

**Техніка для земляних та дорожніх робіт**

УДК 621.878.23.001

Л.А. Хмара, д.т.н., професор (ПГАСА Днепропетровск)
 К.А. Крекнин, инженер (ПГАСА Днепропетровск)

ФОРМИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ БУЛЬДОЗЕРНЫХ ОТВАЛОВ С БОКОВЫМИ СЕКЦИЯМИ

При проектировании отвала бульдозера, оборудованного шарнирно соединенными боковыми секциями необходимо определить рациональные параметры боковых секций рис. 1. На рис. 2 представлена схема бульдозерного отвала работающего в традиционном режиме; на рис. 3 - то же в режиме накопления грунта; на рис. 4 - то же грейдерном режиме; на рис. 5 - то же в режиме путепоходчика.

Основные параметры традиционного отвала остаются неизменными: ширина отвала B ; высота традиционного режущего ножа h_r ; высота отвала $H_{от}$; радиус кривизны отвала R .

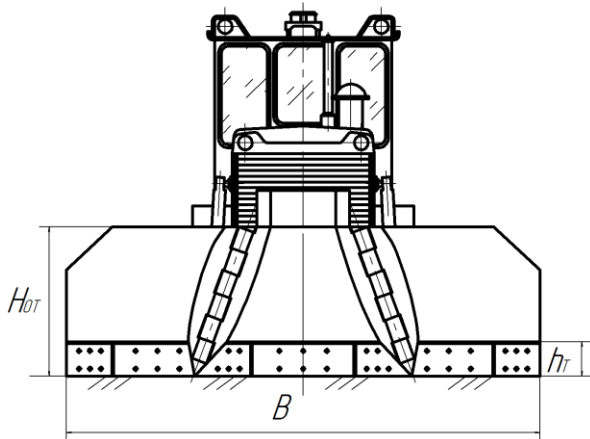


Рисунок 1. Схема бульдозера, оборудованного отвалом с боковыми секциями.

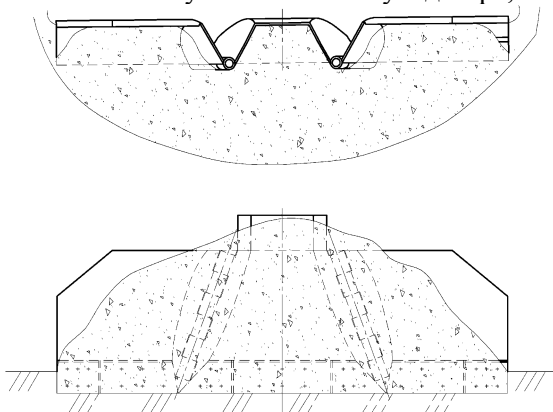
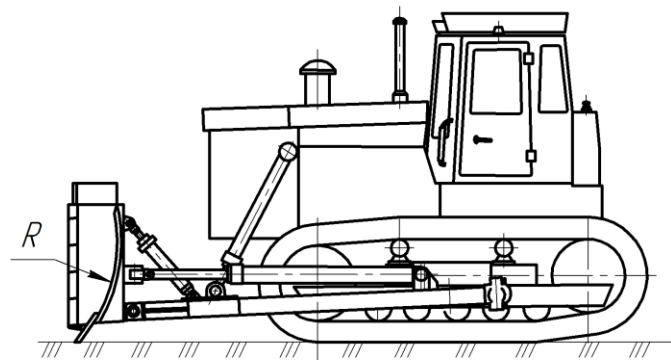


Рисунок 2. Работа отвала бульдозера в традиционном режиме.

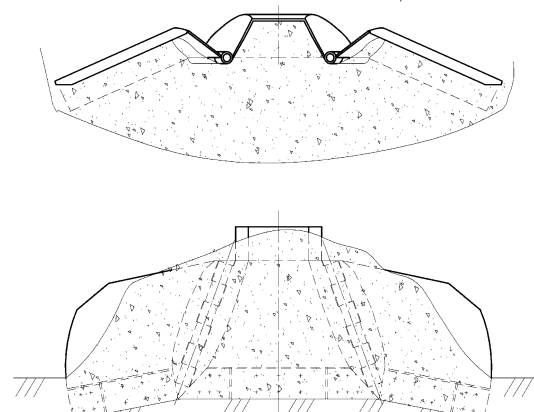


Рисунок 3. Работа отвала бульдозера в режиме накопления грунта.

