



**ИСАКОВ К., АЛТЫБАЕВ А.Ш., БЕЙШЕНАЛИЕВ А.А.**

<sup>1</sup> Кыргызский государственный университет строительства, транспорта и архитектуры им.Н.Исанова, Бишкек, Кыргызская Республика

**ISAKOV K., ALTYBAEV A.SH., BEISHENALIEV A.A.**

<sup>1</sup> Kyrgyz State University of Construction, Transport and Architecture n.a. N.Isanov, Bishkek, Kyrgyz Republic  
kuttubek.isakov.59@mail.ru, amanjazu@gmail.com, alikea@mail.ru

## **ОСОБЕННОСТИ ГОРНЫХ ДОРОГ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ ПРИ ИХ СОДЕРЖАНИИ, РЕМОНТА И СТРОИТЕЛЬСТВА**

### **FEATURES OF MOUNTAIN ROADS AND TECHNOLOGICAL PROCESSES PERFORMED DURING THEIR MAINTENANCE, REPAIR AND CONSTRUCTION**

*Бул макалада тоо жолдорунун классификациясы жана бир сузгучтуу жүктөгүч үчүн жаңы инновациялык трансформациялануучу жумушчу жабдыктын түзүлүшү берилген, ал башка алмаштыруучу жана адаптациялануучу жабдууларга караганда бир топ эффективдүү иштейт. Ошондой эле жумуш чөйрөсүндө аны колдонуунун натыйжалуулугун негиздеген негизги формулалар келтирилген.*

**Өзөк сөздөр:** тоо жолдору, классификация, серпантиндер, тазалоо, оңдоо, бир сузгучтуу жүктөгүч, трансформациялоочу жумушчу орган, натыйжалуулук.

*В этой статье дается классификация горных дорог и конструкция нового инновационного трансформирующегося рабочего оборудования для одноковшового погрузчика, которое работает намного эффективнее чем другие оборудования, как сменные и адаптирующие. Также даны основополагающие формулы, которые обосновывают эффективность его использования в рабочей среде.*

**Ключевые слова:** горные дороги, классификация, серпантины, очистка, ремонт, одноковшовый погрузчик, трансформирующийся рабочий орган, эффективность.

*In the article given a classification of mountain roads and the design of a new innovative transforming working equipment for a shovel loader, which works much more efficiently than other equipment, like changeable and adaptive working equipment. Also given are the fundamental formulas that justify the effectiveness of its use in the working environment.*

**Key words:** mountain roads, classification, serpentines, cleaning, repair, shovel loader, transforming working body, efficiency.

Технологические процессы, выполняемые в условиях высокогорья, как очистка, содержание автомобильных дорог от снежных лавин и заносов, селейных явлений и оползней, а также проводимые различные строительно-реконструкционные работы исходя из сложности и периодичности многих процессов, перед заводом-изготовителем, перед конструктором по созданию средств механизации, машин, оборудований ставят новые задачи и требования, т.к. выявляются трудности при выполнении вышеназванных технологических процессов с использованием хорошо зарекомендовавших себя средств механизации (машин и оборудования) из-за их ограниченных функциональных возможностей.

При этом, из-за сложности рельефа местности на горных дорогах часто встречаются множество участков дорог с наименьшими радиусами поворота, разные подъёмы и спуски, участки дорог, проложенные на косогоре с двусторонними

ограниченными отвесными скалами, склонами (участок Кара-Куль-Таш-Кумыр, дорога Бишкек-Ош), серпантины, построенные на косогорах со сложными геометрическими параметрами (рис.1).

