

УДК 629.1.02

**Сахапов Р.Л.** – доктор технических наук, профессорE-mail: [rustem@sakhapov.ru](mailto:rustem@sakhapov.ru)**Махмутов М.М.** – кандидат технических наук, ст. преподавательE-mail: [maratmax@yandex.ru](mailto:maratmax@yandex.ru)**Земдиханов М.М.** – кандидат технических наук, доцентE-mail: [mr.minsur@yandex.ru](mailto:mr.minsur@yandex.ru)**Фазылов М.А.** – студентE-mail: [marik.fazilov@mail.ru](mailto:marik.fazilov@mail.ru)**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

### Расчет устройства для демаркировки дорожной разметки

#### Аннотация

В данной статье предлагается устройство для демаркировки дорожной разметки гидродинамическим методом. Решается так же проблема рекультивации воды. Вода имеет замкнутый цикл, и расход её минимизируется. Применяемый натуральный наждак из-за того что в своем составе имеет 60 % оксида железа намагничивается. Используя это можно свести потери абразива в процессе работы до нуля. Приведен расчёт скорости движения демаркировщика для эффективной работы, учитывая обороты кавитационных сопел, а так же длину разрушения разметки за один проход сопел.

**Ключевые слова:** демаркировщик, дорожная разметка, гидроабразив, оксид железа, кавитация.

В данной работе предлагается устройство для демаркировки дорожной разметки гидродинамическим методом с применением гидроабразивных технологий [1].

Данное устройство (рис. 1) состоит из основных частей. В качестве абразива используется натуральный наждак природный минерал, состоит из: корунда и магнетита – черного магнитного оксида железа  $Fe_3O_4$  [2].

В демаркировщике применяются сопла для гидроабразивной обработки с большой износостойкостью [3]. С использованием этих сопел можно уменьшить давление струи воды для очистки дорог и аэродромов [4, 5].

Решается так же проблема рекультивации воды. Вода имеет замкнутый цикл, и расход её минимизируется. Натуральный наждак из-за того что в своем составе имеет 60 % оксида железа намагничивается. Используя это можно свести потери абразива в процессе работы до нуля.

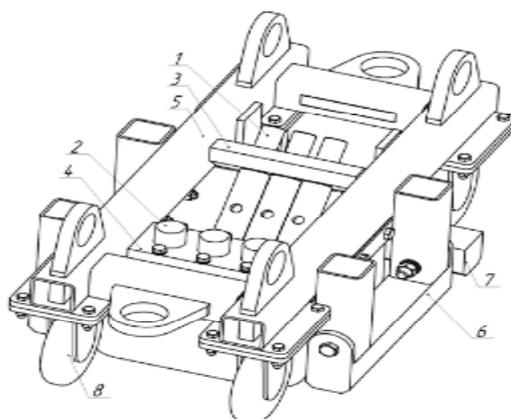


Рис. 1. Устройство демаркировщика:

- 1 – сопло; 2 – откатка; 3 – крепление сопла; 4 – крепление откатки; 5 – рама;  
6 – магнит боковой; 7 – магнит задний; 8 – колесо

За счет разных технологических решений, стоимость конструкции её обслуживание и эксплуатация удешевляется, в этом мы и получим положительный экономический эффект. Так как можно будет выполнять такое же количество работы но с меньшими затратами, не уступая качеством.

Рассмотрим работу гидроабразивного демаркировщика поэтапно. На рис. 2 показан демаркировщик в изометрии и разрезе для наглядности.

Вода поступает на сопло под определенным давлением. Для примера возьмем машину ДКТ 280. Создаваемое давление подводящее к насадку 250 МПа. Давление 250 МПа при гидроабразивном методе вполне приемлема для удаление разметки с асфальта.

