

# Научные исследования в области разработки конструкций и обоснования параметров рабочих органов битумощебнераспределителей для устройства и контроля качества макрошероховатых дорожных покрытий

<sup>1</sup>КАДЫРОВ Жаннат Нурғалиевич, д.т.н., профессор, kadyrov.1954@mail.ru,

<sup>2</sup>БАУБЕКОВ Ермек Ельтаевич, д.т.н., профессор, baubekov3@mail.ru,

<sup>2\*</sup>БЕГИМКУЛОВА Элмира Алимбековна, докторант, eb\_199292@mail.ru,

<sup>1</sup>Казахский университет путей сообщения, Казахстан, 050063, Алматы, микрорайон Жетысу-1, 32а,

<sup>2</sup>Академия логистики и транспорта, Казахстан, 050012, Алматы, ул. Шевченко, 97,

\*автор-корреспондент.

**Аннотация.** Цель работы – проведение научных исследований для разработки конструкции и обоснования параметров рабочих органов битумощебнераспределителей (БЩР), анализ общих компоновочных схем и конструкций битумощебнераспределителей для устройства макрошероховатых дорожных покрытий. В настоящей работе обосновано, что изменение макрошероховатости при переходе от участка с обычным дорожным покрытием к участкам с шероховатой поверхностной обработкой однозначно вызывает изменение уровня и структуры шума при движении автомобиля, что может быть распознано водителем при потере внимания и выезде за полосу краевой разметки. К основным видам машин и механизмов, ориентированных на создание дорожных покрытий с шероховатой поверхностью, относятся щебнераспределители различных производителей, которые могут быть предложены для модернизации и автоматизации. В настоящее время для устройства макрошероховатых дорожных покрытий и шумовых краевых полос (ШКП) применяются устаревшие технологии и оборудование, основанные на механическом принципе их формообразования. К недостаткам этих агрегатов относятся громоздкость конструкции, плохая управляемость и низкая точность дозирования щебня при его выдаче из кузова на дорожное полотно. Автором предлагается на основе анализа машин для устройства дорожных покрытий с шероховатой поверхностью показать технические решения расширения их функциональных возможностей для устройства макрошероховатых дорожных покрытий и ШКП.

**Ключевые слова:** макрошероховатость, дорожное покрытие, шумовая полоса, битумощебнераспределитель, синхронное распределение, слой вяжущего, дозирование, нормирование шероховатости.

## Введение

На автомобильных дорогах Республики Казахстан продолжает оставаться высоким риском возникновения дорожно-транспортных происшествий вследствие низких сцепных качеств дорожного покрытия. Законодательство Республики Казахстан во многих нормативно-правовых и нормативно-методических документах отражает проблему сохранения человеческого здоровья и жизни на автомобильных дорогах [1,2]. Для повышения безопасности дорожного движения, обеспечения коэффициента сцепления и защиты покрытия от интенсивного разрушения под действием возрастающей автомобильной нагрузки и природных факторов устраивают шероховатые поверхностные обработки с помощью автомати-

зированных БЩР

Табыловым А.У. [3] проводилось исследование работы битумощебнераспределителя (БЩР) при условии представления его как автоматизированного дорожного транспортно-технологического манипулятора, работающего в обобщённых технологических координатах при устройстве шумовых краевых полос (ШКП).

Анализ работы БЩР при устройстве ШКП выявил следующие особенности, влияющие в дальнейшем на создание новых рабочих органов БЩР:

1. При распределении щебня по дорожному полотну с нанесённым на него слоем вяжущего **продольная составляющая вектора скорости падения зерна щебня относительно поверхности дороги** в момент касания с ней должна

быть минимальной (в идеале – равной нулю). Несоблюдение условия приведёт: а) к плохой приживаемости щебня при падении на уже уложенный слой щебня; б) несоблюдению однородности шероховатой поверхности (при попадании щебня в струю вяжущего нарушается условие свободы верхней поверхности зерна щебня от слоя вяжущего), что в итоге снижает качество устройства ШКП.

