

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОПИСАНИЯ ПРОЦЕССА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АДАПТИРУЕМЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ЗЕМЛЕРОЙНЫХ МАШИН С ГРУНТОМ С КАМЕНИСТЫМИ ВКЛЮЧЕНИЯМИ

Макалада жер казуучу машиналардын ылайыкташуучу жумушчу органдарын ойлоп чыгаруунун принциптери келтирилген жана алардын таптак топурак менен иштеген процесси суроттолгон.

В статье приводятся принципы создания адаптируемых рабочих органов землеройных машин и описывается процесс взаимодействия их с грунтом с каменистыми включениями.

In article principles of creation of adapted working bodies of digging cars are resulted and process of their interaction with a ground with stony inclusions is described.

Одним из перспективных направлений совершенствования землеройных машин является создание адаптируемых рабочих органов, т.е. обладающих свойствами адаптации к преобладающим грунтовым условиям. Такие рабочие органы позволяют эффективно работать землеройной машине на грунтах с различной степенью трудности разработки. Выбранное направление позволяет повысить эффективность машины без существенного изменения ее конструкции, естественно, при малых материальных затратах. Это обусловлено тем, что рабочие органы основных землеройных машин по массе и стоимости составляют незначительную часть – примерно 2...5 % общей массы и стоимости машины в целом.

Конструктивное исполнение рабочих органов и процесс взаимодействия их с разрабатываемым грунтом зависят от физико-механических свойств последнего и его текущего состояния (гранулометрический состав, плотность, прочностные свойства, угол естественного откоса, коэффициенты трения, абразивность и т.п.). Влияют на конструкцию и процесс также то, как мы копаем грунт, режим взаимодействия (способ копания, скорости, ускорения, величина относительной подачи, размеры снимаемой стружки).

Влияние многих из них на параметры и форму рабочих органов исследовано хорошо. Существуют оптимальные углы резания и скорости взаимодействия,

соотношения ширины снимаемой стружки грунта к ее высоте, шаг расстановки зубьев, угол заострения и соотношения линейных параметров самого рабочего органа /1/. Оптимальные параметры, касающиеся каменистых грунтов, не являются постоянными, а зависят от изменяемых условий разрабатываемой среды как во времени, так и в пространстве.

При встрече рабочего органа с каменистым включением, например, с валуном возможны два случая:

1) либо тяговое усилие, передающееся на валун через рабочий орган, преодолевает сопротивление каменистого включения, находящегося в грунте, и выбрасывает валун на поверхность грунта вместе с его разрушением;

2) либо происходит стопорение, и двигатель машины, на который навешен рабочий орган, буксует.

В последнем случае возможно использование следующих типов адаптируемых к условиям среды рабочих органов.

1. Рабочий орган упирается в каменистое включение, тягового усилия недостаточно для преодоления сопротивления разрушения грунта с каменистыми включениями. В этом случае рабочий орган выполняется таким образом, чтобы он обходил препятствие и по мере того, как сопротивление грунта снижается, рабочий орган принимает свое прежнее первоначальное положение. При очередной встрече рабочего органа с каменистым включением положение рабочего органа по отношению к валуну может оказываться более удачным и тяговое усилие в этом случае может быть достаточным для преодоления сопротивления копания грунта с каменистыми включениями. При этом предполагается, что рабочий орган движется постоянно по горизонтали.

2. Рабочий орган с принципом прямого (горизонтального) резания толкает одиночное включение в грунте (можно это перенести на любую частицу грунта) только в направлении движения самого себя, так как его режущая кромка на горизонтальной плоскости расположена перпендикулярно к направлению движения. Рабочий орган же с принципом косого резания смещает такое включение не только в направлении движения, но и в сторону от него. Режущая кромка такого рабочего органа расположена под углом к направлению движения. Одиночное включение при втором способе резания имеет одну степень свободы больше, чем при первом. Частица грунта, имеющая две степени свободы, быстрее найдет место для размещения, чем та, которая имеет только одну степень свободы.

