

Сравнительный анализ корчевания одиночных пней рабочим оборудованием на базе экскаватора одноковшового

С. В. Египко, Н. П. Долматов

Донской государственной аграрный университет, г. Новочеркасск

Аннотация: В статье рассмотрено оборудование к одноковшовому экскаватору для удаления одиночных пней и технология производства работ с его применением. Предложена модернизированная конструкция данного оборудования, выполнен анализ измененной технологии корчевания, по результатам сравнения даны рекомендации по использованию предложенного оборудования.

Ключевые слова: технология корчевания; одиночный пень; направление извлечения пня, момент корчевания деревьев.

Процесс удаления древесно-кустарниковой растительности в рамках проведения культуртехнических мероприятий, в рамках подготовки площадей под строительство различных сооружений, является очень энергозатратной операцией. Особые проблемы вызывает удаление одиночных пней большого диаметра [1]. Практически невозможно спрогнозировать точные значения сопротивлений объекта при производстве работ, даже с учетом параметров повогрунтов, породы дерева и других известных параметров. Параметры корневых систем могут быть настолько различны, даже с учетом рассмотрения равнозначных объектов приложения сил, что всегда будут различаться в широком диапазоне. В целом возможно моделирование данного процесса со степенью точности достаточной для проектирования техники для производства корчевальных работ, при этом большое значение имеют рекомендации по способам производства работ [2,3,4].

Расширение области применения имеющегося оборудования, путем его модернизации, достаточно распространенный способ улучшения техники и оптимизации технологии производства работ при минимальных затратах. Не вкладываясь в разработку в целом, лишь внося конструктивные изменения в готовый продукт, возможно достичь высоких результатов [5,6].

Рассмотрим оборудование к экскаватору, предназначенное для извлечения одиночных пней (рис. 1)

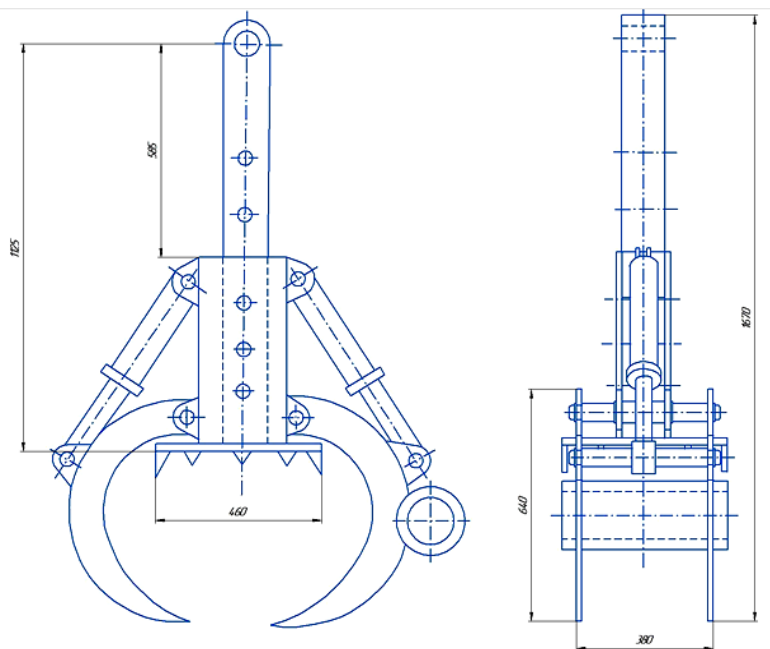


Рис. 1. – Оборудование к экскаватору для корчевания пней

При корчевании подобным рабочим органом опорная площадка рабочего оборудования опускается на пень (рис. 2), Клыки корчевателя при помощи гидроцилиндров заглубляются под пень.

