

УКД 621.879.49

П. И. Федотов

РОТОРНЫЙ ЭКСКАВАТОР С ИЗМЕНЯЮЩИМСЯ УГЛОМ РЕЗАНЬЯ СТРУЖКИ ГРУНТА

Рассмотрен вопрос об изменении угла резания стружки грунта. Во время работы экскаватора возникают условия, когда он «лизает» грунт, не срезая его. Необходимо менять угол встречи зубьев с грунтом. Предложено устройство, позволяющее машинисту менять угол резания грунта, не выходя из кабины экскаватора.

К л ю ч е в ы е с л о в а: роторный экскаватор с изменяющимся углом резания грунта.

The article deals with the issue of the change of cutting angle of soil chip. When excavator operates arise conditions when it "licks" soil and does not cut it. It is necessary to change the angle at which teeth meet the ground. The author offers the device allowing to change the cutting angle without leaving the excavator cab.

Key words: bucket wheel excavator with changeable cutting angle.

Существующие рабочие органы роторных экскаваторов содержат неподвижную ось, ротор и обод с ковшами. Последние жестко закреплены на ободе, а угол внедрения зубьев ковша по мере его износа или изменения физико-механических свойств грунта и его твердости, а также при изменении высоты обрабатываемого уступа не может быть изменен, что резко снижает производительность экскаватора и является существенным недостатком. Этот фактор зависит от конструктивных особенностей рабочего органа роторного экскаватора.

Автором предложен новый принцип работы роторного экскаватора, устраняющий вышеуказанный недостаток [1, 2]. Для улучшения резания, особенно при изменении высоты уступа забоя или изменения физико-механических свойств грунта, каждый ковш рабочего органа шарнирно укреплен на роторе и соединен посредством тяг с обоймой. Последняя имеет возможность поворота относительно эксцентриковой втулки, установленной на оси ротора.

Рабочий орган (рис. 1) содержит неподвижную ось 1, ступицу 2, разгрузочный конус 3, обод 4, приводную шестерню 5 с кожухом, ковши 6, эксцентриковую втулку 7, обойму 8 с пальцами 9, тяги 10, кронштейн 11, малогабаритный привод 12 с червяком, датчик, состоящий из колеса с чувствительным элементом и подвижного контакта, закрепленного на эксцентриковой втулке, и электропровода, проходящего через неподвижную ось.

Рабочий орган приводится во вращение от привода через шестерню 5 (см. рис. 1), жестко связанную со ступицей 2, ободом 4, ковшами 6 и тягами 10, разгрузочным конусом 3 и обоймой 8. Ковши, шарнирно связанные с ободом, вращаются относительно центра O (рис. 2), а днище ковшей с тягами 10 и обоймой 8 — относительно центра O_1 эксцентриковой втулки 7. В результате получается, что каждый ковш совершает качающиеся движения относительно шарнира, связывающего ковш с ободом (рис. 2).

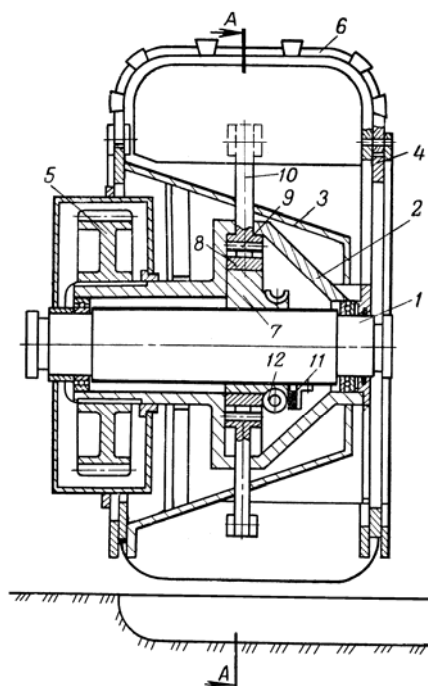


Рис. 1. Рабочий орган роторного экскаватора с изменяющимся углом резания грунта: 1 — неподвижная ось; 2 — ступица; 3 — разгрузочный конус; 4 — обод; 5 — зубчатое колесо привода; 6 — ковши; 7 — эксцентриковая втулка; 8 — обойма с пальцами 9; 10 — тяги; 11 — кронштейн с закрепленным малогабаритным приводом; 12 — малогабаритный привод

