

УДК 62-1/-9

Устройство минерализованных защитных полос с помощью грузовых автомобилей, оборудованных отвалами

© А. Г. Осипов, Д. Н. Егеров

*Иркутский национальный исследовательский технический университет,
г. Иркутск, Российская Федерация*

Аннотация. В статье представлена оперативная обстановка с лесными пожарами, которые в Сибири наносят огромный материальный ущерб, пагубно влияют на здоровье людей и загрязняют окружающую среду. Рассмотрены возможные варианты создания противопожарных барьеров, ограничивающих распространение низовых лесных пожаров. Отмечена эффективность и высокая стоимость существующих инженерных машин для создания противопожарных барьеров. Рассмотрены модели грузовых полноприводных автомобилей для установки отвалов. Даны возможные конструкции отвалов для создания противопожарных барьеров. Проанализированы технические возможности автомобилей ГАЗ-66 и КрАЗ-255, просчитано их тяговое усилие. Рассчитана на изгиб рама обоих проанализированных автомобилей. Установлены нагрузки в конструктивных элементах рам. Дана развёрнутая классификация грунтов. Методом исследования является аналитическое изучение литературного материала, а также расчёт нагружения рам автомобилей ГАЗ-66 и КрАЗ-255 при работе. В результате расчётно-аналитических исследований найден наиболее подходящий для установки отвала грузовой автомобиль и выявлена наиболее рациональная конструкция отвала. Даны рекомендации по практическому применению грузовых автомобилей, оборудованных отвалами, для устройства минерализованных защитных полос при тушении низовых лесных пожаров.

Ключевые слова: лесные низовые пожары, создание противопожарных барьеров, устройство минерализованных защитных полос, инженерные машины для создания барьеров, полноприводные грузовые автомобили, расчёт на изгиб автомобильных рам, конструкция отвалов, классификация грунтов, защита от низовых лесных пожаров

Construction of Fire Barrier Line Using Trucks Equipped with Earthmoving Blade

© Arthur G. Osipov, Denis N. Egerev

*Irkutsk National Research Technical University,
Irkutsk, Russian Federation*

Abstract. The article presents the operational situation with forest fires, which in Siberia cause huge material damage, adversely affect human health and pollute the environment. The article considers possible options for creating fire barriers that limit the spread of grass-roots forest fires. It notes the effectiveness and high cost of existing engineering machines for the creation of fire barriers. The article discusses models of four-wheel drive trucks for the installation of earthmoving blades and possible designs of earthmoving blades for creating fire barriers. The article analyzes the technical capabilities of the GAZ-66 and KrAZ-255 vehicles, calculates their tractive effort, the frame of both analyzed vehicles is designed for bending, and establishes the loads in the structural elements of the frames. A detailed classification of soils is given. The research method is the analytical study of the literature, as well as the calculation of the loading of the frames of the GAZ-66 and KrAZ-255 vehicles during operation. As a result of computational and analytical studies, the most suitable truck for the installation of earthmoving blades is found and the most rational design of earthmoving blades is identified. The article provides recommendations on the practical use of trucks equipped with earthmoving blades for the construction of fire barrier lines when extinguishing grassland forest fires.

Keywords: forest ground fires, creation of fire barriers, construction of fire barrier lines, engineering vehicles for creating barriers, four-wheel drive trucks, calculation of the bending of automobile frames, design of earthmoving blades, classification of soils, protection against grass-roots forest fires

Большая часть территории Сибири покрыта хвойными лесами, которые занимают площадь порядка 2,65 млн км² [1]. Большая и труднодоступная территория, покрытая лесом, затрудняет тушение низовых и верховых открытых лесных пожаров, принося-

щих экологии наибольший вред по сравнению с производственными и тем более бытовыми пожарами.

Оперативная обстановка с пожарами в Сибири свидетельствует о том, что каждый год в летние месяцы в труднодоступных

районах Красноярского края, Иркутской области, Бурятии, Забайкалья и Якутии возникают открытые и подземные лесные пожары, общая площадь которых составляет порядка 3 млн гектаров [2].

Лесные пожары представляют огромную опасность не только для экологии окружающей среды, но и для удалённых от городов деревень и поселений. Для их защиты от пламени пожара и для ограничения распространения последнего широко используют метод создания противопожарных барьеров, а также ряд других мероприятий, в частности для устройства дорог и водоёмов [3].