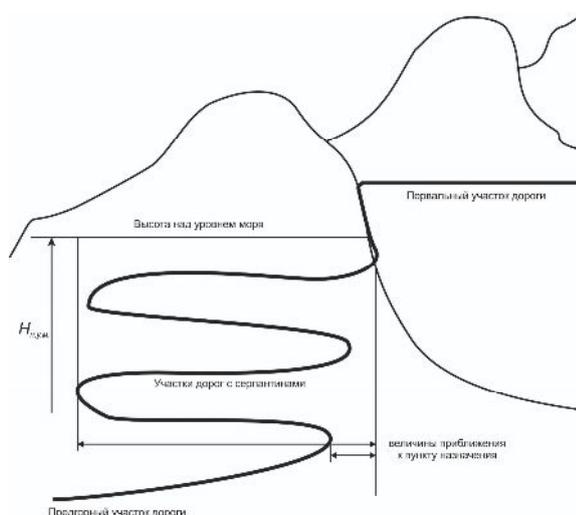


Рис. 1. Высокогорные автомобильные дороги со сложными рельефами местности

Кроме сложностей, связанные с параметрами, на высокогорных автомобильных дорогах возникают и другие экономические сложности, как доставка средств механизации, рабочих оборудований, также необходимо провести работы по минимизации простоев машин на объектах.

С учетом анализа местности проведен анализ конструкций, где выявлено, что у существующих машин и оборудований (средств механизации), а также в патентно-технических решениях особые инновационные конструктивные изменения в машинах не обнаружены. Но необходимо отметить, что на современных машинах и оборудованиях внедрены автоматические системы управления рабочими оборудованиями.

Таким образом, одним из основных показателей эффективности средств механизации при эксплуатации можно отнести правильно выбранные геометрические, кинематические и динамические параметры машин и оборудований.

При этом горные дороги, в соответствии рельефа местности, состоит из условно различающихся участков (рис.1) и (рис.2), которые влияют на множество показателей эффективности, в том числе на эффективности содержания, ремонта и строительства [1].

Условные участки можно разделить следующим образом:

- участки дорог, расположенные на предгорьях (извилистые, крутые подъёмы и спуски).
- участки дорог, расположенные в ущельях (извилистые).
- участки дорог, расположенные на косогоре (серпантины).
- участки дорог, расположенные на равнинных местностях.
- участки дорог набитая расположенные на перевальных участках.
- участки дорог, расположенные на косогоре без серпантин, стремящиеся к перевалам.

Результаты анализа показали, что на высокогорных автомобильных дорогах существуют различные участки в зависимости от рельефа местности, который влияет на эффективность ведения механизированных работ. В таких случаях, можно подобрать необходимые машины и оборудования (в основном используются бульдозера и погрузчики, при необходимости требуются дополнительные транспортные средства, как самосвал и т.д.), или разрабатывать и создавать новые инновационные конструкции машин и оборудований, как нами предлагаемый одноковшовый многоцелевой погрузчик на пневмоколесном ходу с трансформирующимся рабочим органом (рис.2), (рис.3).



При этом необходимо подчеркнуть, что машины с трансформирующимся рабочим органом существенно отличаются от машины с многофункциональными (адаптирующими) рабочими органами, у которых один и тот же рабочий орган, изменяя положение в пространстве могут выполнять различные функции, в результате снижается качество выполняемых работ, из-за неполного соответствия параметров адаптируемого рабочего органа к параметрам оригинального (традиционного) рабочего органа, одновременно становясь уязвимыми перед воспринимаемым нагрузкам (изменение направления действия центра тяжести базовой машины, теряется устойчивость, нарушается тяговая характеристика базовой машины).

### **Классификация участков горных дорог в зависимости от рельефа местности**

Участки автомобильных дорог, расположенные на равнинных местностях (долина)	Участки автомобильных дорог, расположенные на предгорье (подножия горы)	Участки автомобильных дорог, расположенные на косогоре (серпантины)	Участки автомобильных дорог, расположенные на ущельях	Автомобильные дороги, расположенные на перевальных участках	Участки автомобильных дорог, расположенные на косогоре (без серпантинов)
---	---	---	---	---	--