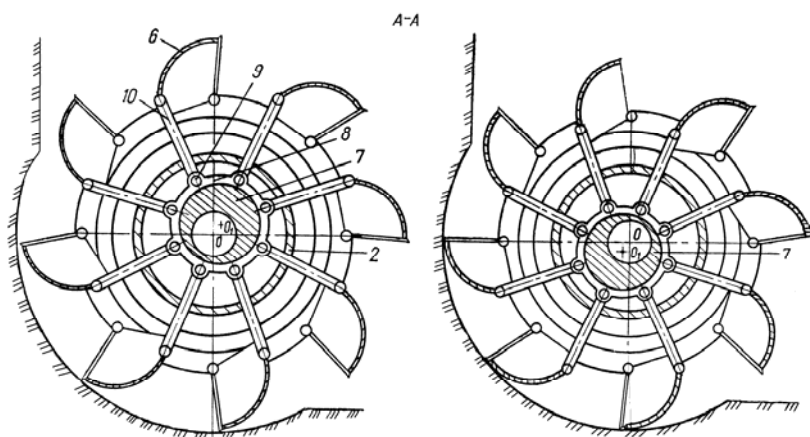


Рис. 2. Изменение резания грунта зубьями ковша при изменении эксцентриковой втулки 7 на 180°

При работе рабочего органа, когда эксцентриковая втулка 7 своим эксцентриситетом повернута вниз, ковши, находящиеся в забое, поворачиваются по направлению вращения ротора и в зависимости от обстоятельств улучшают условия загрузки с сохранением рациональных углов резания, а ковши, находящиеся в зоне разгрузки, поворачиваются против направления вращения ротора, обеспечивая лучшие условия разгрузки грунта на конвейер.

При изменении физико-механических свойств породы или положения ротора по высоте забоя, когда ковш не срезает грунт, а «лижет» его своей тыльной стороной, машинист регулирует положение эксцентриситета эксцентриковой втулки (рис. 3) с помощью привода 12, который через червяк 13 проворачивает втулку 7 на нужный угол относительно оси 1, добиваясь увеличения толщины слоя срезания грунта. При этом подвижный контакт 15 скользит по кольцу 14 датчика, что меняет сопротивление электрической цепи чувствительного элемента. В результате прибор, установленный в кабине машиниста, фиксирует положение эксцентриситета втулки.

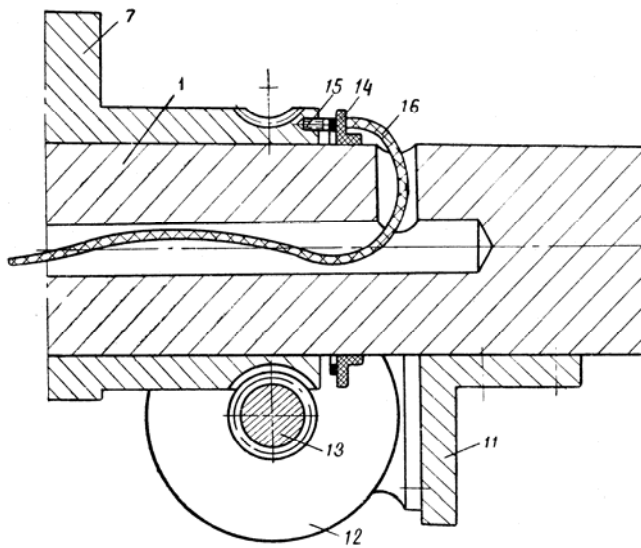


Рис. 3. Схема размещения контактов, регистрирующих положение эксцентриковой втулки относительно оси: 1 — неподвижная ось; 7 — эксцентриковая втулка; 11 — кронштейн с закрепленным малогабаритным приводом; 12 — малогабаритный привод; 13 — червяк редуктора; 14 — электронепроводящее кольцо с наклеенным сопротивлением и контактом; 15 — контакт

Таким образом, предложенная конструкция ротора с подвижными ковшами позволяет занимать наиболее рациональный угол захвата и резания грунта, что значительно увеличивает производительность экскаватора.

