

*A. V. DELKOV, I. V. ROMANENKO, S. N. RYCHKOV*  
**MECHANICAL DEVICES OF SOLAR BATTERIES**

The paper covers the features of construction, principles of operation and methods of calculation for mechanical devices of spacecraft solar batteries. There are given some calculation results of the kinematical parameters of construction details when the battery is open.

Получено 21.04.2009

**ISBN 978-985-468-707-0. Механика. Научные исследования  
и учебно-методические разработки. Вып. 4. Гомель, 2010**

---

УДК 631.6.22

*Ф. У. ЖУРАЕВ*

*Бухарский технологический институт пищевой и легкой промышленности,  
Узбекистан*

**ОБОСНОВАНИЕ ЧИЗЕЛЯ-РЫХЛИТЕЛЯ  
ДЛЯ РАЗУПЛОТНЕНИЯ ЗАГИПСИРОВАННЫХ ПОЧВ  
В УСЛОВИЯХ ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

Из-за возникновения на орошаемых полях гипсовой прослойки в настоящее время используются недостаточно эффективные орудия. В работе выполнено теоретическое и практическое обоснование некоторых параметров конструкции чизеля-рыхлителя, исходя из агротехнических и энергетических соображений. По результатам исследования определены рекомендуемые параметры чизеля-рыхлителя, которые приведены в заключении статьи.

Длительное орошение некоторых посевных площадей при возделывании сельхозкультур приводит к появлению в почве гипсовой прослойки. Размер таких площадей в республике составляет более 215–345 тыс. гектаров. Для улучшения плодородия гипсосодержащих почв необходимо проведение глубокого чизелевания, с промывным поливом и внесением требуемого количества (органических, минеральных) удобрений. Использование существующих орудий из-за недостаточной обоснованности параметров рабочих органов (чизеля-рыхлителя) оказывает значительное динамическое сопротивление и не отвечает агротехническим требованиям.

Предлагается чизель-рыхлитель с рациональными параметрами, предназначенный для разуплотнения загипсированных почв в условиях орошаемого земледелия.

Под воздействием рыхлящего рабочего органа до критической  $h_k$  глубины рыхления образуются почвенные стружки, которые скалываются под углом (рисунок 1). Для разрушения загипсированных слоев почвы носок рыхлящего рабочего органа должен перемещаться ниже этого слоя на величину  $t_H$ . На

глубине  $h_0$  резание происходит в блокированных условиях, поэтому загипсованный слой будет подниматься по поверхности рабочего органа, образуя на ней почвенный нарост определенной толщины. Этот нарост может быть столь устойчивым и прочным, что в дальнейшем резание почвы происходит им, а не рабочим органом. В нашем случае, ввиду малого угла трения и малой липкости твердых загипсованных частиц, нарост получается незначительным, поэтому им можно пренебречь. Можно предложить, что не следует стремиться к непрерывному деформированию загипсованного слоя, достаточно ограничиться его разрушением лишь носком рыхлительной лапы.

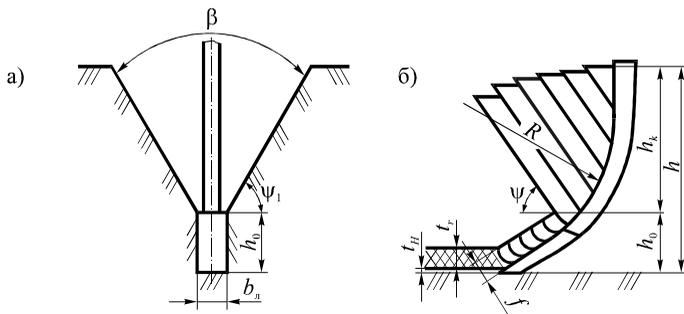


Рисунок 1 – Воздействие рыхлящего рабочего органа на почву:  
 а – поперечный профиль; б – продольный профиль

С учетом вышеизложенного и применяя вариационный метод, выведена формула плоской кривой для профильной линии рабочего органа [1]

$$X = C_1 Hx \left\{ \frac{1}{\sin^{2m} \psi} + \sum_{k=1}^m \frac{1}{(2m - 2k + 2)x \sin^{(2m-2k+2)} \psi} + \ln[\operatorname{tg} \psi] + C_2 \right\};$$

$$Y = Hx \left\{ 1 + C_1 \frac{1}{\sin^{2m+1} \psi x \cos \psi} \right\},$$
(1)

где  $C_1, C_2$  – постоянные интегрирования, зависящие только от положения системы отсчета,  $m$ ;  $H$  – глубина обработки почвы, м.