Противопожарными барьерами в лесу могут служить как природные, так и искусственные, построенные людьми специальные препятствия, которые способны остановить развитие и распространение лесных пожаров. Такими препятствиями могут служить в первую очередь минерализованные и другие защитные полосы, противопожарные разрывы и канавы, противопожарные заслоны из деревьев лиственных пород и другие барьеры [4]. Противопожарные барьеры в лесу необходимы для того, чтобы в начальной стадии низового пожара сдержать развитие очага возгорания, тем самым не дать огню перекинуться на соседние участки лесного массива.

Противопожарные барьеры применяются для создания защитного периметра границ городов, посёлков, деревень, сельскохозяйственных объектов, производственных, складских предприятий, размещённых вне населённых пунктов, преимущественно в лесистых местностях [5].

При тушении низовых лесных пожаров наиболее часто из всего многообразия противопожарных барьеров устраиваются минерализованные защитные полосы [6]. При этом эффективно используются специальные инженерные машины и бульдозерная техника.

Однако применение таких машин обходится весьма дорого, кроме того, не всегда в лесной зоне эти машины имеются в наличии.

Решить проблему, связанную с отсутствием инженерных машин, можно путём оборудования полноприводных грузовых автомобилей КрАЗ-214/255/256/258, Урал-4320 или ГАЗ-66

бульдозерным оборудованием, в частности отвалами прямой или V-образной формы.

Установка бульдозерного оборудования происходит путём крепления отвалов на раму выбранного автомобиля. В предлагаемой конструкции крепления отвалов предусматривается наличие двух силовых гидроцилиндров для подъёма и опускания ножа, а также для гашения вибрационных колебаний, передаваемых с отвала на раму автомобиля.

Гашение вибрационных колебаний необходимо для продления срока службы рамы оборудованного отвалом автомобиля, которая не предназначена для предусматриваемого вида работ, а также для выполнения требований эргономики к рабочему месту водителя.

Для обоснования наиболее подходящего автомобиля для установки бульдозерного оборудования в настоящей работе построены упрощённые модели рам двух автомобилей ГАЗ-66 и КрАЗ-255. После чего в местах крепления отвалов задана условная нагрузка, равная 500 Н.

Из анализа нагружения рам видно, что напряжения в раме КрАЗ-а (рис. 1) распределяются более равномерно, а в случае с рамой ГАЗ-а (рис. 2) напряжения находятся в местах соединения продольных и поперечных компонентов рамы.

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что рама ГАЗ-66 более подвержена изгибам/переломам при работе отвала. Для того чтобы применять отвалы на ГАЗ-е, нужно уменьшить размеры отвала. Это необходимо для того, чтобы уменьшить объём призмы волочения и, как следствие, нагрузку на раму.

Однако использование отвала меньших размеров при требуемой ширине минерализованной полосы, равной 1,4 м, в данном случае является нецелесообразным.

Теперь остановимся на конструктивных особенностях установки отвалов. Их бывает большое количество, но делят их на две основные группы: поворотные и неповоротные [7]. По форме отвалы бывают следующими (рис. 3–10) [8].

В нашем случае желательно использовать отвалы, установленные под углом относительно рамы (см. рис. 9), либо отвалы, имеющие V-образную (клиновую) форму (см. рис. 10).