В зависимости от свойств разрабатываемого грунта по таблице 1 определяем основные параметры боковых расширений прорези в поперечном сечении: угол бокового расширения грунта γ и коэффициента бокового расширения грунта $k_{бок}$.

Формирование новых машин и их рабочих органов (РО) на основе расчленения математической модели процесса на составляющие элементы с последующим их объединением в новую систему – один из эффективных методов ускорения творческого

поиска наиболее совершенного технического решения (ТР). Такой метод наиболее рационально использовать как для совершенствования традиционных землеройных машин, так и при формировании машин, основанных на использовании новых физических эффектов [1].

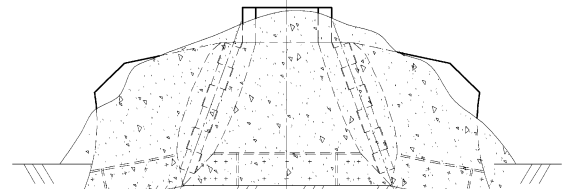
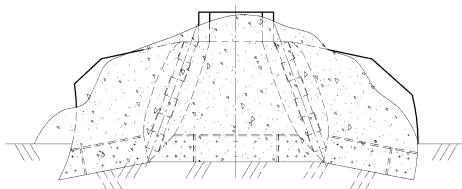
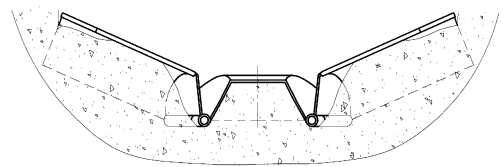
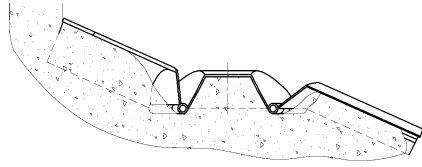


Рисунок 4. Работа отвала бульдозера в грейдерном режиме.

Рисунок 5. Работа отвала бульдозера в режиме путепоходчика.

Синтез РО землеройных машин представляет собой один из наиболее сложных и важных моментов в формировании новых машин, который в результате обеспечивает повышение качества вновь создаваемых изделий и их выпуск на уровне лучших мировых образцов. Задачи синтеза при формировании высокоэффективных РО можно условно разделить на два основных типа [1]. Первый тип – синтез принципа действия, который заключается в поиске и выборе наиболее эффективного набора физических эффектов и явлений, с помощью которых можно реализовать рабочую функцию проектируемого изделия. Второй тип – синтез новых ТР для заданного принципа действия, заключающийся в поиске и выборе новой, более рациональной совокупности конструктивных элементов и их признаков в рамках заданного принципа действия.

Синтез новых ТР проиллюстрируем на примере формирования РО бульдозера с боковыми секциями [БС]. Произведем составление математических моделей процесса копания грунта предлагаемым бульдозерным отвалом.

В качестве математической модели процесса может быть использовано выражение в виде суммы ряда действующих сопротивлений, связь между которыми определяется структурой функционирования отвала. Если грунт представлен сыпучей средой, обладающей сцеплением, то модель, определяющая сопротивление отделению грунта в процессе копания, в общем случае может быть представлена в виде выражения [1]:

$$P_K = P_r(X_{in}) + P_n(X_{ik}) + P_{np}(X_{ik}); \quad (1)$$

Где P_r - сопротивление резанию; P_n - сопротивление движению грунта в призме;

P_{np} - сопротивление призмы волочения.

На рис. 6 представлен пример формы вырезаемой стружки грунта в зависимости от положения боковых секций отвала.

Математическую модель, составленную таким образом, можно расчленить на ряд частных составляющих:

$$P_r = P_{r.нож} + P_{зат}; \quad (2)$$

$$P_n = P_{отв} + P_{гр}; \quad (3)$$

$$P_{np} = P_{np.гр}; \quad (4)$$

где $P_{r.нож}$ - сопротивление на передней поверхности ножа с учетом пригрузки на



вырезаемую стружку; $P_{зат}$ - сопротивление на площадке затупления лезвия; $P_{отв}$ - сопротивление передвижению стружки грунта по отвалу; $P_{сп}$ - сопротивление трения грунта о грунт при движении пласта внутри призмы; $P_{пр.гр.}$ - сопротивление сил расчлененные математические модели, характеризующие процесс копания грунта отвалом бульдозера $P_{р.нож}$, $P_{зат}$, $P_{отв}$, $P_{сп}$, $P_{пр.гр.}$, можно сформировать пути совершенствования и модернизации РО в целом.

