

УДК 62-231

Қайым Т.Т.¹, Джомартов А.А.², Грибанов В.Ф.¹, Таиров Ж.Л.¹

¹Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И.Сатпаева (г.Алматы, Республика Казахстан)

²Институт механики и машиноведения МОН РК имени академика У.А.Джолдасбекова

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИННОВАЦИОННОГО ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА РАБОЧЕГО ОРГАНА ОТВАЛА БУЛЬДОЗЕРА СО СЪЕМНЫМ ГОРИЗОНТАЛЬНО РАСПОЛОЖЕННЫМ РЕЖУЩИМ НОЖОМ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ГРУНТА (РОССЫПИ, ТОРФ)

Создана обобщенная математическая модель исполнительного механизма рабочего органа отвала бульдозера со сменным режущим ножом и методика оценки изменения его кинематических и силовых параметров с учетом адаптации к разрушаемому участку массива грунта.

Created generalized mathematical model of the Executive mechanism of the working body of the dozer blade with replaceable cutting knife and method of estimating the change of its kinematic and power parameters with account of adaptation to the destructible section of the soil massif.

Ключевые слова: математическая модель, исполнительный механизм, рабочий орган, отвал, съемный режущий нож

Keywords: mathematical model, the actuator, the working body, the blade, removable cutting blade.

В современный период времени (начало XXI века) резко увеличивается масштаб применения некоторых землеройно – строительных машин, к которым относятся бульдозеры. Этот факт обуславливается тем, что бульдозеры все шире эксплуатируются при разработке россыпных месторождений полезных ископаемых во многих горнодобывающих странах мира: США, Канада, Китай, Россия, Австралия, Новая Зеландия, Южная Африка, Бразилия, Чили, Венесуэла и т.д. При эксплуатации россыпных месторождений добывается около 90% золота, серебра, платины, вольфрама, молибдена и редких металлов (таблица 1) [1].

Таблица 1. Металлы и драгоценные камни, добываемые при разработке россыпей

Наименование металлов и драгоценных камней	Масса металлов и драгоценных камней, добываемых ежегодно из россыпей, от общей их массы, %
Золото	
Цирконий и кобальт	
Редкоземельные металлы	
Титан и олово	
Алмазы	
Тантал	

В настоящий период времени торф относится к главнейшим источникам твердого топлива наряду с углем, использующимся при эксплуатации тепловых электростанций. В большинстве стран мира величина объема его применения, например, в Канаде, Финляндии, Дании, Бельгии, Голландии, Германии, Польше и др., является решающей и постоянно увеличивающейся. Суммарная площадь торфяных месторождений во всех странах мира достигает 176 млн. гектаров. При этом мировые балансовые запасы торфа оцениваются в 500 млрд. тонн [2].

Важным резервом совершенствования бульдозеров является использование адаптивных исполнительных механизмов рабочих органов (ИМ РО) отвала бульдозера, которые обладают широкими функциональными возможностями, в том числе свойством

адаптации к видам работ и условиям разрабатываемой среды [3]. Разработка общей теоретической базы и нормативных документов для совершенствования конструкции ИМ РО отвала бульдозера с целью унификации их и создания многоцелевого, адаптирующегося к условиям среды, отвала бульдозера на базе адаптивных ИМ РО отвала бульдозера является актуальной проблемой [4].

Эффект по снижению силы сопротивления разрушения участка массива грунта (УМГ) достигается в основном за счет использования приемов, облегчающих внедрение ИМ РО отвала бульдозера в УМГ и последующее отделение кусков и частиц грунта от него. Один из наиболее распространенных методов, обеспечивающих интенсификацию рабочих процессов, осуществляемых ИМ РО отвала бульдозера, заключается в рационализации формы ножевой системы ИМ РО отвала бульдозера [3-8]. Методы этого направления обуславливают повышение производительности бульдозера за счет лучшего внедрения ножа отвала бульдозера в УМГ и снижения силы сопротивления разрушения участка его.