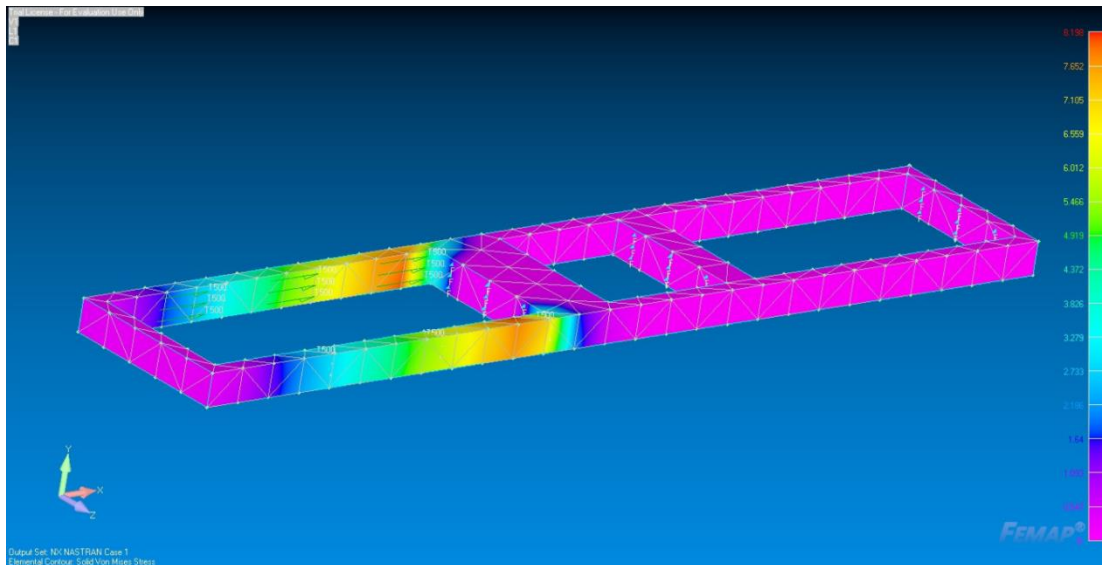


Рис. 1. Рама КрА3-255 под нагрузкой

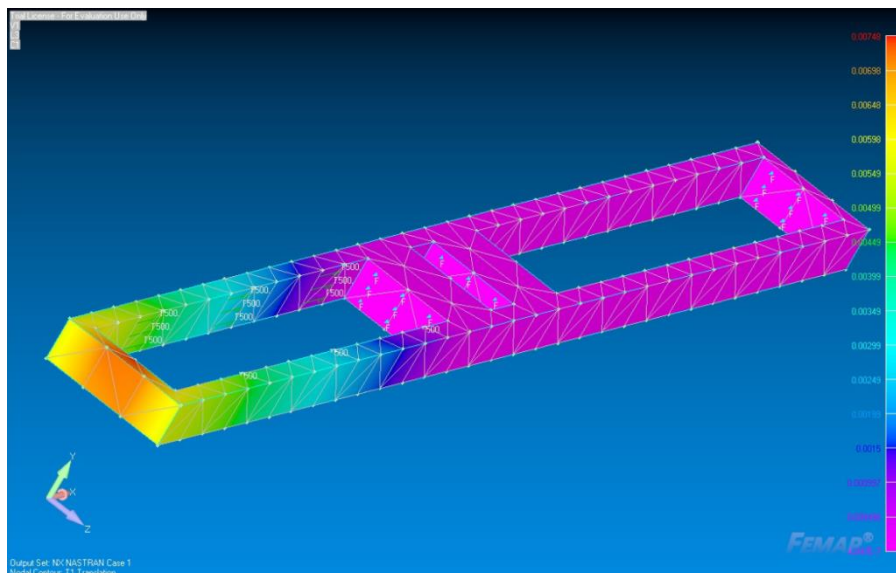


Рис. 2. Рама ГА3-66 под нагрузкой

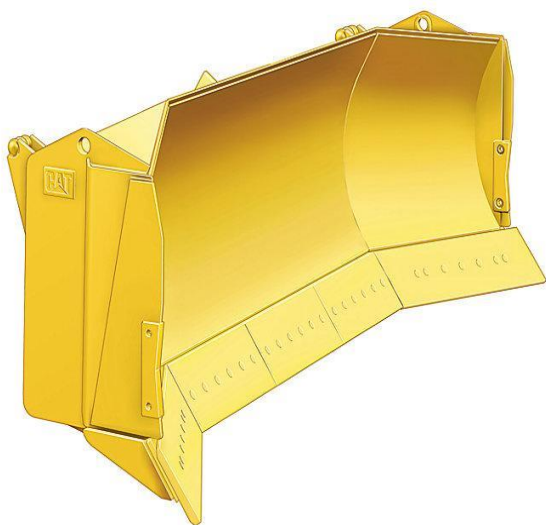


Рис. 3. Сферический отвал



Рис. 4. Буферный отвал



Рис. 5. V-образный (клиновой) отвал



Рис. 6. Прямой полусферический отвал



Рис. 7. Прямой поворотный отвал



Рис. 8. Прямой установленный под углом отвал



Рис. 9. Отвал, установленный под углом



Рис. 10. Отвал V-образный (клиновой)

Для выявления претендента среди двух предложенных отвалов были созданы модели рамы КрАЗ-а с установленными под углом (рис. 11) и V-образным (клиновым) отвалом (рис. 12).