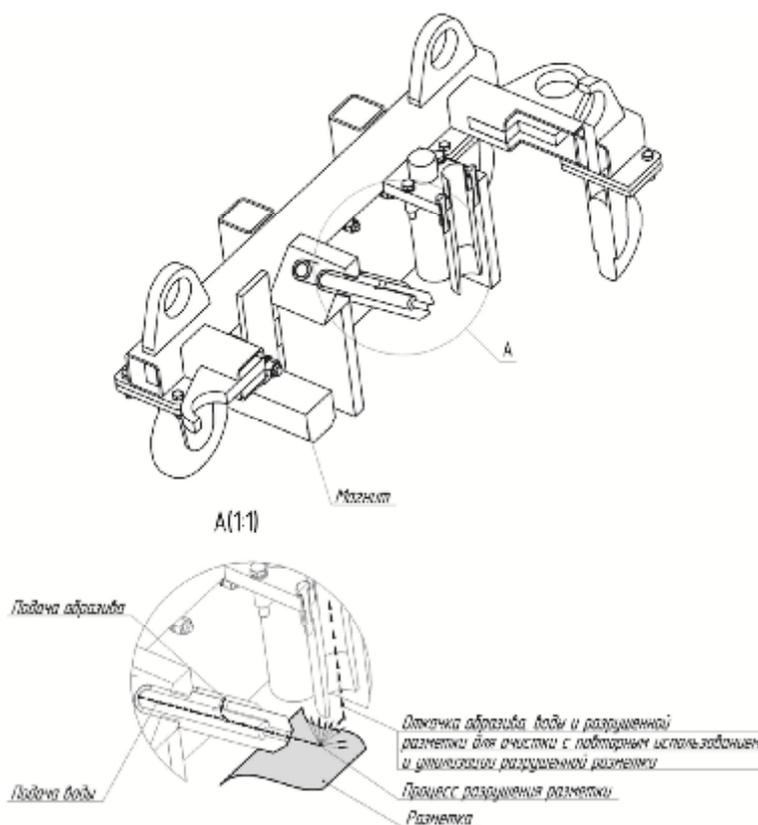


Рис. 2. Общий вид демаркировщика в разрезе

На рисунке видно, что у демаркировщика 3 сопла. Каждый из них удаляет 50 мм разметки. Для примера демаркировки была выбрана разметка шириной 150 мм. Дорожная разметка имеют стандартные размеры по ГОСТ 51256-2011.

В сопле есть отверстие с резьбой для присоединения шланга с абразивом. Абразив в сопло поступает так же под давлением [6]. В сопле имеется выемка по всей длине, чтобы абразив не выталкивался обратно под действием воды. На рис. 2 видно, что вода, смешиваясь с абразивом, начинает демаркировать асфальт.

Вода с абразивом, разрушив разметку, всасывается через трубы откачки для очистки воды от грязи и абразива. Накладка из полимерного материала не позволяет воде утекать за пределы обрабатываемой зоны. Если абразив, по каким-либо причинам, не попадет в трубы откачки, он осядет на асфальте. Что бы этого не случилось в конце и по бокам демаркировщика установлены магниты [7].

Расчёт скорости движения демаркировщика для эффективной работы будем производить, учитывая обороты кавитационных сопел, а так же длину разрушения разметки за один проход сопел.

Для расчёта примем, что будет производиться демаркировка самых распространенных горизонтальных разметок 1.1 и 1.5 (рис. 3), ширина линий 15 см по ГОСТ 51256-2011.



Рис. 3. Горизонтальная разметка 1.1 (а) и 1.5 (б)

С экспериментальными исследованиями ООО «Спецстрой» выявлено, что за один проход сопел линии 1.1 удаляется в среднем 50 мм линии. Количество сопел равно  $n=3$ , значит, длина демаркируемая за один оборот сопел  $L_{\text{дем}}$  рассчитывается по формуле (1):

$$L_{\text{дем}} = Y \cdot n, \quad (1)$$

где  $Y$  – демаркировка с одним соплом,  
 $n$  – количество сопел.

Следовательно, за один оборот сопел демаркируется 200 мм линии 1.1.

За одну минуту работы демаркируемая поверхность линии 1.1 будет рассчитываться по формуле (2):

$$L_{\text{дем.за 1 мин}} = N \cdot L_{\text{дем за 1 об}}, \quad (2)$$

где  $N$  – количество оборотов сопел за 1 минуту равно 65.

$L_{\text{дем за 1 об}}$  – демаркируемая линия за один оборот сопел.

Следовательно  $L_{\text{дем.за 1 мин}} = 13000 \text{ мм} = 13 \text{ м}$ .

За один час работы демаркировщика демаркируется 780 мм линии горизонтальной разметки 1.1.

Учитывая, что почти все дорожные работы ведутся ночью и продолжительность смены равна 10 часов, можно сказать, что за смену демаркировщик может удалить горизонтальную разметку 1.1 длиной 7000 м. Горизонтальную разметку 1.5 за смену можно удалить за смену в три раза больше чем линию 1.1. Следовательно, горизонтальную разметку за 10 часовую смену можно демаркировать около 21000 м.

Поскольку цикл воды частично замкнутый встает вопрос об очистке воды поступившего с демаркировщика. На рис. 4 показана разработка, которая служит для очистки воды.