Рис. 2. Участки горных автомобильных дорог

С учётом недостатков сотрудниками разработана инновационная конструкция одноковшового погрузчика с пневматическим ходовым оборудованием многоцелевого назначения с трансформирующимся рабочим органом [2,3], основным достоинством которого можно считать, переход из одного вида рабочего органа к другому виду рабочего органа под новым названием, соответствующего трансформированному рабочему органу, например “бульдозер” надёжно выполняет функцию вновь образованной машины. Рабочий орган становится другим, как указано, без изменения положения в пространстве (на различных плоскостях) с преобразованием узлов механизмов и деталей (рис.3). При этом, результаты поиска технических решений конструкций показали, что не существуют в мире аналогов машин и оборудования с трансформирующимся рабочим органом (рис.3).

Эффективность использования средств механизации при выполнении определённых технологических процессов во многом зависит от условий работ эксплуатации, такие как непрерывность (без простоев), строгое использование средств механизации по назначению для предотвращения механизмов от случайных возникших перегрузок, класс машиниста оператора, маневренность машины, рабочая скорость, рельеф местности, величина нагруженности рабочих органов при строгом соблюдении условий эксплуатации в соответствии конструктивному исполнению. Например, бульдозер предназначен для копания грунтов и их транспортировка на определенное расстояние (до 150 м). Объем транспортируемых масс определяется сопоставлением объема призмы волочения перед отвалом, которая в свою очередь накапливаются в результате срезания верхнего слоя земляного полотна и перемещением их по поверхности отвала образуя определённый объем грунта. Объем призмы волочения зависит от конструктивной особенности отвала и от угла естественного откоса грунтов (физико-механических свойств грунтов), а также от степени влажности грунтов.

Бульдозер применяется для копания грунтов, транспортировки, возведения насыпи, планировки поверхности земли, а бульдозеры с многофункциональными (адаптирующими) рабочими органами, кроме указанных возможностей, выполняет

функции *выталкивания масс* в одну сторону, образуя бокового вала с изменением положения отвала в плане, т.е. на горизонтальной плоскости, относительно направления движения базовой машины; *выталкивания масс* в обе стороны с использованием отвала двухстороннего действия; *автогрейдера* при устройстве откосов за обочиной дороги, при этом отвал бульдозера управляется по вертикальной плоскости.

Результаты анализа показали, что эффективность выполнения технологических процессов на высокогорных автомобильных дорогах во многом зависит от использования средств механизации (машин и оборудования), которые в свою очередь зависят от рельефа местности, т.е. от местности расположения участка дорог (рис.2). На указанных сложных участках горных дорог в основном используются средства механизации, как погрузчики на пневмоколесном ходу и бульдозеры на гусеничном ходу, а на участках дорог с серпантинами дополнительно привлекаются автосамосвалы для вывоза масс.