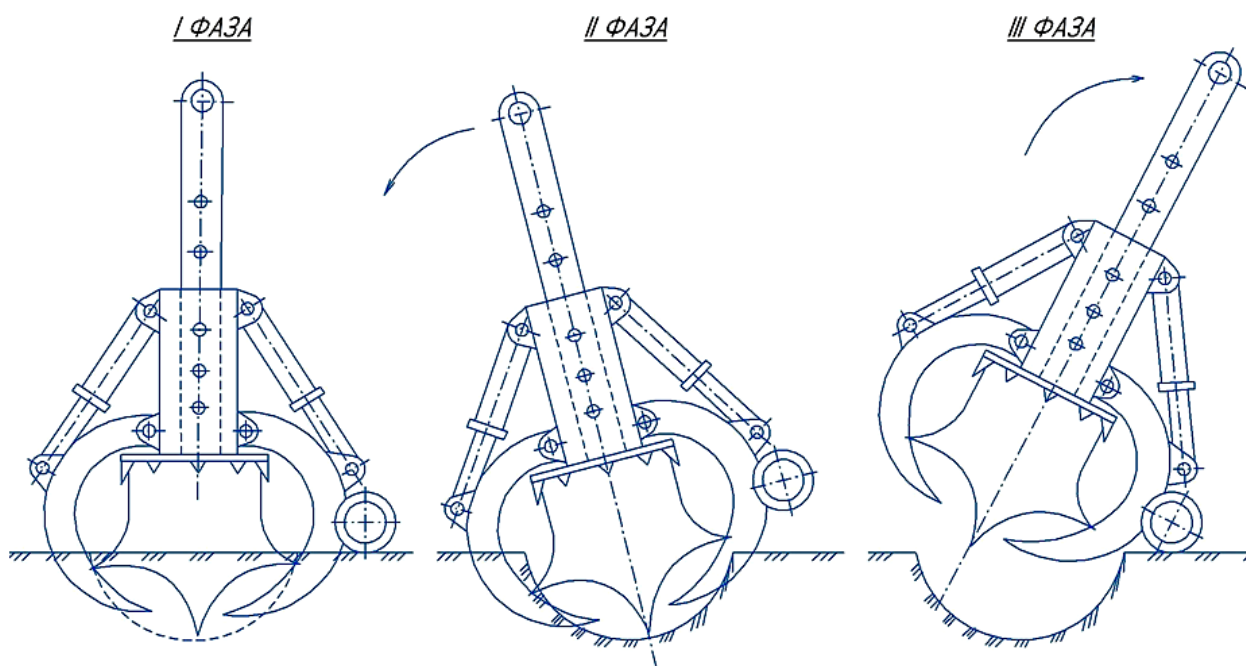


Рис. 2. – Процесс извлечения пня рабочим органом (способ 1)

После заглобления при помощи рукояти экскаватора производится наклон пня в направлении противоположном базовой машине. При этом происходит надрыв части корневой системы с одной стороны пня. Поворотом в обратную сторону пень извлекается на поверхность. Рабочий орган при этом использует цилиндрическую опору.

Данный рабочий орган сможет создавать значительное корчующее усилие поворотом рукояти, создаваемым задним и передним ходом экскаватора. Дополнительным плюсом данной машины является возможность погрузки выкорчеванных пней в транспортные средства [7].

Тяговое сопротивление корчевателя можно найти по формуле, кН:

$$F = F_1 + F_2,$$

где F_1 – сопротивление пня корчеванию, кН;

F_2 – сопротивление экскаватора перемещению, кН.

Силу сопротивления корчеванию можно найти:

$$F_1 = \frac{T_{CP}}{l_{CP}},$$

где T_{CP} – средний момент корчевания (табл. 1), кН·м;

l_{CP} – длина рычага РО, м;

Таблица № 1

Характеристика средних моментов корчевания деревьев [8]

Диаметр деревьев на высоте 1,3м, см	Средний момент корчевания, кН·м			Максимальная разница	
	сосны	Ели	березы	кН·м	%
1	2	3	4		5
12	9,71	10,49	10,69	0,98	10,2
16	19,12	22,16	22,06	3,04	16,4
20	32,66	37,56	37,07	4,90	15,0
24	50,41	55,70	55,80	5,39	10,7
28	72,47	79,53	78,46	7,06	9,7
32	98,76	106,21	104,93	7,45	7,5
36	129,34	136,71	134,94	7,36	5,7
40	164,07	170,94	168,88	6,87	4,2
44	203,10	208,89	205,95	5,79	2,8

Сопротивление экскаватора перемещению [9], кН:

$$F_2 = G_{\text{Э}} \cdot f,$$

где $G_{\text{Э}}$ – сила тяжести экскаватора;

f – коэффициент сопротивления перемещению.