2. Высота рабочего органа (направляющей БЩР) относительно дорожного полотна практически не влияет на продольную составляющую скорости падения щебня (так как при исходном значении данной высоты ориентировочно в 1м её вариация минимальна).

3. Модернизацию конструкции БЩР рекомендовано вести в направлении введения дополнительного навесного модуля для дополнительной подачи щебня с изменёнными размерно-геометрическими и механическими характеристиками, что гарантированно обеспечит требуемые свойства ШКП, а именно срок её службы, шумовые параметры и коэффициенты сцепления (наибольший эффект достигается при подсыпании щебня меньшей прочности: 1200 дополнительной к 1600 основной фракции и (или) щебня фракции 10-15 (дополнительной) к щебню фракции 15-20 (основной)).

Проведённые Калиевым Б.З. исследования позволили выявить следующие особенности работы БЩР:

1. При наладке агрегатов БЩР необходимо параметры наладки и регулирования при распределении щебня по направляющей выбирать по высоте и вертикали (вертикальной плоскости с учётом гравитационных сил), а параметры наладки и регулирования вяжущего в распределителе вяжущего выбирать по высоте (в нормальной плоскости) к дорожному покрытию (используя принудительные силы давления в элементах гидросистемы). Данные особенности являются основой для создания автоматической системы управления битумощебнераспределением.

2. Взаимное положение рабочих органов БЩР и дорожного покрытия зависит от параметров продольного профиля автомобильной дороги (особенно на спусках-подъёмах, виражах и горных дорогах), а также от загруженности щебнем кузова (массы щебня) и от его наклона.

3. Модернизация конструкции агрегата распределения щебня может быть достигнута введением дополнительного навесного модуля для подачи дополнительной доли щебня другой (уменьшенной) фракции (например, к основной фракции 15-20 добавление дополнительной фракции 10-15), что и позволит обеспечить требуемые свойства шероховатой поверхностной обработки, а именно коэффициента сцепления и срока службы.

Суслигановым П.С. [4] проведены исследования по повышению качества устройства дорож-

ных покрытий с шероховатой поверхностью на основе совершенствования системы показателей макрошероховатости покрытия и методов контроля качества. В рамках данных исследований доказана значительная степень зависимости коэффициента сцепления от влияния разности высот выступов щебня в отличие от влияния средней высоты выступов, а также предложен новый параметр для оценки и нормирования шероховатости поверхности автодороги, а именно дисперсия высот выступов макрошероховатости (данный параметр инвариантен к выбору базы измерения).

#### **Анализ общих компоновочных схем и конструкций битумощебнераспределителей**

Традиционно используемая компоновочная схема БЩР [5] предполагает синхронное распределение на дорожное полотно слоя вяжущего и щебня (рисунок 1).

Однако построенные по таким схемам БЩР не позволяют реализовать различные виды поверхностной обработки, а именно распределение щебня в один, два и три слоя. Автором была разработана улучшенная по распределению щебня схема БЩР [6] (рисунок 2), а также улучшенная по распределению вяжущего схема БЩР [7] (рисунок 3).

Перспективно компоновочное решение компании SECMAIR SA с наклоном кузова вовнутрь (к кабине), наличием транспортного конвейера (для транспортировки щебня назад по конвейеру из кузова БЩР) и дополнительного буферного резервуара [8], дальнейшим развитием которой явилось новое компоновочное решение (рисунок 2) с расширенными функциональными возможностями и повышенной надёжностью функционирования.

Битумощебнераспределитель содержит поворотный кузов с расположенным в его донной части по всей длине транспортёром 1 (сдвоенным, разнесённым по ширине кузова), привод 2 поворота кузова, управляемую от привода 3 односторонне открытую поворотную промежуточную ёмкость 4 с отверстием 5 для сброса щебня 6 на дорожное полотно 7. В отверстии дополнительно размещён вращающийся роторный вытяжной ролик 8.

