulation in the places of road repair work. The main reason for such actions is related to the instability of mobile protective structures or inconveniences during their installation and transportation.

The authors have developed a theoretical model of the stability of mobile fences and given examples of their calculation. It is based on its own model of mobile fencing. Thus, the supports of a portable temporary road fence are calculated, which increases the stability of the structure to the effects of external factors, such as: wind load, the impact of water flows from precipitation, accidental touches by road maintenance workers, etc.

Keywords: mobile road fences, road repair work, road accidents (accidents), stability, fence design, wind load.

Динара Оразбаева, докторант, Логистика және көлік академиясы, Алматы, Қазақстан, dinaara_o.a@mail.ru

Сания Киялбай, т.ғ.к., доцент, Қазақ автомобиль-жол институты. Л. Б. Гончарова, Алматы, Қазақстан, sanina8@mail.ru

Гүлжан Кашаганова, PhD, қауымдастырылған профессор, Логистика және көлік академиясы Алматы, Қазақстан, g.kashaganova@alt.edu.kz

Марал Жасандықызы, PhD, Тұран университеті, Алматы, Қазақстан, maral_sj@mail.ru

Күлжан Тогжанова, магистрант, Логистика және көлік академиясы, Алматы, Қазақстан, togzhanova_kuljan@mail.ru

ЖЫЛЖЫМАЛЫ ЖОЛ ЖӨНДЕУ ҚОРШАУЛАРЫН ОРНАТУДА БЕРІКТІК СИПАТТАМАЛАРЫН АНЫҚТАУДЫҢ ЕСЕПТІК ӘДІСІ

Андатпа. Бұл мақалада жол жөндеу жұмыстары орындарында қозғалыс қауіпсіздігін арттырудың мәселелік міндеттерінің бірі қарастырылады. Жөндеу жұмыстары орындарында техникалық қадағалау тарапынан талаптардың болмауы немесе салғырттығының салдарынан ЖКО орын алу қаупі 1-ден 6-ға дейін және одан жоғары көтеріледі. Бұл ретте басты себептердің бірі қарсы жолаққа, жаяу жүргіншілер жолына немесе салынып жатқан жолаққа кіру болып табылады. Мердігерлік құрылыс ұйымдары жөндеу жұмыстары орындарында объектінің басы мен соңын бетон блоктармен қоршауға, топырақтан биік үйінділер төгуге немесе жол-жөндеу жұмыстары орындарындағы техникалық реттеу стандарттарына қайшы келетін басқа да іс-шараларға "үйреніп қалған". Мұндай әрекеттердің басты себебі мобильді қорғаныс құрылымдарының тұрақсыздығымен немесе оларды орнату мен тасымалдау кезіндегі қолайсыздықпен байланысты.

Авторлар мобильді қоршаулардың тұрақтылығының теориялық моделін жасап, оларды есептеу мысалдарын келтірді. Мобильді қоршаудың өзіндік моделі негіз ретінде қабылданды. Осылайша, есептік жолмен тасымалданатын уақытша жол қоршауының тіректері анықталды, осыған байланысты құрылымның сыртқы факторлардың әсеріне тұрақтылығы артады, мысалы: жел жүктемесі, жауын-шашыннан су ағындарының әсері, жол-пайдалану қызметі қызметкерлерінің кездейсоқ жанасуы және т. б.

Түйінді сөздер: жол жөндеу қоршаулары, жол жөндеу жұмыстары, жол-көлік оқиғалары (ЖКО), беріктік, құршау конструкциясы, жел ықпалы.
