

УДК 631

АБДУЛМАЖИДОВ ХАМЗАТ АРСЛАНБЕКОВИЧ, канд. техн. наук, доцент

E-mail: Hamzat72@mail.ru

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, ул. Большая Академическая, 44, Москва, 127550, Российская Федерация

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КАНАЛООЧИСТИТЕЛЯ С КОВШОМ НА ЖЕСТКОЙ НАПРАВЛЯЮЩЕЙ

Очистка как осушительных, так и оросительных каналов от наносов, заилений и растительности во многом определяет нормальное функционирование мелиоративных систем. Рассмотрен новый ковш с трапецидальным сечением, позволяющий очищать не только дно канала, но и прилегающие ко дну части откосов каналов. Описываются конструкция рабочего оборудования, процесс копания наносов, их подъема в ковше и выгрузки. В результате проведенных лабораторных исследований с уменьшенной моделью ковша каналоочистителя выяснено, что перед ковшом при его неполном заполнении в процессе копания формируется призма волочения, для чего было предложено увеличить высоту ковша. Однако увеличение высоты ковша, а также его выполнение с трапецидальным сечением ведет к увеличению его вместимости и массы, что может повлиять на устойчивость машины в момент подъема наносов из канала. Поэтому предложено применение гусеничного трактора в качестве базы каналоочистителя, что обеспечит достаточную устойчивость в процессе работы. Определена теоретическая производительность каналоочистителя с новым ковшом. На основе проведенных лабораторных исследований с моделью ковша трапецидального сечения отмечается увеличение производительности и качества очистки дна канала. Установлено, что тяговые сопротивления при разработке наносов на дне канала значительно меньше, чем при разработке грунтов «в плотном теле» рабочими органами одноковшовых экскаваторов.

Ключевые слова: мелиоративные каналы, осушительные каналы, каналоочистители, откосы каналов, берма, ковш каналоочистителя, жесткие направляющие ковша, производительность каналоочистителя, наносы и заиления в каналах.

Введение. Фрезерные, роторные, а также многоковшовые рабочие органы существующих каналоочистителей не обеспечивают при очистке необходимый уклон дна канала, подрезают откосы, а выброшенными наносами портят культурные посевы [1-3].

Значительные технологические возможности имеют тракторные и экскаваторные каналоочистители с рабочим органом, выполненным в виде ковша, перемещающегося по жестким направляющим [4-6].

Каналоочиститель РР-303 монтируется на болотном тракторе ДТ-75Б с помощью переднего и заднего поперечных брусьев (рис.). Рабочий орган подвешен к стреле мощного коробчатого сечения. Для обеспечения максимальной прочности узла навески и оптимального нагружения несущих элементов базового трактора поперечные брусья каналоочистителя крепятся непосредственно к продольным силовым брусьям тракторной рамы. Поперечные брусья являются основным несущим элементом навесного оборудования каналоочистителя; с правой стороны к ним прифланцовывается рама контргруза, способная нести груз массой

до 3-х т, с левой стороны подвешивается стрела, связанная с помощью тяг с рычагами подъемного механизма, также установленного на поперечных брусьях.

Жесткая пространственная конструкция стрелы каналоочистителя рассчитана не только на работу несимметрично приложенных весовых нагрузок рабочего органа, но и на восприятие усилий, возникающих при технологических нарушениях процесса очистки и выемки наносов из русла канала. Стрела состоит из монолитной нижней секции, выполненной из двух боковых стрел традиционной ломаной формы коробчатого сечения, связанных между собой двумя поперечными балками. Во внутреннем пространстве боковых стрел размещены две верхние секции, обеспечивающие вынос рабочего органа на необходимое расстояние от трактора при наборе и его смещение от плоскости стрелы при разгрузке грунта. Верхние и нижние секции стрелы соединяются между собой в требуемом положении посредством двух пар пальцев, позволяющих изменять общий вылет стрелы от 3,22 до 4,95 м [7-9].