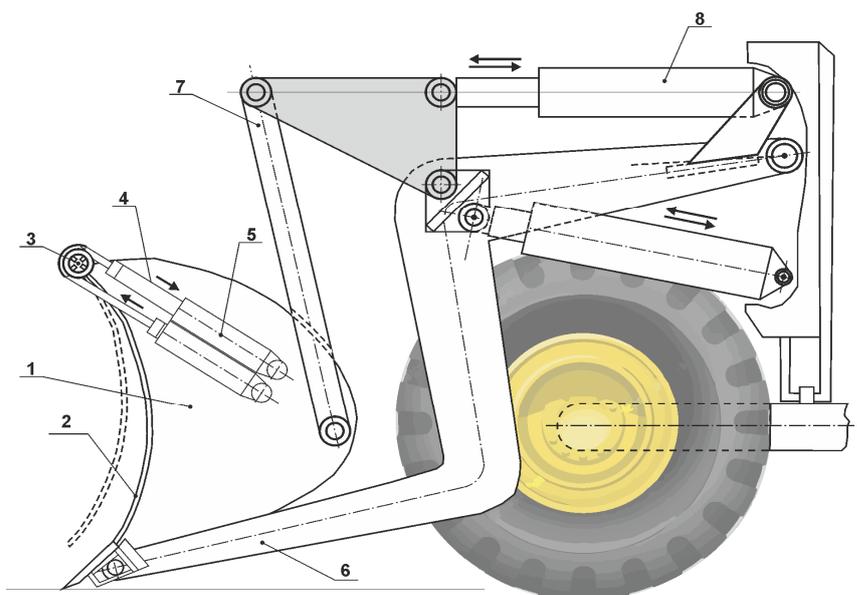


Рис. 3. Трансформирующийся рабочий орган: 1 - ковш, 2 - отвал, 3 - приводная звездочка, 4 - приводная цепь, 5 - гидроцилиндры для поворота отвала, 6 - стрела, 7 - рычаги для поворота рабочего оборудования, 8 - гидроцилиндры управления рычагами 7.

По результатам анализа пришли к выводу, что предлагаемый разработанный одноковшовый погрузчик с трансформирующимся рабочим органом является эффективным. Эффективность использования зависит от функциональных возможностей и от уменьшения простоя машин, который определяется через производительности, т.е. через коэффициента использования по времени  $K_B$  или первом приближении можно написать:

$$K_B = \frac{П_T}{П_Э} \quad (1)$$

где,  $П_T$  - техническая производительность завода-изготовителя, т.е. используемые в эксплуатационной производительности коэффициента  $K_B=K_B=1,0$ ;  $П_Э$  - эксплуатационная производительность, которая определяется в производственных условиях с учетом регламентов организаций и предприятий, а также учитывается мастерство машинистов-операторов, физико- механические свойства масс, коэффициент использования возможностей рабочих органов.

Известно, что производительность погрузчика определяется количеством грузов (в тн), которого может погрузить, переместить за единицу времени, а также, различные основные факторы, кроме указанных в (1), как конструктивные особенности, рабочие скорости, объем ковша (грузоподъемность) и др. Указанные факторы влияют на производительность погрузчика непосредственно в процессе эксплуатации, но и при



вынужденном простое, который может произойти из-за ожидания других средств механизации, например бульдозера.

Техническая производительность погрузчика определяется по формуле:

$$П_T = \frac{3600 \cdot Q_H}{T_{Ц}} \quad (2)$$

где  $Q_H$  - вес груза, перемещаемый за один цикл (номинальная грузоподъемность);  $T_{Ц}$  - продолжительность одного цикла, сек.

Эксплуатационная производительность погрузчика определяется по формуле

$$П_{Э} = П_T \cdot K_B \cdot K_{ГР} \cdot K_{КВ} \quad (3)$$

где,  $K_B$  - коэффициент использования по времени,  $K_B=0,8$ ;  $K_{ГР}$  - коэффициент использования машин и оборудования по грузоподъемности;  $K_{КВ}$  - коэффициент, учитывающий квалификации машиниста-оператора.

Необходимо обратить внимание, что производительность бульдозера определяется через объема призмы волочения (в  $m^3$ ), т.к. рекомендуемая конструкция одноковшового фронтального погрузчика с трансформирующимся рабочим органом после трансформации становится бульдозером, т.е. погрузчик может работать в режиме погрузчика или в режиме бульдозера. Для перехода к одинаковой системе измерения напомним (2) через объем ковша погрузчика

$$V_K = \frac{Q_H}{\rho} \quad (4) \quad \text{или} \quad Q_H = V_K \cdot \rho \quad (5)$$

где  $V_K$  - объем ковша погрузчика,  $m^3$ ;  $Q_H$  - вес груза, находящийся в ковше, тн или кг;  $\rho$  - плотность материала, находящийся в ковше.