Процесс работы адаптируемого рабочего органа может происходить следующим образом. При встрече рабочего органа с каменистым включением в точке O_1 происходит стопорение, при котором срабатывают гидроцилиндры (или упругие элементы) 1 и 2 (рис.1, а), которые настроены на максимальное тяговое усилие базовой машины. Происходит втягивание штоков в гидроцилиндры, рабочий орган обходит валун и приобретает вертикальное положение, соприкасаясь с каменистым включением в точке O_2 (рис.1, б). Поскольку гидроцилиндры (или упругие элементы) 1 и 2 настроены на максимальное тяговое усилие базовой машины, то рабочий орган стремится принять прежнее положение при сопротивлении копанью грунта, меньшем, чем тяговое усилие. При этом происходит срез грунта по траектории I – I (рис. 1, в). При следующей встрече рабочего органа с каменистым включением точка его соприкосновения O_3 (рис. 1, в) может оказаться ниже центра тяжести валуна на 0,75 его радиуса. В этом случае происходит разрушение каменистого грунта и выталкивание валуна на поверхность грунта. Если происходит стопорение, то процесс повторяется.

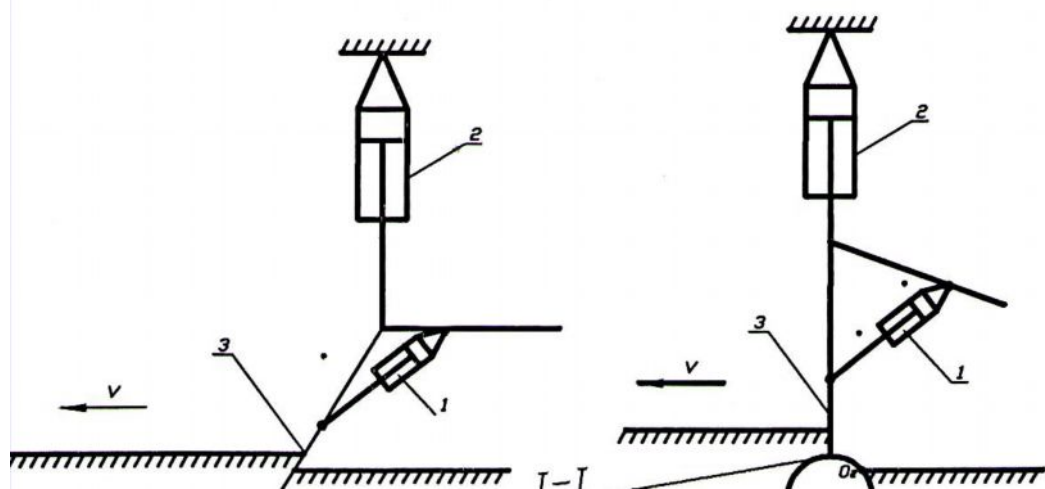
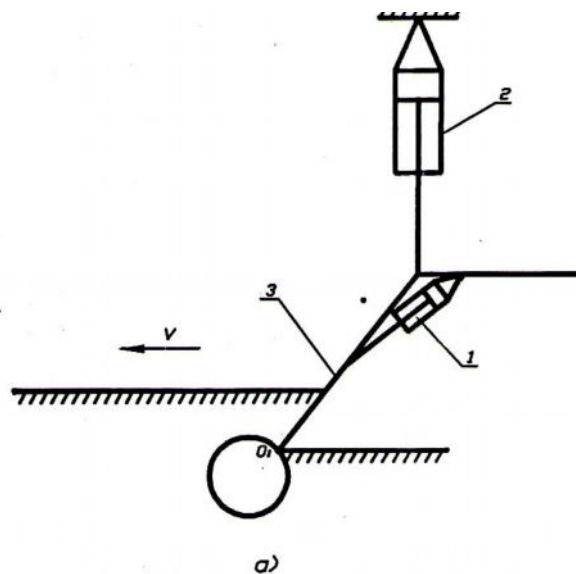


