



## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИНЫ ПАЛЬЦА СВОДОРАЗРУШИТЕЛЬ-ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ МАШИНЫ ДЛЯ ЛОКАЛЬНОГО ВНЕСЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

<https://doi.org/10.5281/zenodo.10790215>

**Адхам Абдумуталибович Хаджиев**

базовый докторант,

Научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства, п/о Гульбахор-1, Янгиюльский район, Ташкентская область, Республика Узбекистан

### Реферат.

Разработана машина для локального внесения органических удобрений под посев бахчевых культур. Установлено, что главными факторами, негативно влияющими на равномерное и устойчивое дозирование органических удобрений лопастными барабанами данной машины, являются сводообразование, фракционный состав и влажность загруженного в бункер удобрения. Для устранения этого разработали экспериментальный образец сводоразрушитель-измельчителя, который предотвращает сводообразование в бункере и одновременно измельчает крупные комки органических удобрений. Главным параметром сводоразрушитель-измельчителя является длина его пальцев, на которые выпадает основная нагрузка при контакте с навозом в бункере. (Цель исследования) Теоретически обосновать длину пальца сводоразрушитель-измельчителя машины для локального внесения органических удобрений с использованием экспериментальных данных. (Материалы и методы) Разработан сводоразрушитель-измельчитель пальчатого типа. Проведены исследования с использованием методов теоретической механики. (Результаты и обсуждения) Получены: зависимость предельного напряжения, вызывающего разрушение комка удобрения, от приложенного усилия пальцем и выражение для определения длины пальца сводоразрушитель-измельчителя в зависимости от возникающих напряжений при разрушении комка органических удобрений. (Выводы) На основе экспериментальных данных, полученных при различной влажности удобрения, теоретически рассчитана длина пальца. Установлено, что для надежного выполнения технологического процесса ворошения массы органического удобрения в бункере с измельчением его крупных комков без значительных остаточных деформаций пальцев сводоразрушитель-измельчителя при влажности удобрения от 45 % и выше достаточная длина пальца составляет 0,3 м.

### Аннотация



*Приведены результаты практических и теоретических исследований по определению длины пальцев сводоразрушающего и измельчающего устройства машины для локального внесения органических удобрений под посев бахчевых культур.*

**Ключевые слова**

*органическое удобрение, локальное внесение, дозирование, сводоразрушитель-измельчитель, палец, длина, разрушение, комок, влажность.*

Учеными НИИМСХ разработана комбинированная машина, предназначенная для локального внесения органических удобрений под бахчевые культуры [1;2;3]. Анализируя рабочий процесс этой машины, выяснили, что одними из главных факторов, влияющих на качественные показатели ее работы, являются фракционный состав и влажность загруженного в бункер машины удобрения. Установлено, что крупные комки навоза нарушают процесс дозирования, ухудшая равномерность высева лопастными барабанами. Теоретические расчеты показали, что при тех размерных параметрах дозирующих лопастных барабанов, которые установлены на вышеуказанной машине, критическое значение диаметра комков удобрений, которые попадают на эти барабаны, не должно превышать 72,4 мм, а влажность, по экспериментальным данным, должна находиться в пределах от 50 до 70 %. Поэтому встал вопрос о разработке устройства, которое могло бы одновременно ворошить массу удобрения в бункере и измельчать его до необходимых размерных фракций, при которых качественные показатели работы машины будут в пределах требований [4;5].

С учетом конструктивных особенностей вышеуказанной машины и физико-механических свойств органического удобрения (навоза), для разрушения образуемых в бункере сводов, т.е. для предотвращения сводообразования, нами выбран ворошитель пальчатого типа, а для того чтобы он одновременно и измельчал крупные комки навоза, под ним установили решетку с ребрами противореза [6]. Это устройство нами назван сводоразрушитель-измельчителем.

Основным параметром сводоразрушитель-измельчителя является длина его пальцев, а их диаметр приняли априорно (расчет диаметра на прочность не представляет сложности). Для определения длины пальца провели следующие рассуждения и расчеты.

Пусть на палец сводоразрушитель-измельчителя со стороны комка органического удобрения действует сила  $P$ . Тогда изгибающий момент в самом опасном месте определяется выражением

$$M_{max} = P \cdot l_n, \quad (1)$$

где  $l_n$  – длина пальца.

Максимальное напряжение  $\sigma_{\max}$  в опасном месте, где палец может деформироваться или сломаться, вычисляется по формуле

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_z}, \quad (2)$$

где  $W_z = \frac{\pi d_n^3}{32}$  – осевой момент сопротивления сечения;

$d_n$  – диаметр пальца.

Для того, чтобы палец не сломался, вычисленное значение максимального напряжения  $\sigma_{\max}$  должно быть меньше допустимого напряжения  $[\sigma]$ , которое определяется с учетом нормативного запаса прочности  $n$  конструкции по следующей формуле:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_{\text{пред}}}{n}, \quad (3)$$

где  $\sigma_{\text{пред}}$  – предельное напряжение, вызывающее разрушение либо значительные остаточные деформации элемента.

Нормативный коэффициент запаса прочности обычно принимают в пределах 1,5-5,0 [7]. Для пластичных материалов, таких как сталь, бронза, латунь и т.п. за предельное напряжение принимают предел текучести  $\sigma_T$ .

На основе вышесказанного, по выражениям (1), (2) и (3) получаем условие

$$\frac{32Pl_n}{\pi d_n^3} < \frac{\sigma_T}{n}, \quad (4)$$

которое накладывает прочностные ограничения на параметры пальца.

Это условие должно выполняться и для максимальной силы  $P_{\max}$ , с которой комок органического удобрения действует на палец, т.е. сопротивляется разрушению.

