

DOI: 10.15393/j2.art.2024.7964

УДК 631.6

Статья

Цепной рабочий орган для удаления крупных пней к экскаватору ЭТЦ-208

Орловский Сергей Николаевич

кандидат технических наук, доцент, Красноярский государственный аграрный университет (Российская Федерация), orlovskiysergey@mail.ru

Саая Сай-Суу Шолбановна

старший преподаватель, Тувинский государственный университет (Российская Федерация), sai-suu2014@yandex.ru

Получена: 12 мая 2024 / Принята: 28 ноября 2024 / Опубликовано: 25 декабря 2024

Аннотация: В данной статье формулируются предпосылки, на которых основывался выбор базовой машины. Определены требования, которым должна отвечать машина со сменным рабочим органом для удаления пней в условиях Сибири. Приведены результаты исследования рабочего органа такой машины. На полигоне института были проведены испытания в производственных условиях на объектах предприятия «Красноярскводстрой». Машина была вывезена в Большемуртинский район Красноярского края на мелиоративный объект, на котором имелись очень крупные пни. Целью этих испытаний ставилось: определить целесообразность использования экскаватора ЭТЦ-208 в качестве базы для измельчителя пней, определить технические возможности измельчителя пней в реальных условиях эксплуатации, ознакомить строителей с новым методом и модернизированной машиной по удалению пней, выявить потребность в машинах такого назначения в объединении «Красноярскводстрой» [4]. В отличие от макетного образца на новом рабочем органе было применено более надёжное легкосменное крепление резцов. После всесторонних испытаний на производственном объекте с целью уточнения ряда параметров, в т. ч. скорости резания, эта машина была передана строителям в производственную эксплуатацию. Разработанный и испытанный более совершенный третий образец рабочего органа ЭТЦ-208 работал со скоростью режущей цепи от 1,5 до 2,5 м/с, что сразу же позволило увеличить производительность машин в 1,5 раза. Результаты исследований показали правильность выбранного направления. Установлено, что модернизированная машина в процессе резания

пней работала стабильно. При этом удаление пня диаметром более 0,9 м производилось за два прохода рабочего органа на глубину 0,5—0,6 м. Размеры стружки и щепы по длине не превышали 0,2—0,3 м.

Ключевые слова: экскаватор; рабочий орган; резание; грунт; пень

DOI: 10.15393/j2.art.2024.7964

Article

A flail attachment to excavator ETC-208 for grubbing

Sergey Orlovsky

Ph. D. in engineering, associate professor, Krasnoyarsk State Agrarian University (Russian Federation), orlovskiysergey@mail.ru

Say-Suu Saaya

senior lecturer, Tuva State University (Russian Federation), sai-suu2014@yandex.ru

Received: 12 May 2024 / Accepted: 28 November 2024 / Published: 25 December 2024

Abstract: This article formulates the prerequisites used to select a base machine. The authors determine the requirements to be met by a machine with an interchangeable working body for grubbing in Siberian conditions. The article presents the research results of the working body performance attached to a machine. The tests were performed in production conditions at the facilities of the enterprise «Krasnoyarskvodstroy». The machine was taken to Bolshemurtinskiy district of Krasnoyarsk region to the reclamation object with large stumps. The purposes of these tests were to determine the expediency of using the excavator ETC-208 as a base for the stump grubbing, to determine the technical capabilities of the stump grinder in real operating conditions, to familiarize the machine operators with the new method and modernized machine for stump removal, to identify the need for such machines in the association «Krasnoyarskvodstroy». In contrast to the mock-up model, the new working body was equipped with a more reliable and easily replaceable fastening of cutters. After comprehensive testing at the production site to specify a number of parameters including cutting speed, this machine was put into operation. The advanced third sample of the working body ETC-208 was tested. It worked at the cutting chain speed from 1.5 to 2.5 m/sec, which immediately increased the productivity of machines by 1.5 times. The results of research showed the correctness of the chosen direction. It was found that the modernized machine worked quietly in the process of stump cutting. At the same time, the removal of a stump with a diameter of more than 0.9 m was made in two passes of the working body to a depth of 0.5—0.6 m. The length dimensions of shavings and chips did not exceed 0.2—0.3 m.

Keywords: excavator; working body; cutting; soil; stump

1. Введение

В Сибири наиболее трудоёмкой операцией при производстве культуртехнических работ является удаление крупных пней. С целью повышения уровня механизации этого процесса было намечено разработать оборудование, способное удалять эффективные крупные пни диаметром более 0,45 м, в т. ч. в зимний период.

Для создания такой машины институтом СибНИИГиМ были проведены исследования по сменному устройству к экскаватору непрерывного действия. Эти работы выполнялись в содружестве с объединениями «Таллэкс» (изготовитель машин) и «Красноярскводстрой» (эксплуатирующая организация) [5].