Рис.1. Схема взаимодействия адаптируемого рабочего органа по методу обхода непреодолимого препятствия

1) Рабочий орган упирается в каменистое включение, тяговое усилие недостаточно для преодоления сопротивления разрушения грунта с каменистыми включениями. Рабочий орган не обходит каменистое включение, а поворачивается вокруг точки соприкосновения на такой угол, при котором конец рабочего органа теряет точку опоры и проскальзывает мимо валуна (камня) при вертикальном внедрении рабочего органа в грунт.

На рис. 2 представлена схема взаимодействия адаптируемого рабочего органа с каменистым включением по методу потери точки опоры и проскальзывания рабочего органа по камню.

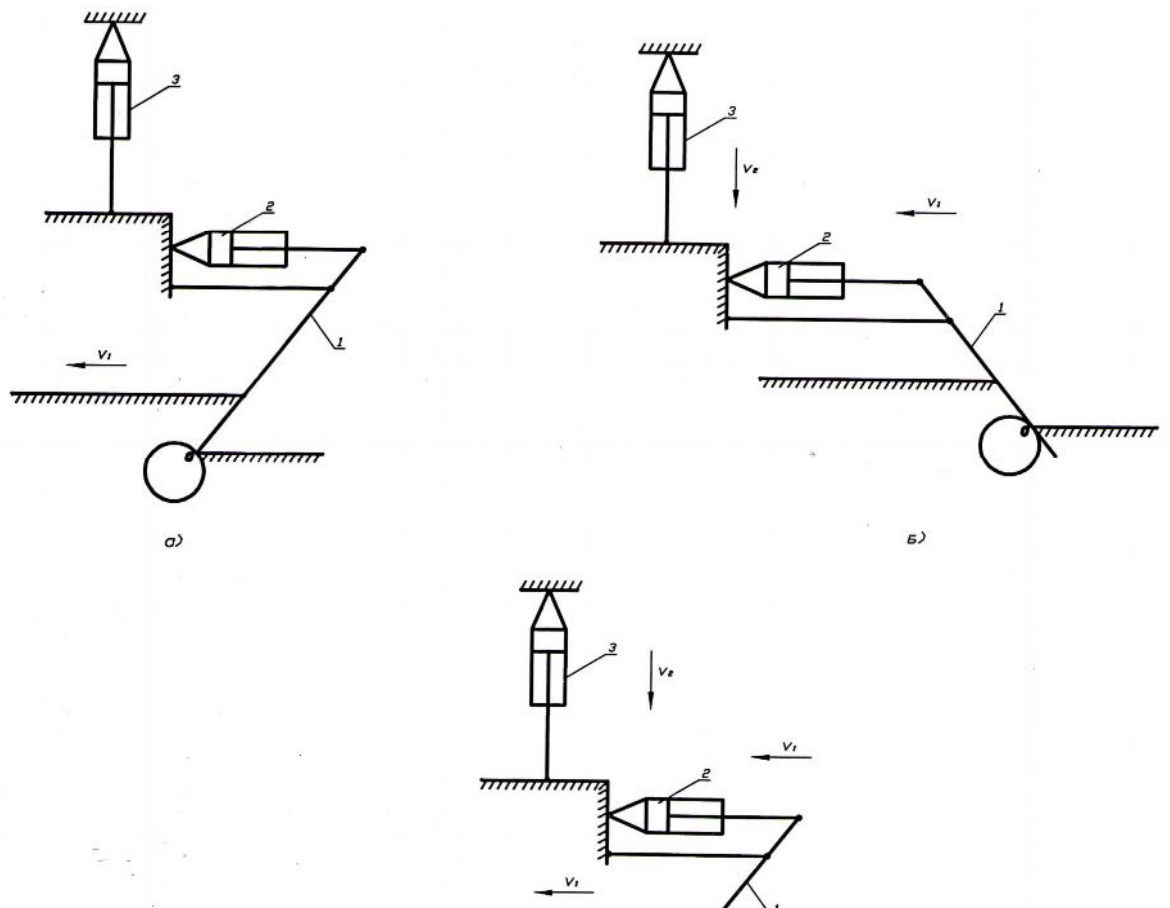


Рис.2. Схема взаимодействия адаптируемого рабочего органа с грунтом, содержащим каменные включения, по методу поворота рабочего органа и его проскальзывания по каменному включению

Рабочий процесс адаптируемого рабочего органа происходит следующим образом. При упоре рабочего органа в валун при одновременном движении вперед базовой машины срабатывает гидроцилиндр (или упругий элемент) 2 при наличии максимального тягового усилия, на которое гидроцилиндр рассчитан (рис. 2, а). Втягивается шток гидроцилиндра 2, а рабочий орган 1 поворачивается вокруг точки О при одновременном движении машины вперед и опускании штока гидроцилиндра 3, рассчитанного на упорное сопротивление валуна. Как только повернутый рабочий орган теряет точку опоры, так сейчас же рабочий орган под действием гидроцилиндра 3 внедряется в грунт на максимальную глубину (рис. 2, б). Поскольку копание грунта, содержащего каменные включения при отрицательном угле резания нецелесообразно [2], то или базовая машина должна отъехать назад со скоростью v_3 , либо шток гидроцилиндра (или упругий элемент) 2 должен повернуть рабочий орган на прежнее место под действием тяговой силы, на которую рассчитан гидроцилиндр 2 (рис.2, в). Происходит сжатие части грунта 4. В этом положении рабочий орган при достаточном тяговом усилии