Обоснование размещения рабочих органов на раме орудия двухрядном или в шахматном порядке необходимо, чтобы стойки переднего ряда находились вне зоны деформации почвы от воздействия рабочих органов второго ряда (рисунок 2). Это возможно при условии

$$L_0 \geq h_k k_k \operatorname{tg} \frac{\alpha + \varphi + \rho}{2} + L,$$
(2)

где  $L_0$  – расстояние между носками рабочих органов по ходу орудия, м;  $k_k$  – коэффициент полноты рыхления почвы;  $\alpha$  – угол крошения рыхлительной лапы;  $\varphi, \rho$  – углы трения почвы по стали и почвы о почву;  $L$  – вылет рабочих органов, м.

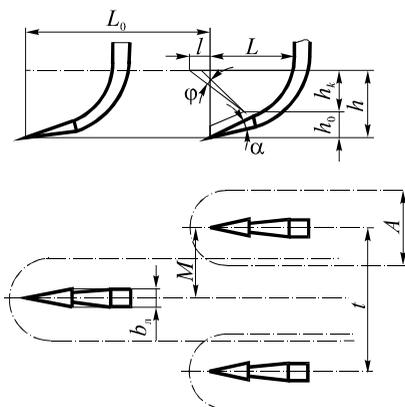


Рисунок 2 – Схема к обоснованию размещения рабочих органов орудия

Площадь деформированной зоны в зависимости от количества рабочих органов и их междуследия можно определить из выражения

$$A = [h_k k_p B_k - 0,25(n-1)(M - b_n)^2] + A_{\text{блк}}, \quad (3)$$

где  $B_k$  – конструктивная ширина захвата орудия, м;  $n$  – количество рабочих органов, шт.;  $M$  – ширина междуследия рабочих органов, м;  $A_{\text{блк}}$  – площадь резания загипсированного слоя, м<sup>2</sup>.

Тяговое сопротивление рабочих органов чизеля-рыхлителя определяется по формуле

$$F_x = fG + (k + \varepsilon \vartheta^2) [h_k k_p B_k - 0,25(n-1)(M - b_n)^2 + A_{\text{блк}}], \quad (4)$$

где  $G$  – вертикальная сила, действующая на опору колеса, кН;  $k$  – удельное сопротивление почвы, МПа;  $\varepsilon$  – коэффициент пропорциональности, который зависит от физико-механических свойств почвы – способности ее деформироваться, от формы рабочей поверхности стойки и рабочих органов, кН с<sup>2</sup>/м<sup>4</sup>.

Удельное сопротивление определяется по формуле

$$T_{\text{уд}} = \frac{fG}{A} + (k + \varepsilon \vartheta^2). \quad (5)$$

Из анализа схемы размещения следует, что с увеличением площади взрыленной зоны тяговое сопротивление орудия увеличивается, а удельное сопротивление уменьшается.

Тяговое сопротивление рабочих органов определено с помощью специальной тензометрической установки, позволяющей определить как продольную, так и вертикальную составляющие сил. Результаты приведены на графиках (рисунки 3 и 4).

Анализ графиков, представленных на рисунке 3, показывает, что при всех изученных глубинах обработки и скоростях движения агрегата с увеличением

радиуса кривизны стойки с 0,15 до 0,2 м тяговое сопротивление существенно не меняется, а с 0,25 до 0,3 м оно интенсивно возрастает, что можно объяснить расширением площади трения стойки о почву. Кроме того, при радиусе кривизны стойки 0,15 м почва прилипает к лобовой поверхности стойки.

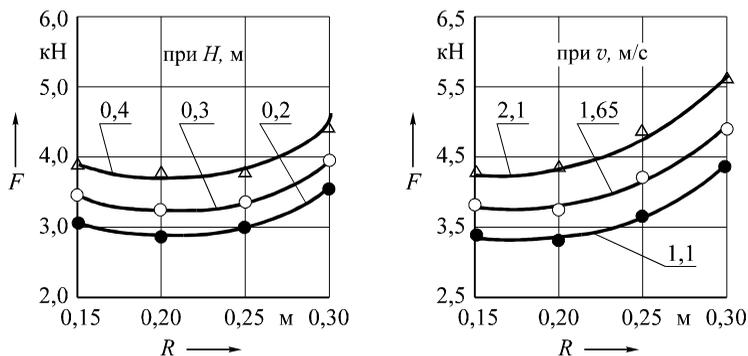


Рисунок 3 – Изменение тягового сопротивления рабочего органа чизеля-рыхлителя в зависимости от радиуса кривизны  $R$  при различных глубинах обработки (а) и скоростях движения агрегата (б)

С увеличением вылета стойки (см. рисунок 3) с 0,15 до 0,2 м тяговое сопротивление рабочего органа уменьшается, а при возрастании с 0,2 до 0,3 м – увеличивается. Такое изменение характера тягового сопротивления рабочего органа в зависимости от вылета его стойки можно объяснить следующим. При  $L = 0,15$  м плавного подъема и перемещения почвы по рабочему органу и стойке не происходит, в результате чего отмечается ее залипание и сгуживание, а при  $R > 0,2$  м наблюдается трение рабочего органа и ухудшается устойчивость его хода по глубине [2].