При разрушении комка органического удобрения, имеющего форму шара (условно) диаметром  $d$ , на него действует изгибающий момент величиной  $PC/2$ , где  $C$  – расстояние между ребрами решетки противореза.

Тогда напряжение, возникающее внутри этого комка, будет

$$\sigma = \frac{P \cdot C}{2W_{zoy}} = \frac{16P \cdot C}{\pi d^3} \quad (5)$$

где  $W_{zoy}$  – осевой момент сопротивления максимального сечения комка органического удобрения;

$d$  – диаметр максимального комка органического удобрения, подлежащего разрушению.

Если напряжение  $\sigma$ , возникающее внутри комка органического удобрения, принять равным предельному напряжению  $\sigma_{np.oy}$ , вызывающему его разрушение, то получим следующее выражение:

$$P = \frac{\pi d^3 \sigma_{np.oy}}{16C}. \quad (6)$$

Подставляя выражение (6) в выражение (4), получим условие для определения длины пальца сводоразрушитель-измельчителя:

$$l_n < \frac{\sigma_T C d_n^3}{2nd^3 \sigma_{np.oy}}, \quad (7)$$

С применением метода тензометрирования, проведены эксперименты по определению усилия  $P$ , необходимого для разрушения комков навоза с помощью пальца сводоразрушитель-измельчителя [8]. По результатам этих экспериментов (таблица) установлено, что чем меньше влажность  $W$  комка навоза, тем больше усилия  $P$  требуется для его разрушения. Так, если для разрушения комка навоза с влажностью  $W = 25,1$  % требуется усилие, равное  $P = 91,0$  Н, то при влажности комка  $W = 62,1$  % достаточно усилие, равное  $P = 54,1$  Н и т.д.

Таблица

Зависимость разрушающего усилия  $P$  от влажности  $W$  комка навоза

№	Показатели			
	Влажность $W$ ,	Усилие $P$ , Н	Напряжение $\sigma_{np.oy}$ $Pa$	Длина пальца $l_n$ ,
1	25,1	91,0	0,0137	0,25
2	39,5	80,2	0,0121	0,28
3	51,4	69,1	0,0104	0,33
4	62,1	54,1	0,0082	0,41
5	71,6	24,9	0,0038	0,89

В таблице данные влажности  $W$  комка навоза и усилия  $P$ , необходимое для его разрушения, получены экспериментальным путем. Зная эти данные, пользуясь выражением (6) при  $d = 0,15$  м и  $C = 0,1$  м, рассчитали предельное напряжение  $\sigma_{np.oy}$ , вызывающее разрушение комка навоза с данной влажностью (4-столбец таблицы).

Пользуясь выражением (7) и данными из приведенной таблицы, можем рассчитать необходимую длину пальца сводоразрушитель-измельчителя машины для локального внесения органических удобрений под бахчевые культуры. При этом принимаем следующие известные значения: предел



текучести для стали Ст5  $\sigma_T = 280$  Мпа, нормативный коэффициент запаса прочности в машиностроении  $n = 5$  [7], а диаметр пальца принимаем  $d_n = 0,016$  м. Результаты расчетов внесли в последний столбец таблицы. Таким образом, расчеты показали, что комки навоза, например, влажностью 25,1 % могут быть разрушены пальцем сводоразрушитель-измельчителя без его значительных остаточных деформаций, если его длина не превышает 0,25 м, т.е.  $l_n < 0,25$  м. При повышении влажности комков навоза допустимая длина пальца увеличивается. Так, при влажности комков 71,6 % их разрушение обеспечивается даже пальцем длиной 0,89 м.

**Вывод:** Результаты теоретических исследований с учетом экспериментальных данных по определению длины пальцев сводоразрушитель-измельчителя машины для локального внесения органических удобрений под посев бахчевых культур показали, что для надежного выполнения технологического процесса ворошения массы органического удобрения в бункере с измельчением его крупных комков без значительных остаточных деформаций пальцев сводоразрушитель-измельчителя при влажности удобрения от 45 % и выше достаточная длина пальца составляет 0,3 м.

### ЛИТЕРАТУРА:

1. Абдурахманов А., Утениязов П. Устройство для локального внесения органических удобрений под бахчевые культуры // Агро илм. – Ташкент, 2018. – №4 (54). – С.84-85.
2. Утениязов П.А. Органик ўғитларни полиз экинлари остига соладиган техника воситасининг параметрларини асослаш. Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) Дисс. – Гулбахор, 2020. – С.174.
3. Трапезников В.К., Иванов И.И., Тальвинская Н.Г. Локальное питание растений. – Уфа: Изд-во «Гилем», 1999. – 259 с.
4. Абдурахманов А., Хаджиев А. Исследование размерных характеристик навоза с целью улучшения показателей работы машины для его локального внесения// AGRO ILM. – Ташкент, 2022. – №1 (79). – С.105-106.
5. Абдурахманов А., Хаджиев А. Обоснование размера комков удобрения для обеспечения нормальной работы дозирующих барабанов / Сборник научных трудов III Международной конференции. – Ташкент, ТашГТУ, 2023. – С.174-175.
6. Абдурахманов А., Хаджиев А. Лабораторная установка для исследования параметров сводоразрушителя-измельчителя органических



удобрений // Вестник Каракалпакского отделения АН РУз, №1, 2023. – С.37-40.

7. <https://www.center-pss.ru/st/st167.htm>

8. Абдурахманов А., Хаджиев А. Экспериментальное исследование процесса разрушения комков навоза крупнорогатого скота / Сборник статей Международной научно-технической конференции “Юкори самарали кишлок хўжалик машиналарини яратиш ва техника воситаларидан фойдаланиш даражасини оширишнинг инновацион ечимлари”. – Гульбахор, 2023. – С.209-212.