При корчевании мелких пней нет необходимости в надрыве корневой системы пня, который требует некоторого времени [10]. Извлечение пня подъемом рукояти невозможно, поскольку существует возможность опрокидывания экскаватора.

Нами предлагается оснастить рабочий орган опорными лапами с гидроуправлением (рис. 3).

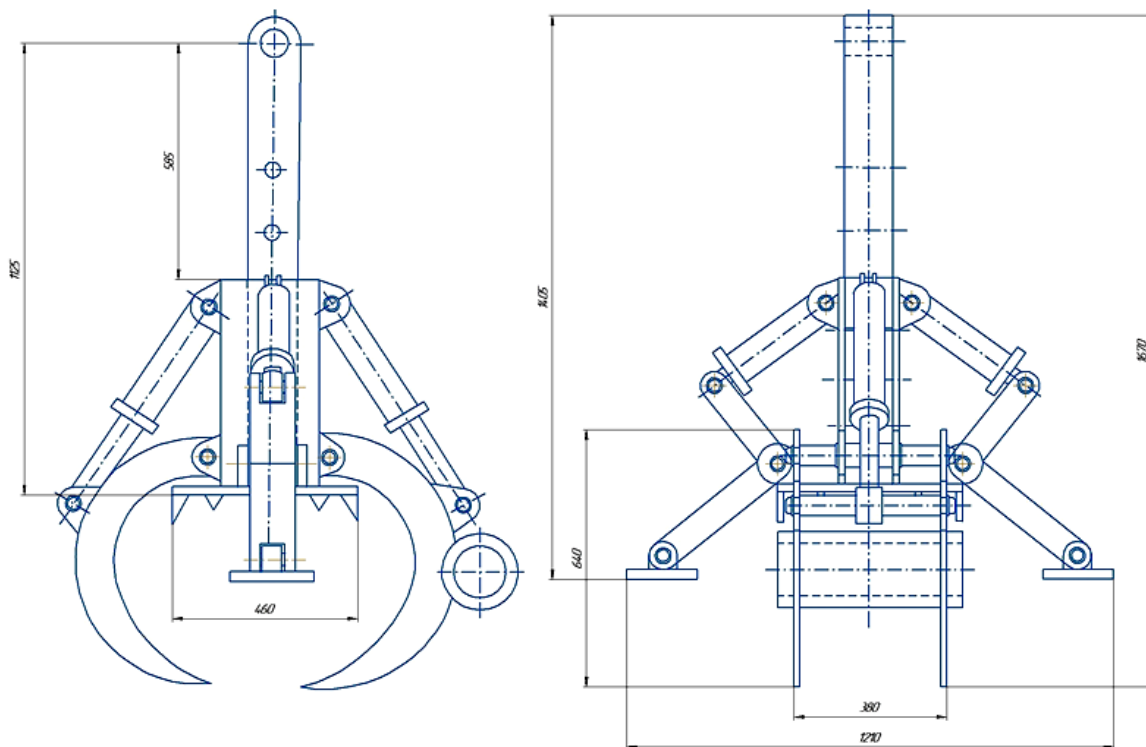


Рис. 3. – Модернизированный рабочий орган

Подобный рабочий орган, наряду с ранее описанным способом корчевания, при корчевании мелких пней может осуществлять вертикальное извлечение пня (рис. 4). Два гидродомкрата (суммарным усилием 12 тонн), работающие параллельно, позволяют извлекать пень без горизонтального воздействия оборудования. Процесс захвата пня при этом не меняется.