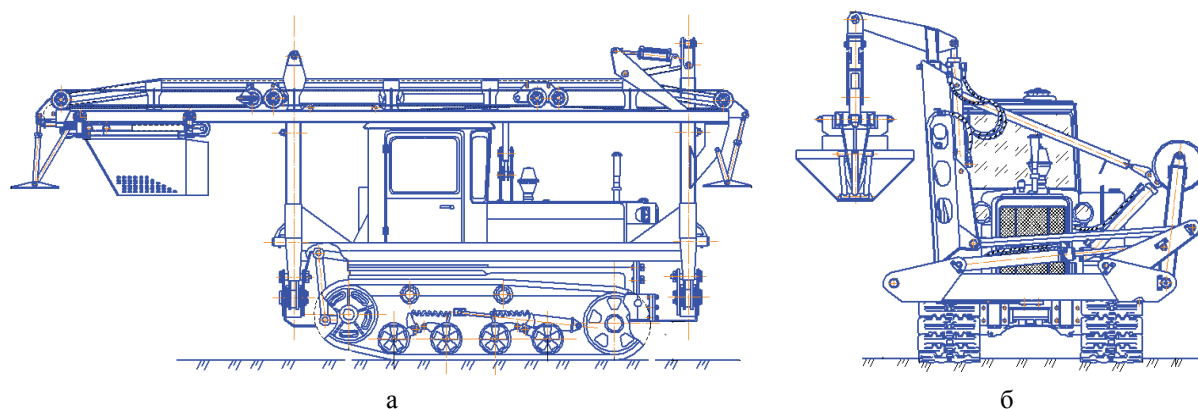


Рис. Каналоочиститель PP-303 с ковшем трапецидального сечения:
а – вид сбоку; б – вид спереди

Цель исследований – выявление способов увеличения производительности каналоочистителя.

Цель достигается решением задач по проектированию нового ковша каналоочистителя с трапецидальным сечением и испытанием его модели в лабораторных условиях, а также выяснением возможности работы с различными грунтами, в том числе с каменистыми включениями и погребенной древесиной; выявлением способности работы в каналах с растительностью и водой. Также цель достигается определением способов выгрузки грунта (наносов) на берму канала без попадания его на посевы; осуществлением качественной планировки дна канала независимо от состояния бермы и положения на ней базовой машины; оценкой увеличения производительности при использовании новых сменных ковшей при очистке дна и прилежащих ко дну частей откосов.

Материал и методы. Рабочий орган – ковш трапецидального сечения пассивного типа – создан на базе хорошо зарекомендовавшего себя ковшового оборудования, который очищает не только дно, но и прилежащие ко дну части откосов канала. Отличительной особенностью каналоочистителя PP-303 является то, что в процессе набора грунта ковш движется прямолинейно, вдоль русла канала. Такое движение обеспечивается ему жесткой направляющей балкой, выполненной из двух швеллеров, по которым на роликах катится ковш. Сама направляющая устанавливается на дно канала на двух концевых опорах, одна из которых расположена на уровне режущей кромки ковша, а другая поднята над кромкой на расстояние, равное величине срезаемой стружки. Этот подъем может регулироваться винтовым домкратом в зависимости от степени заиления очищаемого канала и в соответствии с требуемым уклоном дна.

Работа каналоочистителя осуществляется позиционно, при последовательном перемещении базового трактора по берме параллельно оси канала [10, 12]. При этом величина перемещения равна длине рабочего хода ковша. Направляющая балка с ковшем опускается на дно канала с помощью гидроцилиндров механизма подъема. Установка

направляющей вдоль оси канала в горизонтальной плоскости производится поворотом трактора с помощью бортовых фрикционов. При опускании направляющей в канал гидроцилиндр механизма качания находится, как правило, в «плавающем» положении, обеспечивая тем самым самоустановку рабочего органа на опоры.

Исходное положение ковша – на конце направляющей балки, сзади по отношению к трактору. Очистка производится при включении ходовых гидроцилиндров путем перемещения ковша вдоль направляющей. При этом пласт наносов разрезается вертикальными закрылками и кромкой ковша. Вырезанная стружка поступает в ковш. Образующееся в конце хода ковша перемещение призмы волочения останавливается упорным щитом, после чего происходит принудительное заглатывание всей срезанной массы наносов в ковш.

После набора ковша производится подъем рабочего органа из русла канала с помощью стреловых гидроцилиндров. Далее ковш возвращается в исходное положение и принудительно разгружается. Процесс разгрузки осуществляется при торможении подвижной стенки о неподвижный упор и дальнейшим перемещением ковша вдоль направляющей.

Вытолкнутый грунт падает на берму канала сзади трактора, образуя компактный массив, размеры которого в зависимости от количества воды в наносах колебались в пределах: длина – 0,8...1,5 м, ширина – 0,6...0,8 м, высота – 0,05...0,3 м.