Основными предпосылками, на которых основывался выбор базовой техники для создания устройства для удаления крупных пней методом их измельчения, явились следующие:

- Результаты исследований, проведённые нами с объединением «Таллэкс», выявили пути совершенствования экскаваторов предприятия «Таллэкс» для условий Сибири за счёт создания гаммы сменного оборудования, позволяющих значительно расширить область применения этих машин.
- Рабочий процесс резания грунта у экскаватора непрерывного действия близок рассматриваемому процессу резания пней, а значит, его переоснащение не потребует существенных материальных затрат, т. к. может быть использовано его рабочее оборудование.

Для реализации поставленной цели в качестве базовой машины был принят экскаватор типа ЭТЦ-208 (рисунок).



Рисунок. Экскаватор ЭТЦ-208

Figure. Excavator ETC-208

2. Материалы и методы

Серийный экскаватор ЭТЦ-208 предназначен для разработки траншей прямоугольного сечения в однородных мёрзлых и особо прочных талых грунтах при выполнении мелиоративных и общестроительных земляных работ.

Он представляет собой самоходную землеройную машину, выполненную на базе трактора Т-130,1.Г-2. Экскаватор имеет цепной рабочий орган и поперечно расположенный цепной скребковый транспортёр. Цепь рабочего органа выполнена в соответствии с нашим а. с. №604922. Подъём, опускание и принудительное заглубление рабочего органа в грунт осуществляется с помощью двух гидроцилиндров, штоки которых связаны с рамой рабочего органа. Привод рабочего органа осуществляется от вала отбора мощности трактора [6]. Привод транспортёра осуществляется от системы «насос — гидромотор» через планетарный редуктор.

Для уменьшения скорости рабочего хода на экскаваторе установлен гидромеханический ходоуменьшитель.

3. Результаты

На начальной стадии исследований были определены основные требования, которым должна отвечать машина со сменным рабочим органом для удаления пней в условиях Сибири [7]:

- Экскаватор ЭТЦ-208 после переоснащения должен измельчать крупные пни (более 0,5 м в диаметре), большие корни и т. п. непосредственно на вырубке в стружку и щепу, не требующую последующего удаления с поля перед почвообработкой.
- Породы и размеры удаляемых пней не должны иметь ограничений.
- Время удаления одного крупного пня (наиболее прочной в Сибири лиственничной породы диаметром 0,8...1,2 м) должно быть не более 60 мин., допускается иметь остатки от пня на глубине не более 0,3 м от поверхности почвы.
- Экскаватор ЭТЦ-208 со сменным рабочим органом должен сохранить своё основное назначение — возможность отрывки траншей.
- Удаление пней должно производиться круглогодично — в зимний и летний периоды.
- Переоборудование рабочего органа экскаватора ЭТЦ-208 должно осуществляться достаточно просто и быть усиленным для УМ и ПМК.

На основе перечисленных требований СибНИИГиМ разработал чертежи и изготовил к экскаватору ЭТЦ-208 экспериментальный рабочий орган — измельчитель пней. Экспериментальные исследования рабочего органа для измельчения пней проводились на лиственничных чурбаках длиной 2,5 м и диаметром 0,9...1,3 м, которые были предварительно закопаны вертикально в грунт. Высота установленных таким образом пней составляла 1—1,2 м [8]. С целью определения возможности перерезания залежной древесины

и крупных корней производилось также поперечное перерезание лиственничных брёвен диаметром 0,9—1,3 м.

Результаты исследований показали правильность выбранного направления. Установлено, что машина в процессе резания пней работала спокойно. При этом удаление пня диаметром более 0,9 м производилось за два прохода рабочего органа на глубину 0,5—0,6 м. Размеры стружки и щепы по длине не превышали 0,2—0,3 м.

4. Обсуждение и заключение

После проведения исследований на полигоне института были осуществлены испытания в производственных условиях на объектах предприятия «Красноярскводстрой». Машина была вывезена в Большемуртинский район Красноярского края на мелиоративный объект, на котором имелись очень крупные пни. Целью этих испытаний ставилось:

- Определить целесообразность использования экскаватора ЭТЦ-208 в качестве базы для измельчителя пней.
- Определить технические возможности измельчителя пней в реальных условиях эксплуатации.
- Ознакомить строителей с новым методом и машиной по удалению пней.
- Выявить потребность в машинах такого назначения в объединении «Красноярскводстрой».

Густота пней на одном гектаре площади составляла 16—20 шт. Пни были наиболее прочной в Сибири лиственничной породы. По существующему делению состав пней на объекте распределялся следующим образом (таблица 1).