В соответствии с предлагаемым техническим решением кузов выполнен сборным и состоящим из двух секций – верхней прямоугольной 9 и нижней 10 Г-образной с протяжённой вдоль всего дна кузова стороной. В секции 10 дополнительно изготовлен смещённый к краю люк 11 для высыпания щебня на транспортёр. Такая конструкция кузова БЩР позволяет размещать в его секциях разнофракционный щебень.

Внутри Г-образной секции 10 размещён транспортёр с возможностью перемещения щебня через всю длину кузова к открытой стороне (при наклоне кузова вперёд, рисунок 2б).

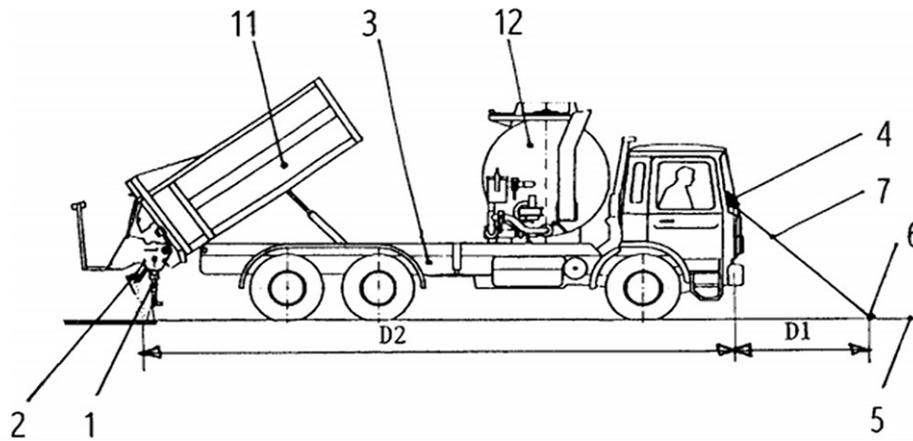


Рисунок 1 – Битумощебнераспределитель

**Результаты исследований**

Анализ работы БЩР показал, что регулируемо-запираемый затвор агрегата распределения щебня не обеспечивает дозированной выдачи щебня, так как при открытии Г-образного затвора происходит нерегулируемое падение щебня, в дальнейшем перекрыть такой поток невозможно. Приспособление для дозированной выдачи щебня в виде поворотных неполнокруговых конусообразных секторов не позволяет регулировать и создавать многорядные (один на одном) потоки движущегося по ленте щебня.

Расширенными функциональными возможностями, в частности, в обеспечении дозированной выдачи щебня из бункера на ленту и разнонаправленного движения транспортной ленты с одно- и многорядным перемещением по ней щебня, обладает БЩР (рисунок 3).

Битумощебнераспределитель содержит агрегаты распределения вяжущего и щебня. Последний включает в себя бункер 1 с вертикально ориентированным и срабатывающим от регулируемого загружаемого затвора отпусковым отверстием. В состав агрегата распределения щебня входят также регулируемый по направлению перемещения конвейер, направляющие лотки 2 с отражающими экранами 3 и приспособление дозированной выдачи щебня.

В соответствии с техническим решением регулируемо-запираемый затвор выполнен сборным и состоящим из неподвижной 4 и регулируемо-вращаемой 5 круговых перегородок. Перегородки 4 и 5 расположены одна над одной, при этом перегородка 5 управляется от привода. Перегородки 4 и 5 разделены на равные угловые секторы. В неподвижной перегородке 4 через один изготовлены расширяющиеся к периферии эллиптические отверстия 6, а в регулируемо-вращаемой перегородке выполнены через один сплошные угловые сектора 7. Перегородка 5 имеет возможность равномерного углового поворота и поэтапного открытия эллиптических отверстий 6 при вращении перегородки 5. Такая конструкция