На этом рабочий цикл заканчивается и каналоочиститель перемещается на новую позицию. Операцию выгрузки можно совмещать с перемещением машины на новую позицию. Более подробное описание работы каналоочистителя представлено в работах [4, 5, 10-12].

Результаты и обсуждение. Для определения производительности машин введено понятие «Условная скорость выполнения работ» – $V_{усл}$, км/ч [13]. Это связано с тем, что протяженность пути машины при очистке каналов складывается не только из рабочих проходов, но и из холостых проходов.

Величина холостых проходов зависит от типа машины и выбранной технологии производства работ. Если обозначить рабочую скорость машины при выполнении операции очистки канала как V_p , транспортную скорость при движении по проселочным дорогам – как V_x , то условная скорость выполнения ремонтов будет равна

$$V_{\text{усл}} = \frac{V_p \cdot V_x}{V_x + A \cdot V_p} \cdot K_b,$$

где $A = L_x/L_p$, т.е. безразмерная величина, показывающая соотношение протяженности холостых перегонов L_x к протяженности рабочих проходов L_p ; K_b – коэффициент использования машины по времени.

Конструктивную (теоретическую) производительность каналаочистителя Π_k как максимально возможную производительность машины периодического действия, м³/ч или т/ч, при условии, что все факторы, связанные с потерей времени или материала в течение рабочего цикла, отсутствуют, можно определить по формуле:

$$\Pi_k = q \cdot n \cdot \rho,$$

где q – расчетное количество наносов и заилений, извлекаемых со дна канала за один цикл работы, м³ или т; ρ – плотность наносов и заилений, т/м³; n – число циклов работы каналаочистителя в час:

$$n = 3600/t_{\text{ц}},$$

где $t_{\text{ц}}$ – продолжительность цикла, с.

Продолжительность цикла определяют в зависимости от продолжительности отдельных операций цикла:

$$t_{\text{ц}} = t_o + t_k + t_{\text{под}} + t_b + t_{\text{пер}},$$

где t_o – продолжительность опускания и установки рабочего органа в канал, с; t_k – продолжительность копания наносов ковшем при его продольном движении, с; $t_{\text{под}}$ – продолжительность подъема ковша

с наносами, с; t_b – продолжительность выгрузки ковша, с; $t_{\text{пер}}$ – продолжительность переезда каналаочистителя на новую позицию, с.

Техническую производительность каналаочистителя (Π_t) как максимально возможную производительность, которая может быть достигнута в данных конкретных производственных условиях при непрерывной работе машины, можно определить по формуле:

$$\Pi_t = \Pi_k \cdot K_t,$$

где K_t – коэффициент, учитывающий конкретные условия работы каналаочистителя (неполное использование вместимости рабочего органа из-за потерь, наличия воды с наносами и заилениями или их прилипания к стенкам и днищу ковша).

Эксплуатационная производительность каналаочистителя ($\Pi_э$) определяется с учетом потерь времени из-за перерывов в работе, связанных с механическим обслуживанием машины, с подготовкой ее к работе, по формуле:

$$\Pi_э = \Pi_t \cdot K_b,$$

где K_b – коэффициент использования каналаочистителя по времени:

$$K_b = (T_c - \sum t_n) / T_c,$$

где T_c – полное время работы каналаочистителя за смену, ч; t_n – время перерывов в работе машины за смену, ч.

Наличие в канале донной растительности не влияет на процесс набора грунта. В процессе набора разрушается корневая система растений, что позволяет отказаться от дополнительной операции удаления донной растительности специальной каналаокашивающей машиной. Экономическая оценка показала, что годовой экономический эффект только от применения одного каналаочистителя РР-303 соизмерим с работой на операции очистки дна каналов от наносов около 40 русловых ремонтеров.

Таблица

Результаты расчета производительности на основе технических характеристик каналаочистителя РР-303 с новым ковшем

Осредненные показатели	Значение
Установка в канал, с	8
Набор грунта, с	12
Перемещение в положение выгрузки, с	10
Выгрузка, с	10
Перемещение базы на новую позицию, с	12
Общая продолжительность цикла, с	52
Производительность:	
погонные метры в час, м/ч	210
метры кубические в час, м ³ /ч	17

Выводы

Каналоочистители с ковшем трапецеидального сечения на жесткой направляющей обладают такими технологическими достоинствами, как:

- возможность работы на любых грунтах-торфяниках и минеральных, в том числе с каменистыми включениями и погребенной древесиной;
- способность работы при зарастании канала растительностью, а также на каналах, как с водой, так и без воды;
- выгрузка грунта на берму канала (на полосу движения базовой машины) без попадания его на посевы;
- качественная планировка дна канала независимо от состояния бермы и положения на ней базовой машины;
- возможность работы и в налипающих грунтах, поскольку разгрузка ковша осуществляется принудительно;
- наличие новых сменных ковшей, что позволяет с наибольшей эффективностью и производительностью очищать каналы с различной шириной по дну;
- возможность очистки не только дна от наносов, но и прилегающих ко дну частей откосов канала.