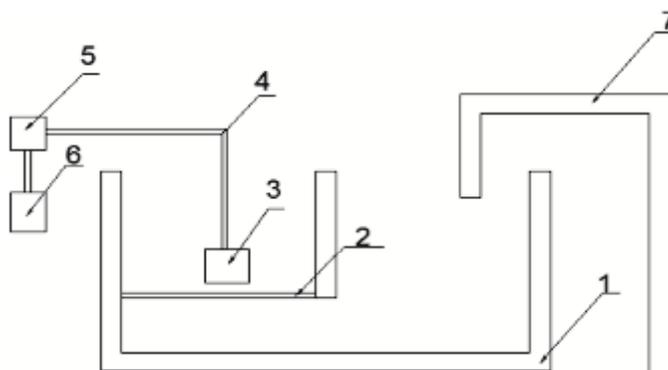


Рис. 4. Схема очистки воды:

1 – цистерна для грязной воды; 2 – сетка (сито 10 мм); 3 – забор воды; 4 – шланг;

5 – фильтр грубой очистки воды, Honeywell FK06 ААМ, 100 мкм;

6 – фильтр тонкой очистки, Гейзер Тайфун 10 ВВ, 50 мкм;

7 – шланг для слива воды с демаркировщика

Предлагается очистка воды в 4 стадиях.

Вода, поступившая в цистерну, из шланга 7, отстаивается, крупные фракции грязи остаются внизу цистерны 1, перед забором воды 3, стоит сетка 2, имеющее отверстие 10 мм, после чего вода поступает по шлангам 4, в фильтр грубой очистки воды 5. После грубой очистки, вода поступает в фильтр тонкой очистки воды 6. После системы фильтрации вода поступает к водозаборной цистерне для дальнейшего использования. Все грубые частицы оставшиеся внизу очистной цистерны необходимо после каждой смены утилизировать.

Кавитация процесс парообразования и последующей конденсации пузырьков пара в потоке жидкости, сопровождающийся шумом и гидравлическими ударами, образование в жидкости полостей (кавитационных пузырьков, или каверн), заполненных паром самой жидкости, в которой возникает. Кавитация возникает в результате местного понижения давления в жидкости, которое может происходить либо при увеличении её скорости (гидродинамическая кавитация), либо при прохождении акустической волны большой интенсивности во время полупериода разрежения (акустическая кавитация), существуют и другие причины возникновения эффекта. Перемещаясь с потоком в область с более высоким давлением или во время полупериода сжатия, кавитационный пузырёк схлопывается, излучая при этом ударную волну.

Явление кавитации носит локальный характер и возникает только там, где есть условия. Перемещаться в среде возникновения не может. Кавитация разрушает поверхность гребных винтов, гидротурбин, акустических излучателей и др. Кавитация также приносит пользу – её применяют в промышленности, медицине, военной технике и других смежных областях.

Рассмотрим технологию снятия дорожной разметки методом гидродинамической демаркировки с использованием кавитации [8]. Преимущества данной технологии аналогичны гидро-пескоструйным демаркировщикам. Это уменьшение давление воды, для снятия разметки до 200-250 МПа. Применение гидродинамического демаркировщика с использованием кавитации решает проблему с качеством выполняемых работ. Так же при применении различных видов сопел можно уменьшить давление для разрушения термопластика, что приведет к удешевлению самой конструкции.

Так же данная система системы демаркировки легко адаптируется под решение других задач. Таких как, к примеру, очистки взлетно-посадочных полос на аэродромах. При посадке самолета, вследствие больших сил трения между резиной колеса и асфальтобетонном, поверхность покрытия взлетно-посадочных полос нарушается. На нем остаются следы сгоревшей резины. Вследствие неровности поверхности самолет воспринимает дополнительные нагрузки – вибрацию.

### **Выводы**

В качестве абразива применяется натуральный наждак. Натуральный наждак из-за того что в своем составе имеет 60 % оксида железа намагничивается. Используя это, сводим потери абразива в процессе работы до нуля.

За счет применения абразива в нашей конструкции, стоимость конструкции её обслуживание и эксплуатация удешевляется, мы получаем положительный экономический эффект. Так как можно будет выполнять такое же количество работы но с меньшими затратами, не уступая качеством.