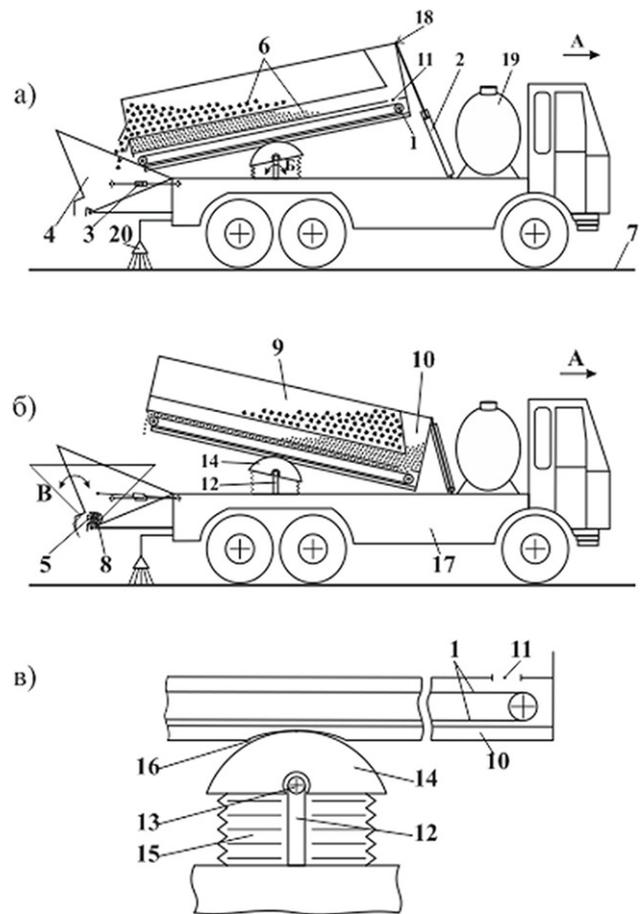


Рисунок 2 – Битумощебнераспределитель

регулируемо-запираемого затвора обеспечивает дозированную выдачу щебня и полностью предотвращает заклинивание затвора скопившимся щебнем.

**Вывод.** Проведённые научные исследования обосновали необходимость включения предложенных автором новых параметров нормирования шероховатости дорожных покрытий в единую систему диагностики, оценки состояния и паспортизации автомобильных дорог.

В результате научных исследований разработана новая конструкция битумощебнераспределителей [7]. Впервые обеспечена конструктивная простота и компактность размещения узлов БЩР, их хорошая управляемость. Расширены функциональные возможности БЩР за счёт дозированной

выдачи щебня на регулируемый конвейер, за счёт легкоуправляемого разнонаправленного движения транспортной ленты с щебнем и возможности разнообъемного перемещения щебня по ленте с дальнейшей дозированной подачей (россыпью) на дорожное полотно.