Методология исследования базируется на системном подходе, при котором ИМ РО отвала бульдозера – разрабатываемая среда рассматривается как единая система взаимосвязанных и взаимодействующих элементов [7]. В результате проведенного анализа формируются следующие взаимосвязанные задачи: - исследование методов оценки надежности ИМ РО отвала бульдозера и загруженности его деталей и узлов; - исследование методов обработки данных экспериментальных исследований и испытаний ИМ РО отвала бульдозера.

Для повышения технико-экономических показателей разрушения УМГ ИМ РО отвала бульдозера предлагается инновационная схема его конструкции и работы (положительное решение на выдачу инновационного патента на изобретение по заявке № 1361 «Бульдозерное оборудование». РК. – Астана. 2015г) (рисунок 1) [7].

Технический эффект достигается тем, что к нижней кромке отвала бульдозера жестко прикрепляется быстросъемный пластинчатый клиновидный режущий нож (рисунок 1), поперечная ось нижнего основания которого располагается горизонтально и параллельно верхней внешней горизонтальной поверхности разрушаемого УМГ. При этом разрушение УМГ ИМ РО отвала бульдозера со съемным режущим ножом осуществляется посредством приложения к нему силы, обуславливающей деформацию УМГ резанием и разрывом, оптимальным положением отвала бульдозера со съемным режущим ножом, определяемым углом установки его, зависящим от геометрических и кинематических параметров ИМ РО отвала бульдозера со съемным режущим ножом без обратной связи и конструктивных параметров отвала бульдозера со съемным режущим ножом.

Регулируемый угол установки отвала бульдозера со съемным режущим ножом определяется по формуле [7]:

$$\omega = \alpha + \beta_0, \quad (1)$$

где ω – переменный (управляемый) угол установки отвала бульдозера со съемным режущим ножом между прямой линией, соединяющей внешние верхнюю и нижнюю кромки отвала, и горизонтальной линией внешней поперечной оси основания жестко установленного съемного режущего ножа отвала бульдозера при разрушении горизонтально расположенного УМГ, рад.; α – переменный угол между линией продольной оси толкающего бруса и линией, соединяющей шарниры крепления нижнего толкающего бруса к отвалу бульдозера со съемным режущим ножом, и шарниры крепления раскоса к отвалу бульдозера со съемным режущим ножом, зависящий от геометрических и кинематических параметров ИМ РО отвала бульдозера со съемным режущим ножом, а также конструктивных параметров отвала бульдозера со съемным режущим ножом, т.е. $\alpha = f(\varphi, \psi, \delta, r, R, L, l)$, который определяется по формуле [7]:

$$\alpha = \arccos \left(\frac{L^2 + l^2}{2Ll} - \frac{R^2 + r^2}{2Rr} + \frac{Rr}{Ll} \cos(\varphi - \psi) - \delta \right), \quad (2)$$

где δ - постоянный конструктивный угол между линией, являющейся продолжением продольной осью толкающего бруса, и линией продольной оси кронштейна, рад.; φ - угол между продольными осями толкающего бруса и кронштейна, рад.; ψ - угол между линией, соединяющей шарниры крепления кронштейна, и линией, соединяющей шарниры раскоса, рад.;

L - длина кронштейна между толкающим брусом и раскосом, м; l - расстояние между шарнирами крепления толкающего бруса и раскоса к отвалу бульдозера со съемным режущим ножом, м; r - длина толкающего бруса между шарнирами крепления его к отвалу бульдозера со съемным режущим ножом и шарнирами крепления его к кронштейну, м; R - длина раскоса между шарнирами крепления его к отвалу бульдозера со съемным режущим ножом и шарнирами крепления его к кронштейну, м; β_0 - постоянный конструктивный угол между прямой линией, соединяющей внешние верхнюю и нижнюю кромки отвала бульдозера со съемным режущим ножом, и линией, соединяющей шарниры крепления толкающего бруса и раскоса к отвалу бульдозера со съемным режущим ножом, рад.