способен разрушить грунт с выталкиванием валуна на поверхность грунта. Недостаток данного типа адаптируемого устройства рабочего органа заключается в том, что базовая машина должна обладать достаточным тяговым усилием для разрушения грунта с каменными включениями по схеме, изображенной на рис.2, в, в противном случае может произойти постоянное стопорение и буксование двигателей базовой машины даже при наличии адаптируемого устройства. Этот недостаток отсутствует в адаптируемом устройстве, основанном на принципе обхода препятствия (рис.1). В этом адаптируемом устройстве рабочий орган

встречает такое каменистое включение, которое он способен вытолкнуть на поверхность с разрушением грунта при имеющейся тяговой силе базовой машины. Те каменистые включения, которые в силу недостаточности тяговой силы рабочий орган не способен вытолкнуть на поверхность, обходятся для дальнейшего разрушения взрывогидравлическим способом /3/ или выталкиваются при повторных проходах.

Для таких традиционных землеройных машин, как рыхлители, бульдозеры, скреперы, автогрейдеры и др. увеличение производительности ведет к необходимости адаптивного изменения геометрических параметров рабочих органов с наличием адаптируемых зубьев, способных обойти непреодолимые каменистые препятствия. К элементам, которые могут адаптивно изменяться, относятся высота, ширина и длина отвала, ковша, изменение радиуса кривизны криволинейных частей отвалов, ковшей, изменение режущей части рыхлителя и т.д.

Формирование адаптируемых элементов рабочих органов в каждом конкретном случае зависит от вида выполняемых работ, от грунтовых условий и от тяговых возможностей базовой машины.

Список литературы

1. Абдигалиев М. Самоприспосабливающиеся рабочие органы экскаваторов для водохозяйственного строительства. – Ташкент: ТИИМСК, 1987. – 86 с.
2. Гмошинский В.К., Флиорент Г.И. Теоретические основы инженерного прогнозирования. – М.: Наука, 1973. – 303 с.
3. Чеченков М.С. Разработка прочных грунтов. – Л.: Стройиздат, Ленингр. отделение, 1987. – 232 с.