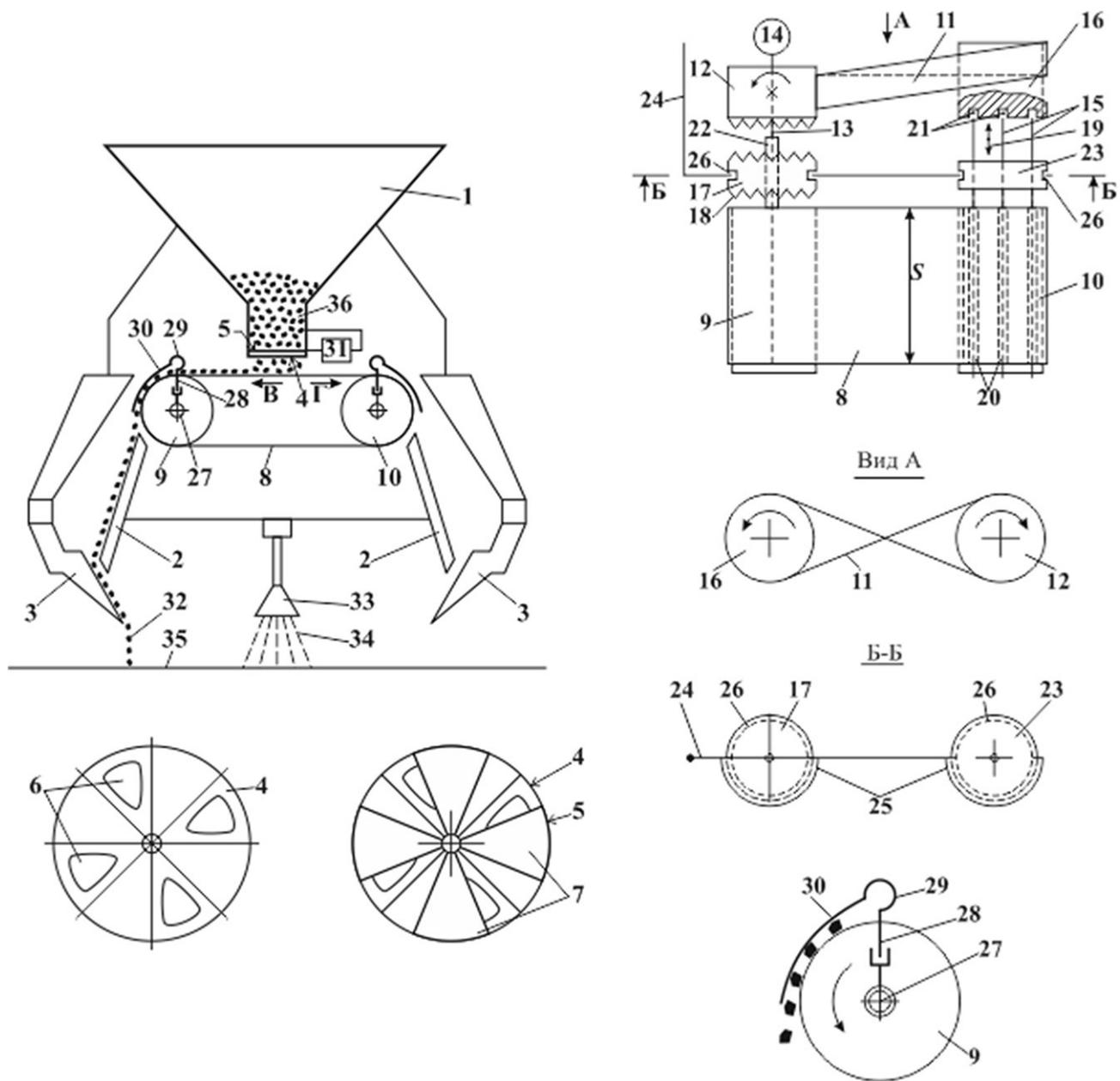


Рисунок 3 – Битумощебнераспределитель

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Закон РК «О техническом регулировании» от 9 ноября 2004 г. № 603.
2. Об автомобильных дорогах: Закон Республики Казахстан от 17 июля 2001 г. № 245-II.
3. Табылов А.У. Обоснование параметров рабочего органа щебнераспределителя для устройства шумовой краевой полосы автомобильных дорог. – Алматы, 2007. – 24 с.
4. Суслиганов П.С. Совершенствование методов контроля качества устройства дорожных покрытий с шероховатой поверхностью. – Саратов – Волгоград, 2008. – 16 с.
5. Пат. РФ № 2149943, МПК E01C 23/06, 19/18, 19/21, опубл. 27.05.2008 г. Заявитель Холмянский И.А. Способ ремонта и вос-

становления покрытий дорог и агрегат для осуществления этих процессов.