После чего обе модели подверглись одинаковой нагрузке, и были выявлены места концентрации напряжений. Напряжения на раме с установленным под углом отвалом (рис. 13) сосредоточены в местах крепления гидроцилиндров. При этом напряже-

ние больше в той стороне, в которую был направлен отвал. Далее нагрузка равномерно распределялась по нижней части рамы, и опять же в одной стороне оно было больше. Это свидетельствует о том, что рама будет изгибаться в одну из сторон, в зависимости от стороны поворота отвала. Рама при работе таким отвалом будет работать на изгиб, что существенно сократит срок её службы.

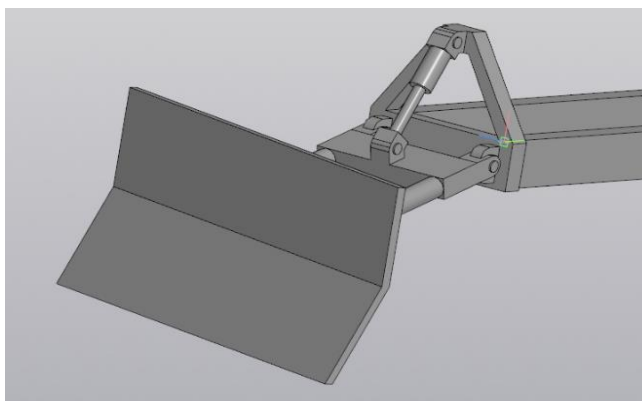
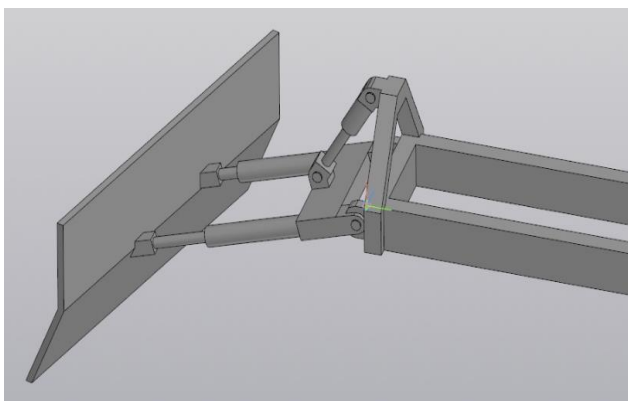


Рис. 11. Модель рамы с установленным под углом отвалом

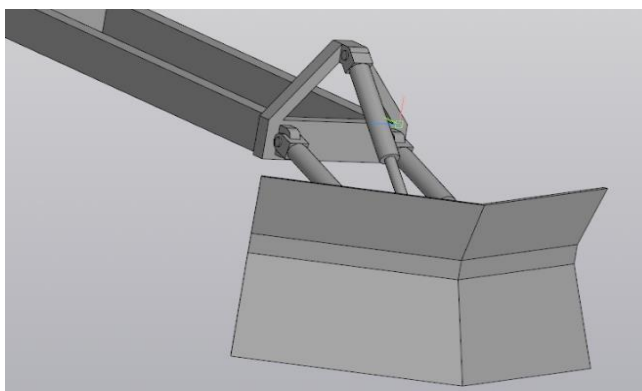
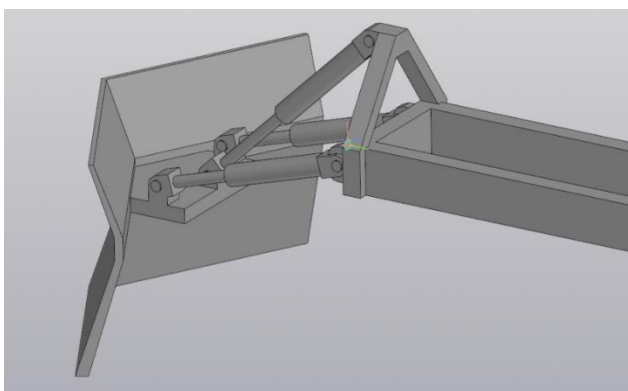