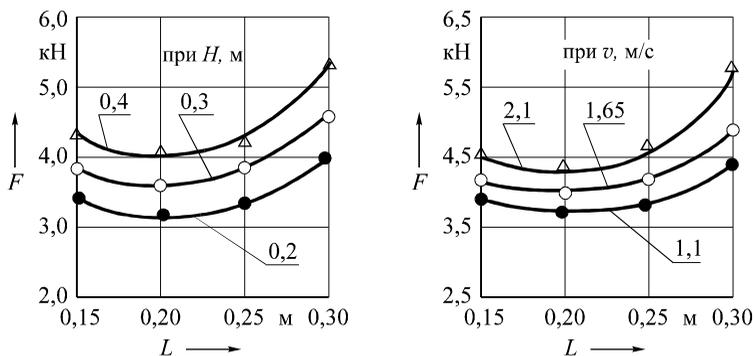


Рисунок 4 – Изменение тягового сопротивления рабочего органа чизеля-рыхлителя в зависимости от вылета  $L$  при различных глубинах обработки (а) и скоростях движения агрегата (б)

Для обеспечения минимального тягового сопротивления рабочего органа чизеля-рыхлителя радиус кривизны должен быть в пределах 0,2–0,25 м и его вылет – 0,20 м.

В качестве рабочего органа для разуплотнения загипсированных почв, принята рыхлительная лапа, соответствующая агротехническим и энергетическим требованиям, т. к. она по сравнению со стрелчатой имеет меньшее тяговое сопротивление. Для выбора оптимальной ширины захвата рыхлительных лап были проведены специальные опыты.

Эксперименты проводились при скорости движения агрегата  $v = 1,65$  м/с и глубинах обработки 0,2, 0,3 и 0,4 м. Результаты эксперимента приведены в таблице 1.

**Таблица 1 – Агротехнические и энергетические показатели рабочих органов чизеля-рыхлителя**

Вариант	Глубина обработки, м	Тяговое сопротивление $F$ , кН	Содержание фракции почвы, %, размером, мм		
			>100	100–50	<50
Стойка с рыхлительными лапами $b_{\text{л}} = 0,05$ м	0,40	4,2	63	23	14
Стойка со стрелчатymi лапами $b_{\text{л}} = 0,02$ м	0,40	5,0	40	35	25

Установлено, что с точки зрения снижения тягового сопротивления чизеля-рыхлителя ширина захвата рыхлительных лап должна быть в пределах  $b_{\text{л}} = 0,1–0,15$  м.

Таким образом, оптимальными параметрами рабочих органов для глубины обработки  $H = 0,40$  м и при скорости движения  $v = 1,65$  м/с можно считать следующие:

- радиус кривизны стойки рабочего органа  $R = 0,23$  м;
- вылет стойки рабочего органа  $L = 0,21$  м;
- ширина захвата рабочего органа  $b_{\text{л}} = 0,15$  м при угле вхождения в почву  $\alpha = 25^\circ$ .

Предлагаемый чизель-рыхлитель позволит увеличить скорость движения агрегата до 1,9 м/с против 1,4 м/с существующего.

На основании проведенных сравнительных испытаний можно сделать вывод, что предлагаемый чизель-рыхлитель обладает преимуществом перед серийными глубокорыхлителями ГРХ-2-50 как по качественным, так и по энергетическим показателям.

Получены сравнительные показатели работы рыхлителей: равномерность глубины обработки, качество крошения почвы и гребнистость по дну обработки. По гребнистости дна обработки лучшие показатели имеет предлагаемый чизель-рыхлитель, гребнистости поверхности поля – серийный глубоко-

рыхлитель, что объясняется особенностью конструкции и характером воздействия рабочих органов на почву.

Рабочие органы чизеля-рыхлителя обеспечивают сплошное рыхление как пахотного, так и подпахотного слоя почвы, а при работе серийного глубокорыхлителя между рабочими органами остаются не образованные гребни (рисунок 5).