При этом максимальная толщина слоя (стружки) разрушаемого горизонтального УМГ отвалом бульдозера со съемным режущим ножом определяется по формуле [7]:

$$H_{max} = \int_{-\infty}^{\infty} P(\omega) d\omega = 1, \quad (3)$$

где H_{max} - максимальная толщина слоя (стружки) разрушаемого УМГ отвалом бульдозера с жестко установленным съемным режущим ножом, зависящая от угла установки отвала бульдозера со съемным режущим ножом ω и параметров ИМ РО отвала бульдозера со съемным режущим ножом, м; $P(\omega)$ - вероятности формирования оптимальной толщины слоя (стружки) разрушаемого УМГ отвалом бульдозера со съемным режущим ножом.

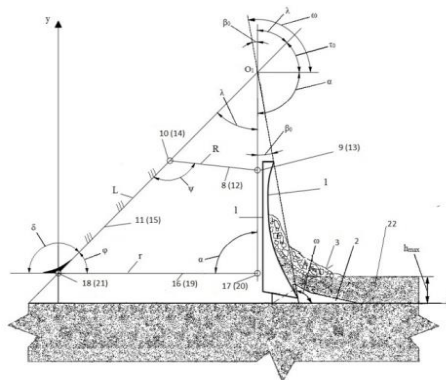


Рисунок 1. Инновационная структурно-кинематическая схема ИМ РО отвала бульдозера со съемным режущим горизонтально расположенным ножом и схема определения угла разрушения УМГ отвалом бульдозера со съемным режущим ножом и установки его оптимального положения в зависимости от физико-механических свойств разрушаемого УМГ.

Создана обобщенная математическая модель исполнительного механизма рабочего органа отвала бульдозера со сменным режущим ножом и методика оценки изменения его кинематических и силовых параметров с учетом адаптации к разрушаемому участку массива грунта.

Литература:

1. Флеров И.Б. Россыпи / Горная энциклопедия. Том 4 (Ортия-Социосфера). – М: Издательство: «Советская энциклопедия». 1989. - С. 400.

2. Ларин И.Ф. Торф. / Горная энциклопедия. Том 5 (СССР-Яшма). – М.: Издательство «Советская энциклопедия», 1991. - С. 166-171.
3. Кайым Т.Т. Адаптирующиеся многоцелевые рабочие органы строительных и дорожных машин. / Монография. – Алматы, 1998. - 148 с.
4. Кайым Т.Т., Каимова Г.Т., Таиров Ж.Л. Структурно- кинематический синтез параметров адаптивного исполнительного механизма рабочих органов подъемно-строительных и дорожных машин. // Научный журнал - «Поиск» МОиН РК № 2(2). – Алматы, 2013. - С. 17-22.
5. Кайым Т.Т., Сейтбаталов С.М., Шокаев Е.И. Механизация перегрузочных работе на транспорте. / Монография. – Алматы, 2002. - 323 с.
6. Кайым Т.Т., Таиров Ж.Л. Обоснование и выбор параметров адаптирующихся подвески механизма навесного оборудования бульдозера. // Сборник материалов Международной конференции, посвященной 90-летию академика О.Д. Алимова» - Бишкек, 2013. - С. 31-35.
7. Қайым Т.Т., Джолдасбеков С.У., Джуматаев М.С., Грибанов В.Ф., Таиров Ж.Л., Каимов С.Т., Каимов А.Т. и др. //Положительное решение на выдачу инновационного патента на изобретение по заявке №1361 «Бульдозерное оборудование». РК. - Астана, 2015. - 17 с.
8. Қайым Т.Т., Каимова Г.Т., Таиров Ж.Л. Математическое моделирование стохастических процессов динамических систем для функциональной отработки систем управления рабочими органами строительных и дорожных машин на ранних стадиях проектирования. //Сборник материалов международной научно технической конференций ученых – механиков, посвященной памяти академика С.А.Абдраимова. - Бишкек, 2015. - С. 29-34.