6. Заявка на патент. №2020/0228.1 Агрегат для ремонта и восстановления покрытий дорог / Кадыров Ж.Н., Есеркенова Б.Ж., Кочетков А.В., Бегимкулова Э.А. МПК К01С 23/06, 19/18, 19/21 от 10.04.2020 г.
7. Пат. РК № 35022. Битумощебнераспределитель / Кадыров Ж.Н., Есеркенова Б.Ж., Бегимкулова Э.А. МПК E01C 23/06, 19/18, 19/21, опубл. в БИ № 16, 2021 г.
8. Пат. Франции № 2781825, МПК E01C 19/20, 15/21, опубл. 04.02.2010 г. Устройство для распределения компонентов по проезжей части. Заявитель SECMAIR SA.

**Макро-бұдырлы жол төсемдерін салуға арналған битум-қиыршықтас таратқыштың жұмыс жабдығының құрылымын әзірлеу және оның параметрлерін негіздеу саласындағы ғылыми зерттеулер**

<sup>1</sup>КАДЫРОВ Жаннат Нурғалиевич, т.ғ.д., профессор, kadyrov.1954@mail.ru,

<sup>2</sup>БАУБЕКОВ Ермек Ельтаевич, т.ғ.д., профессор, baubekov3@mail.ru,

<sup>2\*</sup>БЕГИМКУЛОВА Элмира Алимбековна, докторант, eb\_199292@mail.ru,

<sup>1</sup>Қазақ қатынас жолдары университеті, Қазақстан, 050063, Алматы, Жетісу-1 шағын ауданы, 32а,

<sup>2</sup>Логистика және көлік академиясы, Қазақстан, 050012, Алматы, Шевченко көшесі, 97,

\*автор-корреспондент.

**Аңдатпа.** Жұмыстың мақсаты – битум-қиыршықтас таратқыштың (БҚТ) жұмыс жабдығының құрылымын әзірлеу және оның параметрлерін негіздеу үшін ғылыми зерттеулер жүргізу мен макро-бұдырлы жол төсемдерін салуға арналған битум-қиыршықтас таратқыштың жалпы құрастыру сызбалары мен құрылымдарын талдау. Осы жұмыста қарапайым жолдан кедір-бұдырлы беткі аумаққа өту кезінде макро кедір-бұдырлықтың өзгеруі, сондай-ақ жол бойында жүргізуші назарын жоғалтқан кезде және шеткі жолақ таңбасынан өтіп кеткенде ескертілетін автомобильдің жүргін жолақтан жолдың шеткі сызығы бойымен бұдырлы беткеймен қозғалысы кезінде шудың деңгейі мен құрылымының өзгеруіне әкелетіні негізделген. Кедір-бұдырлы беткі жол төсемдерін жасауға бағытталған машиналар мен механизмдердің негізгі түрлеріне жаңғырту және автоматтандыру үшін ұсынылуы мүмкін түрлі өндірушілердің қиыршық тас таратқыштары жатады. Қазіргі уақытта макро-кедір-бұдырлы жол төсемдері мен шулы жиек жолақтарын (ШЖЖ) орнату үшін оларды қалыптаудың механикалық қағидатына негізделген ескірген технологиялар мен жабдықтар қолданылады. Бұл қондырғылардың кемшіліктеріне құрылымның үлкендігі, нашар өңделуі және қиыршық тасты кузовтан жол төсеміне шығарған кезде оны мөлшерлеудің төмен дәлдігі жатады. Автор бұдырлы беті бар жол төсемдерін орнатуға арналған машиналарды талдау негізінде макро бұдырлы жол төсемдері мен ШЖЖ құрылғылары үшін олардың функционалдығын кеңейтудің техникалық шешімдерін көрсетуді ұсынады.

**Кілт сөздер:** макро-бұдырлық, жол төсемі, шу жолағы, битум-қиыршықтас таратқыш, синхронды үлестіру, тұтқыр қабат, мөлшерлеу, кедір-бұдырды нормалау.