Библиографический список

1. Мелиоративные машины / Под ред. И.И. Мера. М.: Колос, 1980. 351 с.
2. Бадаев Л.И., Донской В.М. Техническая эксплуатация гидромелиоративных систем. М.: Колос, 1992. 270 с.
3. Абдразаков Ф.К., Кузнецов Р.Е. Механизованная очистка каналов от срезанного кустарника // Механизация строительства. 2006. № 1. С. 8-10.
4. Апатенко А.С., Владимиров Н.И. Повышение эффективности эксплуатации машин мелио-

ративного комплекса // Техника и оборудование для села. 2014. № 3. С. 38-40.

5. Апатенко А.С. Повышение эффективности эксплуатации агрегатов в составе технологических комплексов // Вестник ФГОУ ВПО «МГАУ имени В.П. Горячкина». 2012. № 3 (54). С. 37-40.

6. Новиченко А.И., Подхватилин И.М. Оценка эффективности функционирования средств технологического оснащения АПК // Природообустройство. 2013. № 2. С. 92-96.

7. Абдулмажидов Х.А. Обоснование геометрических параметров ковшей каналоочистителя // Вестник ФГОУ ВПО «МГАУ имени В.П. Горячкина». 2013. № 2(58). С. 30-33.

8. Абдразаков Ф.К., Соловьев Д.А. Мелиоративные, строительные и дорожные машины. Саратов: Саратовский ГАУ, 2003. 124 с.

9. Абдразаков Ф.К. Технология и технические средства для проведения эксплуатационно-ремонтных работ на оросительных каналах: Монография. 2008.

10. Абдулмажидов Х.А., Карапетян М.А. Очистка мелиоративных каналов от наносов, заилений и растительности // Вестник ФГОУ ВПО «МГАУ имени В.П. Горячкина». 2016. № 5 (75). С. 13-17.

11. Чыонг М.Д. Обоснование параметров и режимов работы каналоокашивающих машин для зоны осушения: Диссертация кандидата технических наук. Москва, 1999.

12. Евграфов В.А., Апатенко А.С., Новиченко А.И. Взаимосвязь эксплуатационно-технологических свойств машин и качества их технической эксплуатации в природообустройстве: Монография. М.: Издательство РГАУ-МСХА, 2015.

13. Гантман В.Б. Обоснование системы машин для эксплуатационно-ремонтных работ на осушительных системах: Диссертация в виде научного доклада на соискание ученой степени доктора технических наук. Москва, 1998.

Статья поступила 2.11.2016 г.

CONSTRUCTIVE FEATURES AND PERFORMANCE CALCULATION OF CANAL CLEANER WITH A RIGID GUIDE BUCKET

KHAMZAT A. ABDULMAZHIDOV, PhD (Eng), Professor

E-mail: Hamzat72@mail.ru

Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, Bolshaya Akademicheskaya str., 44, Moscow, 127550, Russian Federation

Cleaning of both drainage and irrigation canals from sediments, vegetation and silting largely determines the normal functioning of drainage systems. The paper features the design of a new bucket with a trapezoidal cross section, allowing to clean not only the canal bottom but also the adjacent canal slopes. The author describes in detail the work equipment design features, the process of silt digging, lifting in a bucket and unloading. The laboratory tests with a reduced model of a bucket canal cleaner have shown that a dragging prism is formed before an incomplete bucket in the course of digging. To resolve this problem, it has been proposed to increase the bucket

height. However, increasing the bucket height as well as its performance with a trapezoidal cross-section lead to its increased capacity and mass, which, in turn, may affect the machine stability at the moment of lifting sediments from the canal. This determines the use of a caterpillar tractor as a canal cleaner base to provide sufficient stability during the operation. The author has calculated theoretic performance of a canal cleaner equipped with a new bucket. The laboratory tests with a bucket model with a trapezoidal cross-section has proved an increase in the productivity and cleaning quality of the canal bottom. It has also been proved that traction resistance in sediment cleaning are significantly less at the canal bottom as compared with a case of "tight-body" excavation works with the use of working parts of single-bucket excavators.