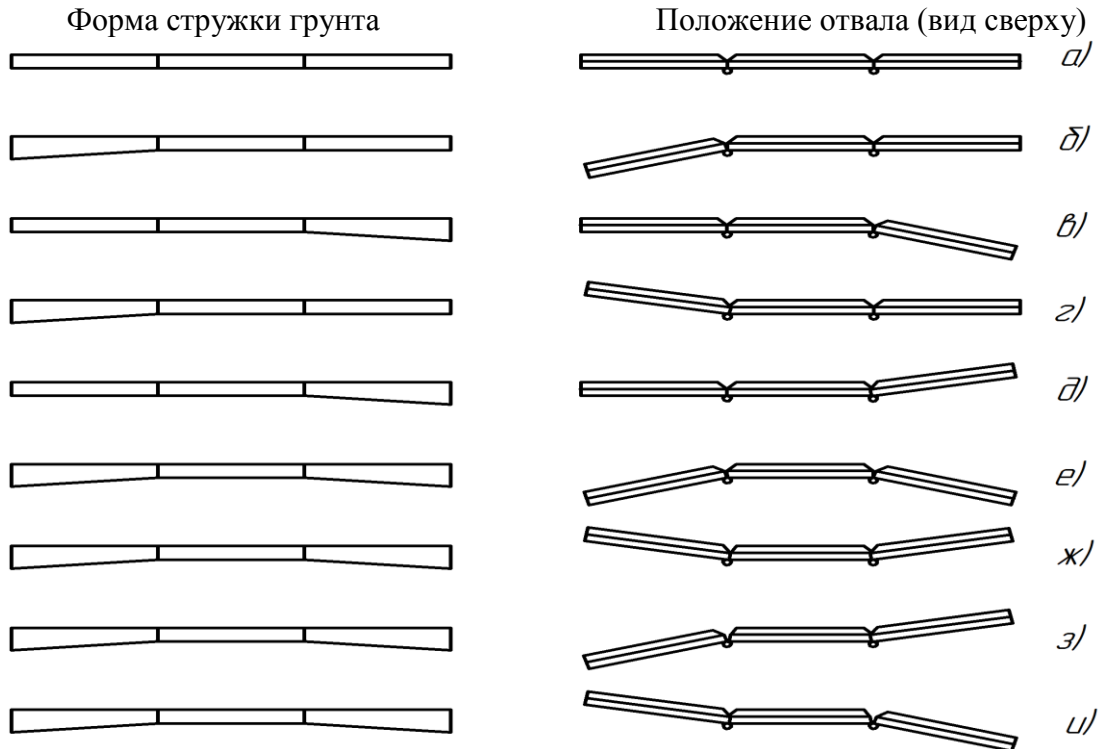


Рисунок 6. Форма вырезаемой стружки грунта.

Анализ осуществляется с целью оптимизации, например, минимизации целевой функции и ее составляющих. Для уменьшения величины $P_{р.нож}$ целесообразно осуществить следующие мероприятия: уменьшить ширину пласта, срезаемого отвалом; осуществлять управление углом резания в процессе копания; снизить углы внутреннего и внешнего трения грунтов.

Анализ математической модели $P_{зат}$ приводит к выводу о необходимости: уменьшить длину режущего ножа; уменьшить площадку затупления; уменьшить углы резания и затупления отвала.

Анализ математической модели $P_{отв}$ показывает, что для уменьшения этой составляющей необходимо: увеличить радиус кривизны отвала.

Анализ составляющих $P_{зат}$, $P_{отв}$, $P_{сп}$, $P_{пр.гр.}$ приводит к выводу о целесообразности: осуществлять мероприятия по снижению углов внутреннего и внешнего трения грунтов.

Разработанный метод формирования новых ТР РО землеройных машин позволяет синтезировать различные конструкции отвалов бульдозера, оборудованных БС, общая схема формирования которых представлены в таблице 1.

Таблица 1. Общая схема формирования рабочих органов бульдозера с БС.