Из (2) и (5) получим

$$П_T = \frac{3600 \cdot V_K \cdot \rho}{T_{Ц}} \quad (6)$$

соответственно  $П_{Э} = П_T \cdot K_B \cdot K_{ГР} \cdot K_{КВ}$

Напоминаем, что при определении  $П_{Э}$  погрузчика через объема ковша используем  $K_H$  (коэффициент наполнения ковша) вместо  $K_{ГР}$ , а также учитывается  $K_{КВ}$  – коэффициент, учитывающий квалификацию машиниста-оператора, тогда

$$П_{Э} = \frac{3600 \cdot V_K \cdot \rho}{T_{Ц}} \cdot K_B \cdot K_{ГР} \cdot K_{КВ} \quad (7)$$

(6) и (7) подставляем в (1), получим

$$K_{\epsilon} = \frac{1}{K_H \cdot K_{КВ}} \quad (8)$$

Техническая производительность бульдозера определяется по формуле, которая предложена заводом-изготовителем

$$П_T = \frac{3600 \cdot V_{П}}{T_{Ц}} \quad (9)$$

где  $V_{П}$  - объем призмы волочения;  $T_{Ц}$  - время цикла.

Эксплуатационная производительность бульдозера определяется по зависимости

$$П_{Э} = П_T \cdot K_B \cdot K_{КВ} \cdot K_H \quad (10)$$

где,  $K_B$  - коэффициент использования по времени,  $K_B=0,8-0,9$ ;  $K_{КВ}$  - коэффициент, учитывающий квалификацию машиниста-оператора;  $K_H$  - коэффициент наполнения геометрического объема призмы волочения.

Также необходимо отметить, что при определении  $П_T$ ,  $K_B=K_{КВ}=K_H=1,0$ , а в реальных условиях производительность определяется как у одноковшового погрузчика, которая приведена в (10). Зависимость (9) и (10) подставляем в (1), получим

$$K_B = \frac{П_T}{П_{Э} \cdot K_H \cdot K_{КВ}} \quad (11)$$

Из зависимости (11) всех коэффициентов  $K_B$ ,  $K_{КВ}$ ,  $K_H$  приравняем на единицу, тогда  $П_T=П_{Э}$ , в результате эта зависимость в виде математического выражения записывается:

$$K_B = \frac{1}{K_H \cdot K_{КВ}} \quad (12)$$



Физический смысл зависимостей (8) и (12) заключается в отсутствии стремления к нулю простой машин, соответственно, исключая простои машин и оборудования достигается максимальное значение производительности.

**Вывод.** Анализ зависимостей по определению производительности показали, что разработка и создание машин и оборудования с трансформирующимся рабочим органом в настоящее время является очень актуальным. Простои почти отсутствуют.

В данной работе рассмотрены пути и возможности уменьшения простоев машин непосредственно на производственных площадках через коэффициент использования по времени  $K_v$ . Эффективность несколько раз повышается, если учесть затраты на транспортировку к местам работы, в данном случае бульдозера, их содержание на полевых условиях, дополнительные затрачиваемые горюче-смазочные материалы бульдозерному оборудованию, затраты на зарплату машиниста-оператора, а также других командировочных расходов.

### Список литературы

1. Справочная энциклопедия дорожника. Том V. Проектирование автомобильных дорог // Г.Федотова, П.Поспелова. М., 2007. -1466 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.amac.md/Biblioteca/data/26/02/Vasiliev/Tom-5.pdf>
2. Бульдозер-погрузчик многоцелевого назначения с трансформируемым рабочим оборудованием. Евразийский патент №033226 // К.Исаков,Ж.Ж. Тургумбаев,А.Ш. Алтыбаев, А.А.Бейшеналиев,А.Б. Чопоев. - М.: 2019.
3. K.Isakov, A.Altymbaev, A.Beishenaliev, A.Chopoev. The methods for determining the bucket parameters of a bulldozer-loader with transforming working equipment //E3S Web Conf. Volume 263, 04021 (2021). XXIV Int. Sc. Conf. "Construction the Formation of Living Environment". Section "Eng.&Smart Systems in Constr.". [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126304021>
4. <https://goaravetisyan.ru/na-dorogah-predstavlyaet-soboi-iz-kakih-elementov-sostoit-avtomobilnaya-doroga/>