При разработке грунта наиболее приемлемым является способ разработки уступа горизонтальными стружками [2, 3]. При этом при повороте роторной стрелы в плане изменяется глубина резания h' , определяемая толщиной снимаемого роторным колесом слоя h в направлении, перпендикулярном забоя.

$$h' = h / \sin \alpha_3,$$

где α_3 — устойчивый угол откоса забоя.

Толщина слоя максимальна в направлении подачи экскаватора в забой и уменьшается при повороте роторной стрелы в плане.

Для установления взаимозависимости между производительностью роторного экскаватора, обрабатывающего забой горизонтальными стружками, и параметрами забоя рассмотрим изменение h' в выбранной нами системе координат (рис. 4).

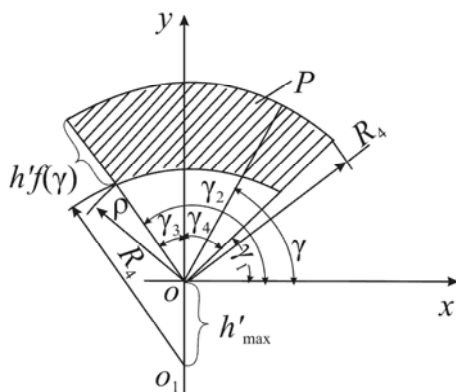


Рис. 4. Схема для определения глубины резания: h' — глубина резания в плане забоя; $h'_{\max}$ — передвижка экскаватора на максимальную глубину резания; $R_{\text{ч}}$ — радиус захвата; ρ — радиус кривизны предыдущего ряда в системе координат XY ; P — поверхность, ограниченная глубиной резания; γ — текущее значение угла поворота роторной стрелы в плане забоя относительно оси OX ; γ_1 и γ_2 — углы поворота роторной стрелы, соответствующие определенной ширине заходки; γ_3 и γ_4 — углы поворота роторной стрелы относительно оси OY в сторону уступа и в сторону выработанного пространства соответственно

Система координат XY выбрана таким образом, что ее центр совпадает с центром окружности O , описывающей наружный контур забоя радиусом $R_{\text{ч}}$. Внутренний контур забоя описывается тем же радиусом, но с центром в точке O_1 , смещенным на величину максимальной глубины резания $h'_{\max}$:

$$h'_{\max} = h_{\max} / \sin \alpha_3 = (1 \dots 1,4) r / \sin \alpha_3,$$

где r — радиус ротора.

Уравнение наружного контура забоя будет выглядеть следующим образом:

$$x_2 + y_2 = R_{\text{ч}}^2,$$

где x, y — текущие координаты; $R_{\text{ч}}$ — радиус захвата.

Уравнение внутреннего контура представляет собой уравнение окружности со смещенным центром на величину $h'_{\max}$:

$$x_2 + (y + h'_{\max})^2 = R_{\text{ч}}^2,$$

$$x_2 + y_2 + 2 y h'_{\max} + (h'_{\max})^2 = R_{\text{ч}}^2. \quad (1)$$

Координаты x и y в полярных координатах соответственно

$$x = \rho \cos \gamma;$$

$$y = \rho \sin \gamma.$$

В этом случае уравнения (1) примет вид

$$\rho^2 + 2\rho h'_{\max} \sin \gamma + (h'_{\max})^2 = 0. \quad (2)$$

Решив квадратное уравнение (2), получим значение ρ :

$$\rho = h'_{\max} \sin \gamma + \sqrt{R_{\text{ч}}^2 - (h'_{\max})^2 \cos^2 \gamma}.$$

Зная ρ , можно определить h' при любом значении угла γ , который определяет положение роторной стрелы в плане забоя:

$$h' = R_{\text{ч}} - \rho = R_{\text{ч}} + h'_{\text{max}} \sin \gamma - \sqrt{R_{\text{ч}}^2 - (h'_{\text{max}})^2 \cos^2 \gamma}.$$

Производительность роторного экскаватора определяется объемом снимаемой стружки. Для определения объема ленты недостаточно знать величину h' , еще необходимо рассмотреть серповидное сечение стружки в вертикальной плоскости (рис. 5).