Рис. 12. Модель рамы с V-образным (клиновым) отвалом

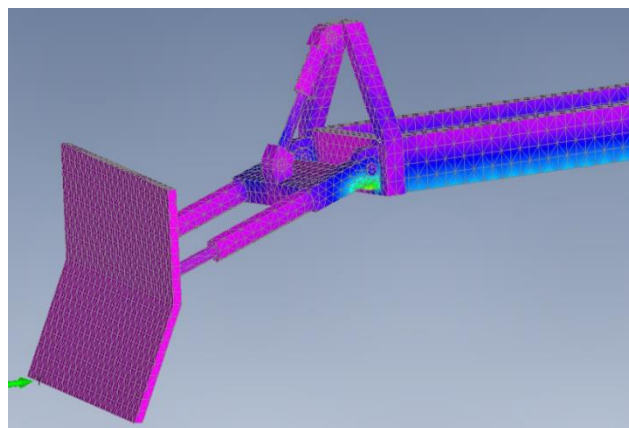
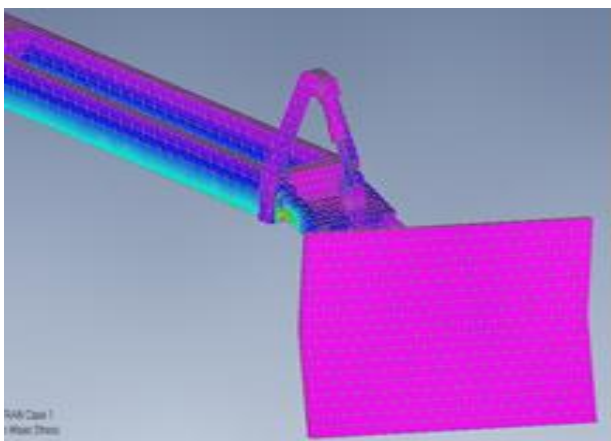


Рис. 13. Напряжения в раме с установленным под углом отвалом

В случае с V-образным (клиновым) отвалом нагрузка сосредоточена в местах установки конструкции из гидроцилиндров на раму (рис. 14). Нагрузка является прямолинейной и действует вдоль всей рамы, равномерно рассеиваясь. В самой раме же не возникает изгибающего или крутящего момента. Эти факторы делают V-образный (клиновой) отвал наиболее подходящим вариантом.

Также стоит отметить, что клиновой отвал имеет большую массу, что положительно скажется на тяговом усилии, но при этом повысит процент буксования. Однако установленный под углом отвал целесообразнее использовать, если нужно, чтобы земля собиралась только с одной стороны, что позволяет сделать более высокое земляное ограждение.

При выборе автомобилей для оборудо-

вания отвалами необходимо учитывать основные технические параметры машин, сведенные в таблице. Данные таблицы говорят о том, что автомобиль КрАЗ имеет массу примерно в 3 раза больше, чем автомобиль ГАЗ-66. Масса в данном случае имеет важное значение, поскольку чем больше масса машины, тем меньше процент ее пробуксовки при резании и волочении грунта. Мощность и тяговое усилие опять же больше у автомобиля КрАЗ, что обеспечивает ему запас на установку более широкого отвала или дополнительного оборудования, например, плуга волочения.

Расположение центра тяжести автомобилей свидетельствует о том, что ГАЗ-66 будет быстрее врезаться ножом в грунт, что будет способствовать его более быстрой остановке по сравнению с автомобилем КрАЗ.