Таблица 1. Состав пней на объекте

Table 1. Composition of stumps on site

Группа пней	Диаметр пня	Распределение в процентах от общего количества	Примечание
Очень крупные	0,4—0,6	45	Пни диаметром менее 0,4 м не встречались
Толстомерные	Более 0,6	55	Пни диаметром менее 0,4 м не встречались

Высота пней была различной — от 0,2 до 1,2 м. Некоторые пни за счёт пожаров были частично обуглены.

Техническая производительность сменного рабочего органа к экскаватору ЭТЦ-208, в зависимости от размеров пней, представлена в таблице 2.

Таблица 2. Техническая производительность сменного рабочего органа (первый вариант)

Table 2. Technical performance of the replaceable working element (first option)

Диаметр пня, м	Производительность по измельчению одного пня в минуту	Примечание
До 0,6	1,5	Без учёта переездов машины
0,6—1,0	5,0	Без учёта переездов машины
Более 1,0	20,0	Без учёта переездов машины

В результате проведённых исследований было установлено, что экскаватор ЭТЦ-208 со сменным рабочим органом для удаления крупных пней имеет ряд преимуществ по сравнению с существующими корчевателями вырывающего типа:

- Он должен измельчать пни, большие корни и т. п. непосредственно на вырубках, превращая их в щепу, которая может быть распахана в верхнем слое почвы или засыпана вперемешку с землёй в послепневом приямке. Возможен вариант сбора щепы для последующей переработки и использования. Размеры щепы составляют в основной массе не более 0,05 м, причём только 3—5 % достигали длины от 0,5 м.
- Оборудование не имеет ограничений в части размеров и твёрдости удаляемых пней.
- Им можно удалять пни круглогодично в зимний и летний периоды.
- У базового экскаватора расширяется область применения и увеличивается фондоотдача.

В процессе исследований выявилась целесообразность использовать экскаватор для резания пней вместе с корневой системой, которая расположена в непосредственной близости от поверхности почвы (не глубже 0,3 м). Такая технология представляется весьма перспективной, т. к. при сохранении гумусного слоя почвы позволяет сократить или полностью исключить операции по выкорчёвыванию, стряхиванию и сжиганию корневых и древесных остатков.

Сравнение существующих способов удаления крупных пней диаметров более 0,5 м с предлагаемым способом показывает, что его применение приводит к существенному сокращению количества операций при выполнении культуртехнических работ (таблица 3).

Из таблицы 3 видно, что при измельчении крупных пней количество операций будет сокращено в сравнении со взрывом в 6 раз, а с обрезанием корней машиной с цепным рабочим органом — в 4,5 раза. Кроме повышения качества работ улучшается безопасность труда. Следует отметить также, что при существующей технологии пни сжигают, при этом полное сгорание крупных пней не происходит [9], поэтому их остатки закапывают или вывозят за пределы поля.

Таблица 3. Сравнение способов удаления крупных пней

Table 3. Comparison of methods for large stumps removing

Существующий способ		Новый способ
Обрезка и корчевание	Взрыв и корчевание	Измельчение пней
Обрезка корневой системы баровой машиной	Сверление шпуров под закладку взрывчатых веществ	Измельчение пней методом сплошного резания сменным рабочим органом
Корчевание пней корчевателем типа МП-7А	Закладка взрывчатых веществ. Забивка шпуров, прокладка коммуникаций и средств управления взрывом	Засыпка послепневого приямка
Засыпка послепневых воронок	Взрыв пней	
Сгребание пней	Проверка полного срабатывания взрыва на площади корчёвки	
Просушка пней	Корчевание расколотых пней, корчеватель МП-7А	
Перетряхивание пней	Засыпка послепневых воронок	
Сжигание пней	Сгребание пней	
Повторное перетряхивание пней	Просушка пней	
Повторное сжигание пней	Перетряхивание пней	
	Сжигание пней	
	Повторное перетряхивание пней	
	Повторное сжигание пней	

В 1983—1984 гг. институтом был изготовлен и испытан второй образец сменного рабочего органа для измельчения крупных пней к улучшенному экскаватору марки ЭТЦ-208. В отличие от макетного образца на новом рабочем органе было применено более надёжное легкосменное крепление резцов. После всесторонних испытаний с целью уточнения ряда параметров, в т. ч. скорости резания, эта машина была передана строителям в производственную эксплуатацию.

В 1984—1985 гг. был разработан и испытан более совершенный третий образец рабочего органа. Скорость режущей цепи на нём была повышена с 1,5 до 2,5 м/с, что сразу позволило увеличить производительность машин на 50 %.

Средние значения производительности улучшенной машины при измельчении пней вместе с корневой системой в радиусе 0,8—1,2 м приведены в таблице 4.