### **Список библиографических ссылок**

1. Габдуллин Т.Р. Разработка демаркировщика с гидродинамическим рабочим органом кавитационного типа // Известия КГАСУ, 2014, № 4 (30). – С. 464-469.
2. Брехман А.И., Сахапов Р.Л., Абсалямова С.Г. Инновационная модель интеграции образования и бизнеса в дорожно-строительной отрасли // Наука и техника в дорожной отрасли, 2014, № 3. – С. 39-41.
3. Махмутов М.М. Оптимизация параметров конусности стойки устройства противоскольжения // Тракторы и сельхозмашины, 2013, № 6. – С. 31-33.
4. Махмутов М.М. Повышение функциональных качеств колесных движителей с устройствами противоскольжения. – Казань: Изд-во КГУ, 2006. – 160 с.
5. Сахапов Р.Л., Махмутов М.М. Влияние исследуемых факторов на мощность фрезерования // Известия Самарского научного центра РАН, том 17, 2015, № 2 (4). – С. 896-899.
6. Сахапов Р.Л., Махмутов М.М. О качестве уплотнения грунтов земляного полотна // Известия КГАСУ, 2015, № 2 (32). – С. 289-294.

7. Славкин В.И., Гаджиев П.И., Махмутов М.М., Makhmutov M.M. Тяговые показатели колесных МТА кл. 1,4 со съёмными зацепами в условиях пашни // Тракторы и сельхозмашины, 2012, № 3. – С. 21-23.
8. Фирсов М.М., Махмутов М.М., Makhmutov M.M., Славкин В.И. Обеспечение рационального буксования колесного движителя // Тракторы и сельхозмашины, 2015, № 6. – С. 14-16.

**Sakhapov R.L.** – doctor of technical science, professor

E-mail: [rustem@sakhapov.ru](mailto:rustem@sakhapov.ru)

**Makhmutov M.M.** – candidate of technical science, senior lecturer

E-mail: [maratmax@yandex.ru](mailto:maratmax@yandex.ru)

**Zemdikhanov M.M.** – candidate of technical science, associate professor

E-mail: [mr.minsur@yandex.ru](mailto:mr.minsur@yandex.ru)

**Fazilov M.A.** – student

E-mail: [marik.fazilov@mail.ru](mailto:marik.fazilov@mail.ru)

**Kazan State University of Architecture and Engineering**

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

### A calculation device for road demarker

#### Resume

In this article we proposed a device for demarker road marking hydrodynamic method. Also solves the problem of reclamation of water. Water is a vicious cycle, and its consumption is minimized. Natural emery is used that consists of 60 % iron oxide is magnetized. Using this you can reduce the loss of abrasive material in the process of working to zero. The calculation of the velocity of demarker for effective work will produce a given speed cavitating nozzle, as well as the length of the destruction of the markup in one pass of the nozzles.

Due to the different technology solutions, the construction cost of its maintenance and operation reduces the cost, and in this we get a positive economic effect. Since it will be possible to perform the same amount of work but with less, not inferior quality. Using different types of nozzles can reduce the pressure to break the thermoplastic, which will reduce the cost of the design.

**Keywords:** demarker, road markings, hydroabrasive, iron oxide, cavitation.

#### Reference list

1. Gabdullin T.R. Development of demarker with work on hydrodynamic cavitation // Izvestiya KGASU, 2014, № 4 (30). – P. 464-469.
2. Brehman A.I., Sakhapov R.L., Absalamova C.G. Innovation model of integration science and business in road-building industry // Nauka i technica v doroshno-stroitelnoy otrasli, 2014, № 3. – P. 39-41.
3. Makhmutov M.M. Optimization of taper set device parameters stand-skid // Tractori i chelhozmashiny, 2013, № 6. – P. 31-33.
4. Makhmutov M.M. Improvement of the functional qualities of the wheel mover with anti-skid devices. – Kazan: Izd-vo KSU, 2006. – 160 p.
5. Sakhapov R.L., Makhmutov M.M. Influence of the studied factors on milling power // Izvestiya Samarskogo nauchnogo chentra RAN, 2015, vol. 17, № 2 (4). – P. 896-899.
6. Sakhapov R.L., Makhmutov M.M. The quality of compaction of subgrade // Izvestiya KGASU, 2015, № 2 (32). – P. 289-294.
7. Slavkin V.I., Gadzhiyev P.I., Makhmutov M.M., Makhmutov M.M. Traction wheel indicators ITA class 1,4 with removable claws in terms of arable land // Tractori i chelhozmachiny, 2012, № 3. – P. 21-23.
8. Firsov M.M., Makhmutov M.M., Makhmutov M.M., Slavkin V.I. rational slipping wheel mover // Tractori i chelhozmachiny, 2015, № 6. – P. 14-16.