Key words: irrigation canals, drainage canals, canal cleaners, canal slopes, berm, canal cleaner bucket, bucket rigid guides, canal cleaner performance, canal sediments and silts.

References

1. Meliorativnyye mashiny [Reclamation machines] / Ed. by I.I. Mera. M.: Kolos, 1980. 351 p.
2. Badayev L.I., Donskoy V.M. Tekhnicheskaya ekspluatatsiya gidromeliorativnykh system [Technical operation of irrigation and drainage systems]. M.: Kolos, 1992. 270 p.
3. Abdrazakov F.K., Kuznetsov R. Ye. Mekhanizirovannaya ochildka kanalov ot srezannogo kustarnika [Mechanized cleaning of canals from cut bush] // Mekhanizatsiya stroitel'stva. 2006. Issue 1. Pp. 8-10.
4. Apatenko A.S., Vladimirova N.I. Povyseniye effektivnosti ekspluatatsii mashin meliorativnogo kompleksa [Increasing the efficiency of operation of land reclamation machines] // Tekhnika i oborudovaniye dlya sela. 2014. Issue 3. Pp. 38-40.
5. Apatenko A.S. Povyseniye effektivnosti ekspluatatsii agregatov v sostave tekhnologicheskikh kompleksov [Increasing the operation efficiency of technological units] // Vestnik FGOU VPO "MGAU imeni V.P. Goryachkina". 2012. Issue 3 (54). Pp. 37-40.
6. Novichenko A.I., Podkhvatilin I.M. Otsenka effektivnosti funktsionirovaniya sredstv tekhnologicheskogo osnashcheniya APK [Assessment of the effectiveness of using technical means of farm production] // Prirodoobustroystvo. 2013. Issue 2. Pp. 92-96.
7. Abdulmazhidov K.H.A. Obosnovaniye geometricheskikh parametrov kovshey kanaloochistitelya [Substantiation of the geometric parameters of the canal cleaner bucket] // Vestnik FGOU VPO "MGAU imeni V.P. Goryachkina". 2013. Issue 2(58). Pp. 30-33.
8. Abdrazakov F.K., Solov'yev D.A. Meliorativnyye, stroitel'nyye i dorozhnyye mashiny [Reclamative, construction and road machinery]. Saratov: Saratovskiy GAU, 2003. 124 p.
9. Abdrazakov F.K. Tekhnologiya i tekhnicheskiye sredstva dlya provedeniya ekspluatatsionno-remontnykh rabot na orositel'nykh kanalakh: Monografiya [Technology and technical facilities for carrying out maintenance operations in irrigation canals: Monograph]. 2008.
10. Abdulmazhidov K.H.A., Karapetyan M.A. Ochildka meliorativnykh kanalov ot nanosov, zaileniy i rastitel'nosti [Cleaning of reclamation canals from sediments, saltation and vegetation] // Vestnik FGOU VPO "MGAU imeni V.P. Goryachkina". 2016. Issue 5 (75). Pp. 13-17.
11. Chyong M.D. Obosnovaniye parametrov i rezhimov raboty kanaloookashivayushchikh mashin dlya zony osusheniya: Dissertatsiya kandidata tekhnicheskikh nauk [Substantiation of parameters and modes of operation of canal canning machines in drainage areas: DSc (Eng) thesis]. Moskva, 1999.
12. Yevgrafov V.A., Apatenko A.S., Novichenko A.I. Vzaimosvyaz' ekspluatatsionno-tekhnologicheskikh svoystv mashin i kachestva ikh tekhnicheskoy ekspluatatsii v prirodoobustroystve: Monografiya [Interrelationship of operational and technological properties of machines and the quality of their technical operation in environmental engineering: Monograph]. M.: Izdatel'stvo RGAU-MSKHA, 2015.
13. Gantman V.B. Obosnovaniye sistemy mashin dlya ekspluatatsionno-remontnykh rabot na osushitel'nykh sistemakh: Dissertatsiya v vide nauchnogo doklada na soiskaniye uchenoy stepeni doktora tekhnicheskikh nauk [Substantiation of a machine system for maintenance operations in drainage systems: DSc (Eng) thesis in the form of a scientific report]. Moskva, 1998.

Received on November 2, 2016