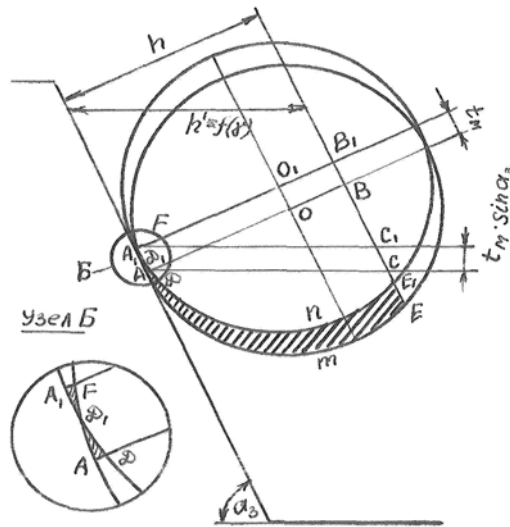


Рис. 5. Сечение стружки в вертикальной плоскости при лобовом резании: h — глубина слоя в плоскости, перпендикулярной откосу уступа забоя; t_m — толщина стружки; α_3 — устойчивый угол откоса забоя

Толщина горизонтальной стружки при отработке одного слоя остается постоянной.

Объем грунта в плотном теле, срезаемый роторным колесом за один поворот роторной стрелы, определяется по формуле

$$V = P t_m \sin \alpha_3,$$

где P — площадь поверхности, ограниченной глубиной резания h' .

Производительность роторного экскаватора, $\text{м}^3/\text{ч}$, определяется по формуле:

$$Q = 3600 V / t_{\text{п}},$$

где $t_{\text{п}}$ — время одного поворота роторной стрелы.

Производительность роторного экскаватора зависит от радиуса черпания, глубины резания и угла поворота роторной стрелы в плане забоя.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Федотов П. И.* Оптимизация рабочего органа роторного экскаватора, разрабатывающего уступ горизонтальными стружками // Актуальные проблемы совершенствования машин и оборудования строительного и коммунального комплексов. М. : МИКХиС, 2005.

2. Рабочий орган роторного экскаватора / Н. З. Гармаш, П. И. Федотов, В. И. Сероштан и др. : пат № 251471 Рос. Федерации; опубл. 26. 08 69. Бюл. № 27.

3. *Доценко А. И., Карасев Г. И., Шестопалов И. К.* Машины для землеройных работ. М. : Бастет, 2012.

1. *Fedotov P. I.* Optimizatsiya rabocheho organa rotornogo ekskavatora, razrabatyvayushchego ustup gorizontal'nyimi struzhkami // Aktual'nye problemy sovershenstvovaniya mashin i oborudovaniya stroitel'nogo i kommunal'nogo kompleksov. M. : MIKKhIS, 2005.

2. Rabochiy organ rotornogo ekskavatora / N. Z. Garmash, P. I. Fedotov, V. I. Seroshtan i dr. : pat № 251471 Ros. Federatsii; opubl. 26. 08 69. Byul. № 27.

3. *Dotsenko A. I., Karasev G. I., Shestopalov I. K.* Mashiny dlya zemleroynykh rabot. M. : Bastet, 2012.

© *Федотов П. И.*, 2014

*Поступила в редакцию
в марте 2014 г.*

Ссылка для цитирования:

Федотов П. И. Роторный экскаватор с изменяющимся углом резанья стружки грунта // Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер.: Политематическая. 2014. Вып. 2(33). Ст. 24. Режим доступа: <http://www.vestnik.vgasu.ru/>

For citation:

Fedotov P. I. [Bucket wheel excavator with changeable cutting angle of soil chip]. *Internet-Vestnik VolgGASU*, 2014, no. 2(33), paper 24. (In Russ.). Available at: <http://www.vestnik.vgasu.ru/>