№ п/п	Условия формирования рабочего органа	Схема рабочего органа бульдозера	1	2	3
			Отвалы с двумя секциями		
			9	$B; B_1; B_2; H;$ $\alpha = \pi/2;$ $\beta = -\pi/2.$	
1	2	3	10	$B; B_1; B_2; H;$ $\alpha < \pi/2;$ $\beta < \pi/2;$	
2	$\infty_1 > 0;$ $\alpha = \pi/2;$ $\beta = -\pi/2;$ $\gamma < \pi/2;$		11	$B; B_1; B_2; H;$ $\alpha < \pi/2;$ $\beta < \pi/2;$	
3	$B; H;$ $\alpha < \pi/2;$ $\beta < \pi/2;$		12	$B; B_1; B_2; H;$ $\alpha < \pi/2;$ $\beta < \pi/2;$	
4	$B; H;$ $\alpha = \pi/2;$ $\beta < \pi/2;$		13	$B; B_1; B_2; H;$ $\alpha > \pi/2;$ $\beta > \pi/2.$	
5	$B; H;$ $\alpha = \pi/2;$ $\beta = -\pi/2;$ $\gamma > \pi/2;$		Отвалы с тремя секциями		
			14	$B; B_1; B_2; H;$ $\alpha = \pi/2;$ $\beta = -\pi/2.$	
6	$B; H;$ $\alpha < \pi/2;$		15	$B; B_1; B_2; H;$ $\alpha = \pi/2;$ $\beta = -\pi/2;$ $\gamma < \pi/2;$	
7	$B; H;$ $\alpha < \pi/2;$ $\beta < \pi/2;$		16	$B; B_1; B_2; H;$ $\alpha = \pi/2;$ $\beta = -\pi/2;$ $\gamma < \pi/2;$	

1	2	3	1	2	3
17	$B; B_1; B_2; H;$ $\alpha < \pi/2;$ $\alpha = \pi/2;$ $\beta = -\pi/2;$ $\gamma < \pi/2.$		21	$B; B_1; B_2; H;$ $\alpha < \pi/2;$ $\beta < \pi/2;$ $\varphi > \pi/2;$	
18	$B; B_1; B_2; H;$ $\alpha = \pi/2;$ $\beta = -\pi/2;$ $\gamma < \pi/2.$		22	$B; B_1; B_2; H;$ $\alpha = \pi/2;$ $\beta = -\pi/2;$ $\varphi < \pi/2.$	
Отвалы с тремя секциями, закрепленными под углом			23	$B; B_1; B_2; H;$ $\alpha < \pi/2;$ $\beta < \pi/2.$ $\varphi < \pi/2.$	
19	$B; B_1; B_2; H;$ $\alpha = \pi/2;$ $\beta = -\pi/2;$ $\varphi > \pi/2.$		24	$B; B_1; B_2; H;$ $R;$ $\alpha < \pi/2;$ $\beta < \pi/2;$ $\varphi > \pi/2.$	
20	$B; B_1; B_2; H;$ $\alpha < \pi/2;$ $\beta < \pi/2;$ $\varphi > \pi/2;$				

Выводы.

Использование метода сочетания математического моделирования рабочего процесса, расчленения математических моделей процесса и функционального анализа элементов модели позволяет значительно ускорить формирование новых высокоэффективных РО бульдозеров. Сформировано более 40 ТР РО бульдозеров с шарнирно соединенными БС, в условиях изменения: количества секций отвала, ширины, высоты, форм и размеров секций отвала. Из общего числа возможных вариантов схем РО, определяемых методами комбинаторного анализа, на основании предложенного метода установлено, что наибольший эффект дают системы с БС, решения с интенсификаторами комбинированного принципа действия. Такие решения не требуют значительных материальных затрат и позволяют трансформировать их в адаптирующиеся и многоцелевые РО.

Литература

1. Баловнев В.И., Хмара Л.А. Интенсификация земляных работ в дорожном строительстве. –М.: Транспорт, 1983. -183с.
2. Хмара Л.А., Колесник Н.П., Станевский В.П. Модернизация и повышение производительности строительных машин. –К.: Будівельник, 1992. -152с.
3. Баловнев В.И., Хмара Л.А. Повышение производительности машин для земляных работ. –К.: Будівельник, 1992. -152с.
4. Зеленин А.Н., Баловнев В.И., Керов И.П. Машины для земляных работ. . –М.: Высш. Шк., 1975. -424с.
5. Хмара Л.А., Коротких В.Б. Исследование процесса копания и повышение эффективности рабочих процессов отвалов бульдозеров // Повышение эффективности землеройных машин. Материалы респ. конф., г. Воронеж, 1992. – с. 11.