Таблица 4. Результаты хронометражных наблюдений по удалению пней усовершенствованным рабочим органом к экскаватору ЭТЦ-208В

Table 4. Results of timing observations on stump removal using the improved working tool for the ETC-208V excavator

Диаметр	Количество измельчённых пней	Производительность, шт./ч	
		За чистое время работы	За время полезной работы
0,5—1,4	52	6,34	2,51

Примечание:

1. Время чистой работы состоит из времени на рабочий процесс, маневрирование и рабочие переезды машины, т. е. времени на выполнение полного рабочего цикла.
2. Время полезной работы включает затраты времени на чистую работу, перерывы по технологическим причинам, регулировку механизмов, очистку, заливку горячей водой, запуск двигателя в зимний период и уход за экскаватором.

По результатам проведённых исследований авторами были разработаны, согласованы и утверждены «Заявка на разработку и освоение продукции» и «Агротехнические требования на сменный рабочий орган для измельчения пней к экскаватору ЭТЦ-208В».

Список литературы

1. Мударисов С. Г. Моделирование процесса взаимодействия рабочих органов с почвой // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2005. № 7. С. 27—30.
2. Орловский С. Н. Определение энергетических и динамических параметров тракторов, режимов резания активных рабочих органов машинно-тракторных агрегатов. Красноярск: КрасГАУ, 2011. 376 с.
3. Патент № 2202024. Рабочее оборудование землеройной машины / С. Н. Орловский. ВНИИПОМлесхоз, 15.10.2001.
4. Орловский С. Н., Карнаухов А. И. Теоретические предпосылки к обоснованию параметров и режимов работы роторных рабочих органов // Известия вузов. Лесной журнал. Архангельск: САФУ, 2012. № 4. С. 70—76.
5. Орловский С. Н., Карнаухов А. И. Методика расчёта рабочего органа агрегата для понижения пней // Известия вузов. Лесной журнал. Архангельск: САФУ, 2017. № 4. С. 106—115.
6. Орловский С. Н. Метод удаления крупных пней при культуртехнических работах их вырезанием по сферической поверхности // Ресурсосберегающие технологии механизации сельского хозяйства. Приложение к «Вестнику КрасГАУ». Красноярск, 2009. Вып. 5. С. 18—21.
7. Орловский С. Н. Измельчение малоценных деревьев при рубках ухода // Известия вузов. Лесной журнал. Архангельск: САФУ, 2018. № 5. С. 135—151.
8. Полетайкин В. Ф., Авдеева Е. В. Погрузочные машины: Учебное пособие. Красноярск: СибГТУ, 2001. 200 с.

9. Соколов М. Г. О типе корчевателей для мелиоративных работ // Особенности механизации гидротехнического строительства и использования мелиорируемых земель Сибири. Красноярск, 1977. С. 16—25.

References

1. Mudarisov S. G. Modeling the interaction of working bodies with the soil. *Tractors and agricultural machinery*, 2005, no. 7, pp. 27—30. (In Russ.)
2. Orlovsky S. N. Definition of energy and dynamic parameters of tractors, cutting modes of active working bodies of machine-tractor units. Krasnoyarsk, KrasSAU, 2011. 376 p. (In Russ.)
3. Orlovsky S. N. Patent No. 2202024. Working equipment of an earthmoving machine. VNIIPOMleskhoz, 15.10.2001. (In Russ.)
4. Orlovsky S. N., Karnaukhov A. I. Theoretical prerequisites for substantiating the parameters and operating modes of rotary working bodies. *Izvestiya vuzov. Forest magazine*. Arkhangelsk, NArFU, 2012, no. 4, pp. 70—76. (In Russ.)
5. Orlovsky S. N., Karnaukhov A. I. Methodology for calculating the working body of the unit for lowering stumps. *Izvestiya vuzov. Forest magazine*. Arkhangelsk, NArFU, 2017, no. 4, pp. 106—115. (In Russ.)
6. Orlovsky S. N. Method of removing large stumps during landscaping work by cutting them along a spherical surface. *Resource-saving technologies of agricultural mechanization. Supplement to the «Bulletin of KrasSAU*. Krasnoyarsk, 2009, issue 5, pp. 18—21. (In Russ.)
7. Orlovsky S. N. Crushing low-value trees during thinning. *Izvestiya vuzov. Forest magazine*. Arkhangelsk, NArFU, 2018, no. 5, pp. 135—151. (In Russ.)
8. Poletaikin V. F., Avdeeva E. V. Loading machines: a tutorial. Krasnoyarsk, SibGTU, 2001. 200 p. (In Russ.)
9. Sokolov M. G. On the type of rooters for melioration works. *Features of mechanization of hydraulic engineering construction and use of reclaimed lands of Siberia*. Krasnoyarsk, 1977, pp. 16—25. (In Russ.)