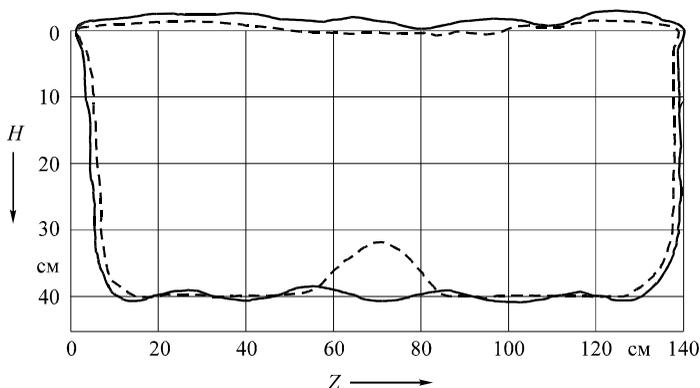


Рисунок 5 – Профиль поперечного сечения при работе:  
пунктир – глубокорыхлителя ГРХ-2-50 (существующего);  
сплошная линия – экспериментального чизельного рыхлителя (предлагаемого)

Результаты исследований приняты Бухарским акционерным обществом «Бухараремонт» для изготовления опытного экземпляра чизеля-рыхлителя с трактором *Magnum* фирмы Кейс.

Результаты широкой хозяйственной проверки работы экспериментального чизеля-рыхлителя показали, что прямые эксплуатационные затраты на 18,5 % ниже, а производительность агрегата на 16,3 % выше при лучших (в 1,1–1,3 раза) качественных показателях по сравнению с существующим глубокорыхлителем.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **Жураев, Ф. У.** Обоснование формы и параметров рабочих органов чизеля-рыхлителя для разуплотнения загипсованных почв в условиях орошаемого земледелия: дис. канд. техн. наук / Ф. У. Жураев. – Ташкент, 2000. – С. 65–105.

2 **Жураев, Ф. У.** Влияние радиуса кривизны и вылета, стойки рабочего органа чизеля-рыхлителя на его тяговое сопротивление / Ф. У. Жураев // Пахтачилик ва дончилик. Илмий-техника журнали. – 1999. – № 2. – С. 52–53.

3 **Жураев, Ф. У.** Обоснование некоторых параметров рабочего органа чизеля-рыхлителя / Ф. У. Жураев. – Бухара: БГУ, 2003. – С. 59–62.

4 **Муродов, М.** Тупрок механикаси / М. Муродов. – Бухоро, 1997. – С. 13–91.

*F. U. ZHURAYEV*

## **CHISEL-RIPPER EXPLANATION FOR DECOMPRESSION OF GYPSEOUS SOIL LAYERS IN IRRIGATED CROPPING**

The article deals with the theoretical and practical explanations of some parameters of chisel-ripper technology. These parameters are defined by agrotechnical and energetic indexes taken into consideration. Under the results of investigation the suitable parameters of chisel-ripper are recommended and given at the end of the article.

Получено 26.03.2010

**ISBN 978-985-468-707-0. Механика. Научные исследования  
и учебно-методические разработки. Вып. 4. Гомель, 2010**

---

УДК 621.833.6

*М. Н. КАРАКУЛОВ, В. А. ЗАНКЕЕВ, М. И. БОРОДУЛИН*  
*ГОУ ВПО "Ижевский государственный технический университет"*

### **АНАЛИЗ ПЕРЕКРЫТИЯ ПЛУНЖЕРНОЙ ПЕРЕДАЧИ**

Рассмотрена конструкция редуктора с плунжерной передачей. Получена расчетная зависимость для определения длины рабочего участка линии зацепления плунжерной передачи с эвольвентным профилем боковой поверхности зуба. Теоретические решения иллюстрируются численным примером из практики проектирования опытного образца.

Pat. USA №5,183,443: Speed Reducer, patented 2.02.1993. Плунжерные передачи являются механизмами, совмещающими в себе признаки и структуру двух типов кулачковых механизмов: нецентрального кулачкового механизма и зубчатого зацепления. Такое сочетание позволяет значительно расширить область возможного применения полученных механизмов.

В настоящее время существует множество формулировок задач синтеза приближенного зацепления [1, 2]. Но большинство авторов сходятся в одном: решение задачи синтеза зацепления должно производиться в условиях ограничений, накладываемых на технологичность элементов зацепления. Понятие технологичности может выражать возможность применения методов высокопроизводительного и точного изготовления профильной части плунжеров и зубчатого колеса. Некоторые авторы отмечают технологичность круговых профилей зубьев, которые могут быть получены с помощью модернизированного инструмента [2]. Но в первую очередь к технологичным могут быть отнесены методы изготовления эвольвентных профилей элементов передачи.

В плунжерном редукторе (рисунок 1) эксцентриковый вал 4 с помощью стакана 2 и подшипников 1 установлен соосно с зубчатой муфтой 3, которая