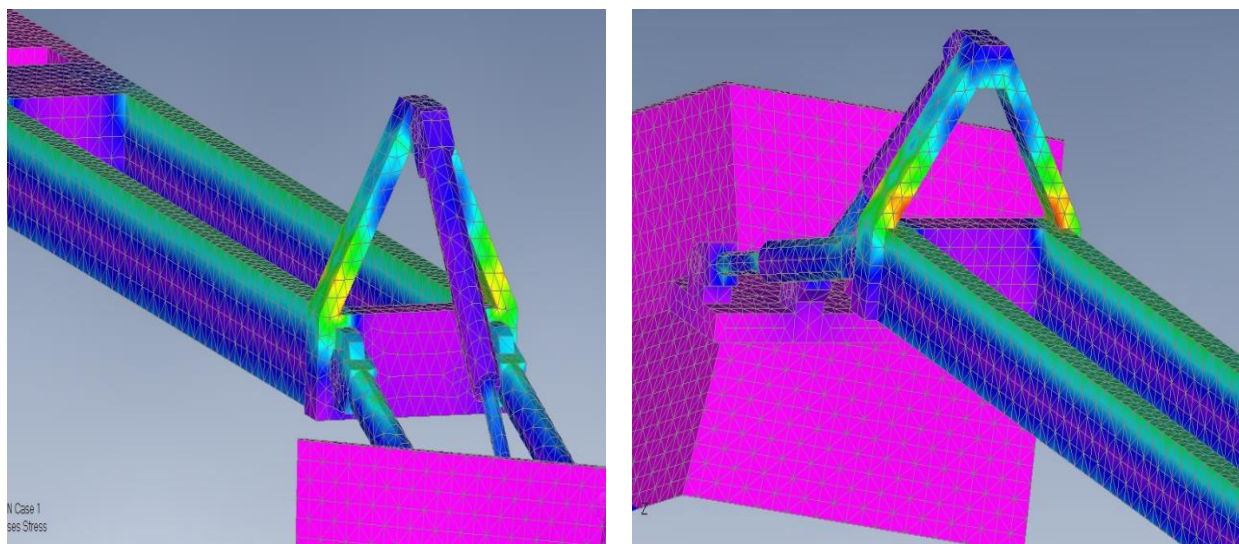


Рис. 14. Напряжения в раме с установленным под углом отвалом

Технические характеристики грузовых автомобилей

Марка	Масса	Мощность двигателя	Колесная формула	Тяговое усилие	Расположение центра тяжести
КрАЗ-255	11 900 кг	240 л.с.	6 x 6	833 Н. м.	У центра со смещением к двигателю
ГАЗ-66	3470 кг	85 л.с.	4 x 4	235 Н. м.	У передних колес

Стоит отметить, что большое значение при устройстве минерализованных защитных полос имеет вид обрабатываемых грунтов, которые классифицируются следующим образом [9,10]:

- I категория: песок, супесь, суглинок лёгкий (влажный), грунт растительного слоя, торф;
- II категория: суглинок, гравий мелкий и

- средний, глина лёгкая влажная;
- III категория: глина средняя или тяжёлая, разрыхлённая, суглинок плотный;
- IV категория: глина тяжёлая, вечномерзлые сезонно промерзающие грунты (растительный слой, торф, пески, супеси, суглинки и глины);
- V категория: крепкий глинистый сланец, некрепкий песчаник и известняк, мягкий кон-

гломерат, вечномёрзлые сезонно промерзающие грунты (супеси, суглинки и глины с примесью гравия, гальки, щебня и валунов до 10 % по объёму, моренные грунты, речные отложения с содержанием крупной гальки и валунов до 30 % по объёму);

– VI категория: сланцы крепкие, песчаник глинистый и слабый мергелистый известняк, мягкий доломит и средний змеевик, вечномёрзлые сезонно промерзающие грунты (супеси, суглинки и глины с примесью гравия, гальки, щебня и валунов до 10 % по объёму, моренные грунты и речные отложения с содержанием крупной гальки и валунов до 50 % по объёму);

– VII категория: сланцы окварцованные и слюдяные, песчаник плотный и твёрдый мергелистый известняк, плотный доломит и крепкий змеевик, мрамор, вечномёрзлые сезонно промерзающие грунты (моренные грунты и речные отложения с содержанием крупной гальки и валунов до 70 % по объёму).

В зависимости от вида грунта изменяется коэффициент пробуксовки автомобилей, оборудованных отвалами.

Автомобиль КраЗ благодаря большой массе, колесной формуле 6 х 6, а также большому тяговому усилию способен эффективно работать с грунтами I и II категории и даже с грунтами III и IV категории. Однако в последних случаях коэффициент пробуксовки значительно возрастает, что способствует снижению скорости работы машины.