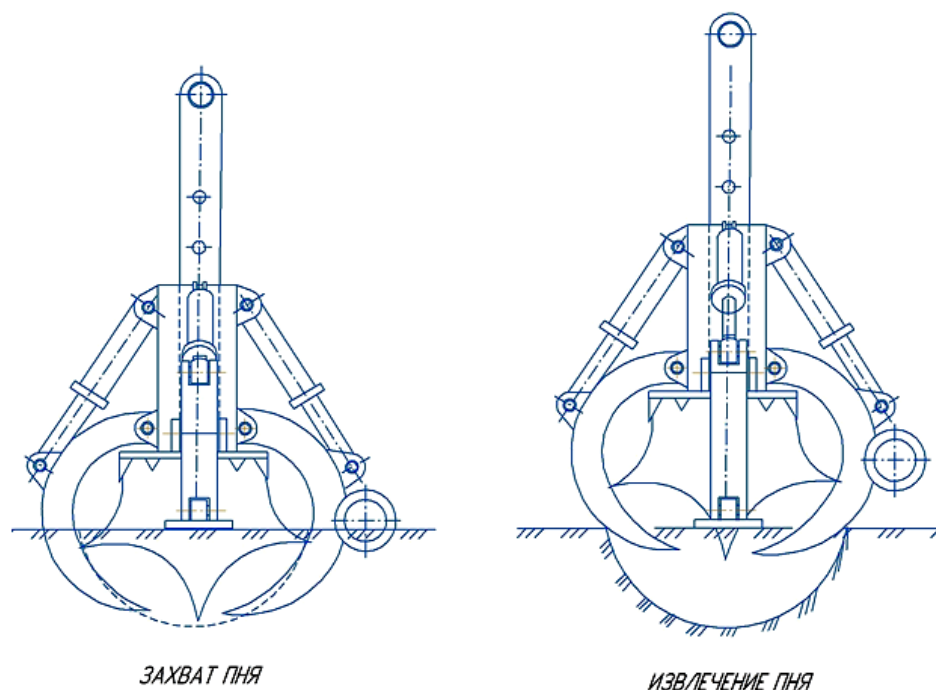


Рис. 4. – Процесс извлечения пня рабочим органом (способ 2)

С целью оптимизации производства работ пользуясь формулой Верховского А.В. найдем усилие необходимое для производства корчевания, при различных диаметрах пней, горизонтальным усилием, кН:

$$P_{КОР} = 9,81 \cdot k' \cdot \sqrt{d^3},$$

где d – диаметр пня, см;

k – коэффициент, учитывающий породу дерева.

По данным Верховского А.В. корчевание вертикальным усилием в минеральных грунтах требует введения коэффициента равного 1,1...1,5.

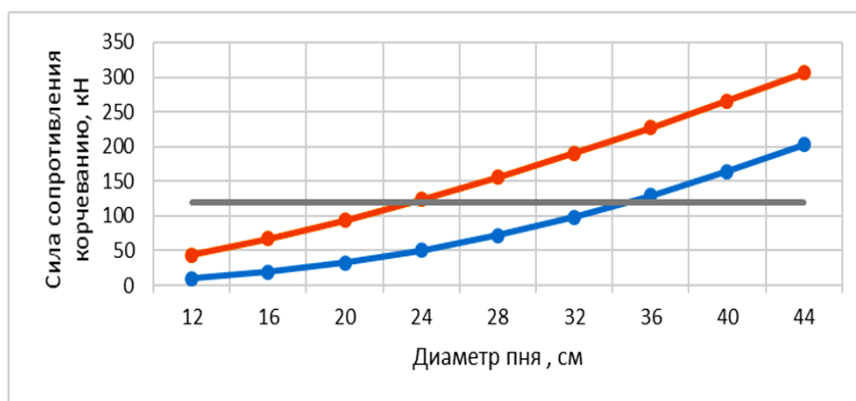


Рис. 5. - График сопротивления корчеванию

Построив график сопротивления корчеванию различными способами (рис. 5) и ограничив сопротивление корчеванию прямой на уровне суммарного усилия гидроцилиндров опор, можем сделать вывод о том, что при применении предложенного рабочего органа имеет смысл производить корчевание вертикальным усилием только для пней диаметром до 24 см, пни большего диаметра необходимо корчевать с надрывом корневой системы.