**Scientific Research in the Field of Design Development and Justification of the Parameters of the Working Bodies of Bituminous Distributors for the Device of Macro-rough Road Surfaces**

<sup>1</sup>KADYROV Zhannat, Dr. of Tech. Sci., Professor, kadyrov.1954@mail.ru,

<sup>2</sup>BAUBEKOV Ermek, Dr. of Tech. Sci., Professor, baubekov3@mail.ru,

<sup>2\*</sup>BEGIMKULOVA Elmira, doctoral student, eb\_199292@mail.ru,

<sup>1</sup>Kazakh University of Transport Communications, Kazakhstan, 050063, Almaty, Zhetysu-1 Microdistrict, 32a,

<sup>2</sup>Academy of Logistics and Transport, Kazakhstan, 050012, Almaty, Shevchenko Street, 97,

\*corresponding author.

**Abstract.** The purpose of the work is to conduct scientific research to develop designs and substantiate the parameters of the working bodies of bitumashebnr distributors and to analyze the general layout schemes and designs of bitumashebnr distributors for the device of macro-rough road surfaces. In this paper, it is proved that the change in macro-roughness during the transition from a section with a normal road surface to sections with rough surface treatment, as well as from driving along the coasting lane to driving along the edge line of the operated road section with rough surface treatment definitely causes a change in the level and structure of noise when driving a car, which can be recognized by the driver when losing attention and leaving the edge marking lane. The main types of machines and mechanisms focused on creating road surfaces with a rough surface include crushed stone distributors of various manufacturers, which can be offered for modernization and automation. Currently, outdated technologies and equipment based on the mechanical principle of their shaping are used for the device of macro-rough road surfaces and noise edge strips. The disadvantages of these units include the bulkiness of the structure, poor handling and low accuracy of dosing crushed stone when it is delivered from the body to the roadbed. The author proposes, based on the analysis of machines for the device of road surfaces with a rough surface, to show technical solutions for expanding their functionality for the device of macro-rough road surfaces and noise edge strips.

**Keywords:** *macro-roughness, road surface, noise band, bituminous distributor, synchronous distribution, binder layer, dosing, roughness normalization.*

## REFERENCES

1. Zakon RK «O tehničeskom regulirovanii» ot 9 nojabrja 2004 g. No. 603.
2. Ob avtomobil'nyh dorogah: Zakon Respubliki Kazahstan ot 17 ijulja 2001 g. No. 245-II.
3. Tabylov A.U. Obosnovanie parametrov rabocheho organa shhebneraspreditelja dlja ustrojstva shumovoj kraevoj polosy avtomobil'nyh dorog. – Almaty, 2007. – 24 p.
4. Susliganov P.S. Sovershenstvovanie metodov kontrolja kachestva ustrojstva dorozhnyh pokrytij s sherohovatoj poverhnost'ju. – Saratov – Volgograd, 2008. – 16 p.
5. Pat. RF no. 2149943, MPK E01S 23/06, 19/18, 19/21, opubl. 27.05.2008 g. Zajavitel' Holmjanskij I.A. Sposob remonta i vosstanovlenija pokrytij dorog i agregat dlja osushhestvlenija jetih processov.
6. Zajavka na predpolag.izobr. No. 2020/0228.1 Agregat dlja remonta i vosstanovlenija pokrytij dorog / Kadyrov Zh.N., Eserkegenova B.Zh., Kochetkov A.V., Begimkulova Je.A. MPK K01S 23/06, 19/18, 19/21 ot 10.04.2020 g.
7. Pat. RK no. 35022. Bitumoshhebneraspreditel' / Kadyrov Zh.N., Eserkegenova B.Zh., Begimkulova Je.A. MPK E01S 23/06, 19/18, 19/21, opubl. v BI no. 16, 2021 g.
8. Pat. Francii no. 2781825, MPK E01S 19/20, 15/21, opubl. 04.02.2010 g. Ustrojstvo dlja raspredelenija komponentov po proezzhej chasti. Zajavitel' SECMAIR SA.