Автомобиль ГАЗ-66, оборудованный отвалом, способен удовлетворительно работать только на грунтах I категории.

На основании вышеизложенного можно сделать следующий вывод: при отсутствии специальных инженерных машин и бульдозерной техники при тушении низовых открытых лесных пожаров для устройства минерализованных защитных полос могут применяться полноприводные грузовые автомобили, оборудованные отвалами.

Список источников

1. Лесные ресурсы Сибири и эффективность их использования // Наука Сибири [Электронный ресурс]. URL: <http://www.nsc.ru/HBC/article.phtml?nid=50&id=12> (07.06.2021).

2. Цветков П. А. О последствиях лесных пожаров в Сибири // Хвойные бореальной зоны. 2013. № 5-6. С. 10–14. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-posledstviyah-lesnyh-pozharov-v-sibiri> (07.06.2021).

3. Гоман П. Н. Рекомендации по созданию противопожарных барьеров лесных низовых пожаров для аномально засушливых периодов // Вестник Командно-инженерного института МЧС Республики Беларусь. 2013. № 2 (18). С. 62–65. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rekomendatsii-po-sozdaniyu-protivopozharnyh-barierov-lesnyh-nizovyh-pozharov-dlya-anomalno-zasushlivykh-periodov> (07.06.2021).

4. Залесов С. В., Годовалов Г. А., Кректунов А. А., Платонов Е. Ю. Защита населенных пунктов от природных пожаров // Аграрный вестник Урала. 2013. № 2 (108). С. 34–36. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zaschita-naselennykh-punktov-ot-prirodnih-pozharov> (18.06.2021).

5. Ловейко М. А., Кибалина Е. С. Способ повышения эффективности противопожарного барьера пожарной зоны и устройство для его реализации на предприятиях нефтегазовой про-

мышленности // Молодая нефть: сб. статей II Всероссийской молодежной науч.-техн. конф. нефтегазовой отрасли. Красноярск: СФУ, 2015. [Электронный ресурс]. URL: <http://elib.sfu-kras.ru/handle/2311/21200> (16.06.2021).

6. Берсенёва М. Л., Книга Ю. А. Использование минерализованных противопожарных полос // Эпоха науки. 2020. № 23. С. 8–11. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-mineralizovannykh-protivopozharnykh-polos> (16.06.2021).

7. Семенов Д. А. Модернизированный механизм поворота отвала бульдозера // Символ науки. 2021. № 1. С. 30–34. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modernizirovannyi-mehanizm-povorota-otvala-buldozera> (16.06.2021).

8. Мисюров М. Н. Основное рабочее оборудование бульдозера // Молодой ученый. 2017. № 3 (137). С. 122–124. [Электронный ресурс]. URL: <https://moluch.ru/archive/137/38534/> (18.06.2021).

9. Вознесенский Е. А. Грунтоведение [Электронный ресурс]. URL: <https://teach-in.ru/file/synopsis/pdf/soil-science-M.pdf> (18.06.2021).

10. Потехин В. Грунт, классы, типы и свойства [Электронный ресурс]. URL: <https://втораяиндустриализация.рф/grunt-klassyi-tipyi-i-svoystva/> (19.06.2021).

Сведения об авторах / Information about the Authors

Осипов Артур Геннадьевич,

кандидат технических наук,
доцент кафедры конструирования и стандартизации в машиностроении,
Институт авиационного машиностроения и транспорта,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Российская Федерация,
e-mail: arthur.osipov@rambler.ru

Arthur G. Osipov,

Cand. Sci. (Technics),
Associate Professor of Design and Standardization of Mechanical Engineering Department,
Institute of Aircraft Engineering and Transport,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov Str., Irkutsk, 664074, Russian Federation,
e-mail: arthur.osipov@rambler.ru

Егерев Денис Николаевич,

студент группы СДМ-18-1,
Институт авиационного машиностроения и транспорта,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Российская Федерация,
e-mail: denis_egerev01@mail.ru

Denis N. Egerev,

Student,
Institute of Aircraft Engineering and Transport,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov Str., Irkutsk, 664074, Russian Federation,
e-mail: denis_egerev01@mail.ru