Литература

1. Ивашнев, М. В. Классификация почвенно-грунтовых условий как важнейшего фактора выбора типов и конструкций машин для расчистки лесных площадей при строительстве линейных объектов // Инженерный вестник Дона. – 2014. – № 1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2014/2229.
2. Grigorev Igor, Kunickaya Ol'ga, Prosuzhih Alexey, Kruchinin Igor, Shakirzyanov Dmitry, Shvetsova Viktoria, Markov Oleg, Egipko Sergey. Efficiency improvement of forest machinery exploitation // Diagnostyka. – 2020. – Vol. 21. – No 2. – pp. 95-109. DOI: diagnostyka.net.pl/Efficiency-improvement-of-forest-machinery-exploitation,122797,0,2.html.
3. Шегельман, И. Р., Ивашнев, М. В., Будник, П. В. Повышение эффективности удаления древесно-кустарниковой растительности при непрерывном движении лесной машины // Инженерный вестник Дона. – 2014. – № 3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2014/2524/.
4. Bukhtoyarov Leonid, Kunitskaya Ol'ga, Urazova Alina, Perfiliev Pavel, Druzyanova Varvara, Egipko Sergey, Burgonutdinov Albert, Tikhonov Evgeniy. Substantiating optimum parameters and efficiency of rotary brush cutters // Journal of Applied Engineering Science. – 2022. – Vol. 20. – No 3. – pp. 788-797. – DOI: researchgate.net/publication/362195106_SUBSTANTIATING_OPTIMUM_PARAMETERS_AND_EFFICIENCY_OF_ROTARY_BRUSH_CUTTERS.

5. Юдин, Р. В. Пути их решения удаления пней с использованием гидропульсационного привода // Воронежский научно-технический Вестник. – 2016. – Т. 2, № 2. – С. 93-100.

6. Ковалек, Н. С., Ивашнев, М. В. Состояние и тенденции развития оборудования для непрерывного срезания древесно-кустарниковой растительности // Инженерный вестник Дона. – 2016. – № 3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2016/3687/.

7. Египко, С.В, Долматов, Н.П, Файферт, Ю.И, Бондаренко, Ю.В. Оборудование для удаления пней при проведении работ в лесном деле, ландшафтном и дорожном строительстве // Мелиорация и водное хозяйство : Материалы Всероссийской научно-практической конференции (Шумаковские чтения), посвящённой 95-летию со дня рождения профессора В.С. Лапшенкова, Новочеркасск, 25–30 сентября 2020 года. Том Выпуск 18. – Новочеркасск: ООО "Лик", 2020. – С. 215-219.

8. Кизяев, Б.М., Маммаев, З.М. Культуртехнические мелиорации: технологии и машины. - Москва : Ассоц. Экоств, 2003. – 398 с.

9. Дергачев, В.В. Карташов, О.О. Способы оценки и снижения вычислительной сложности алгоритмов принятия решений в задачах одновременной локализации и картографирования // Инженерный вестник Дона. – 2017. – № 4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4598.

10. Егоров, Д. А. Обоснование и разработка технического средства для раскорчевки пней плодовых деревьев: специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Мичуринск-наукоград РФ, 2013. – 212 с.

References

1. Ivashnev, M.V. Inzhenernyj vestnik Dona. 2014. № 1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2014/2229.

2. I. Grigorev, O. Kunickaya, A. Prosuzhih [et al.]. Diagnostyka. 2020. Vol. 21. No 2. pp. 95-109.



3. Shegel`man, I. R., Ivashnev M. V., Budnik P. V. Inzhenernyj vestnik Dona. 2014. № 3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2014/2524.
4. Bukhtoyarov, L.D., Kunitskaya, O.A., Urazova A.F. [et al.]. Journal of Applied Engineering Science. 2022. Vol. 20. No 3. pp. 788-797.
5. Yudin, R.V. Voronezhskij nauchno-texnicheskij Vestnik. 2016. № 2. pp. 93-100.
6. Kovalek, N.S., Ivashnev, M.V. Inzhenernyj vestnik Dona. 2016. № 3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2016/3687.
7. Egipko, S.V., Dolmatov, N.P., Feifert, Yu.I., Bondarenko, Yu.V. Melioraciya i vodnoe xozyajstvo. Novoчеркассk: ООО "Лик", 2020. pp. 218-219.
8. Kizjaev, B.M., Mammaev, Z.M. Kul'turtehnikeskie melioracii: tehnologii i mashiny [Cultural melioration: technologies and machines]. Moskva: Assoc. Jekost, 2003. 398 p.
9. Dergachev, V.V. Kartashov, O.O. Inzhenernyj vestnik Dona. 2017. № 4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4598.
10. Egorov, D.A. Obosnovanie i razrabotka texnicheskogo sredstva dlya raskorchevki pnej plodovy`x derev`ev [Justification and development of technical means for uprooting the stumps of fruit trees]. Michurinsk-naukograd, 2013. 212 p.