

[Prospects for the design development of a combine harvester]. *Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii "Energoeffektivnost' i energosberezheniye v sovremenном производстве i obshchestve"*, 2018: 137-143. (In Rus.)

6. Zhalnin E.V., Tsench Yu.S., P'yanov V.S. Metodika analiza tekhnicheskogo urovnya zernouborochnykh kombaynov po funktsional'nym i konstruktivnym parametram [Methodology for analyzing the technical level of combine

harvesters by functional and design parameters]. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*, 2018, vol 12, 2: 4-8. (In Rus.)

7. Lomakin S.G., Berdyshev V.Ye. Analiz tekhnicheskogo urovnya zernouborochnykh kombaynov "ROSTSEL'MASH" [Analysis of the technical level of "ROSTSELMASH" combine harvesters]. *Vestnik of Moscow Goryachkin Agroengineering University*, 2017: 6 (82): 34-42. DOI: 10.26897/1728-7936-2017-6-34-42. (In Rus.)

Критерии авторства

Алдошин Н.В., Бердышев В.Е., Малла Бахаа провели обобщение и написали рукопись. Алдошин Н.В., Бердышев В.Е., Малла Бахаа имеют на статью авторские права и несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила 20.05.2019

Contribution

Aldoshin N.V., Berdyshev V.Ye., Mala Bahaa summarized the material and wrote the manuscript. Aldoshin N.V., Berdyshev V.Ye., Mala Bahaa have equal author's rights and bear equal responsibility for plagiarism.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this paper.

The paper was received on May 20, 2019

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ АПК / FARM MACHINERY AND TECHNOLOGIES

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

УДК 631

DOI 10.34677/1728-7936-2019-3-22-27

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РАБОЧЕГО ОРГАНА ДВУХУРОВНЕВОГО ГЛУБОКОРЫХЛИТЕЛЯ

ТЕЛОВОВ НОРМУРОД КАНДАХОРОВИЧ, старший преподаватель

E-mail: telovov@mail.ru

АБДУЛМАЖИДОВ ХАМЗАТ АРСЛАНБЕКОВИЧ, канд. техн. наук, доцент

E-mail: Hamzat72@mail.ru

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, ул. Тимирязевская, 49, Москва, 127550, Российская Федерация

Целью разработки рабочего органа двухуровневого глубокорыхлителя является уменьшение тяговых сопротивлений при глубоком рыхлении и увеличении степени и качества разрыхления пахотных слоев почв и плужной подошвы. Экспериментальные исследования проводились на грунтовом лотке с уменьшенной моделью нового двухуровневого глубокорыхлителя. Применение данной конструкции направлено на более масштабную обработку профиля почвы внутри контура рыхлителя с уменьшением тяговых сопротивлений. Увеличение степени разрыхления достигается за счёт установки боковых стенок и лемеха рабочего органа под оптимальным углом. Тяговые сопротивления определялись зависимостью от глубины рыхления. Степень разрыхления измерялась по величине «вспученности» почвы на поверхности, а также на поперечном срезе разрыхленного участка. Обработка результатов экспериментальных исследований проведена с использованием методов статистического анализа. Установлено, что при использовании нового двухуровневого глубокорыхлителя тяговые сопротивления рыхлению по сравнению с базовым рабочим органом уменьшаются на 7...10%. При этом степень разрыхления, с обеспечением максимальной однородности комков почвы по всей площади обработки, увеличилась на 10...15%.

Ключевые слова: глубокое рыхление почв, глубокорыхлители, качество рыхления, величина «вспученности» почв после рыхления, сопротивление почв рыхлению, плужная подошва.

Формат цитирования: Теловов Н.К., Абдулмажидов Х.А. Экспериментальные исследования физической модели рабочего органа двухуровневого глубокорыхлителя // Вестник ФГОУ ВПО «МГАУ имени В.П. Горячкина». 2019. N3(91). С. 22-27. DOI 10.34677/1728-7936-2019-3-22-27

EXPERIMENTAL STUDIES OF THE PHYSICAL MODEL OF A NEW WORKING TOOL OF SUBSOIL CHIESEL PLOWS

NORMUROD K. TELOVOV, Senior Lecturer

E-mail: telovov@mail.ru

KHAMZAT A. ABDULMAZHIDOV, PhD (Eng), Professor

E-mail: Hamzat72@mail.ru

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; Timiryazevskaya Str., 49, Moscow, 127550, Russian Federation

The purpose of developing a new working tool is to reduce traction resistances and increase the loosening extent and quality of plowed soil layers and plow pan. Experimental studies were conducted on a plot of land with a reduced model of the new two-level subsoil chisel plow. Application of the two-level design is aimed at more extended coverage of soil profile handling inside the chisel plow circuit with reduced traction resistances. The loosening degree increase is achieved by installing side panels and a working tool share at the best angle. Traction resistance were determined depending on the depth of loosening. The degree of loosening was measured taking into account the amount of soil surface inflation, as well as the cross section of a loosened plot. The experimental study results were processed using methods of statistical analysis. The analysis of the results has shown that using a new two-level subsoil chisel plow reduces traction resistance to loosening by 7...10% as compared with the basic working tool. The loosening degree has increased by 10...15%, while ensuring maximum distribution uniformity of soil lumps over the entire treatment area.

Key words: deep soil loosening, chisel plows, loosening quality, the amount of soil surface inflation after loosening, soil loosening resistance, plow pan.

For citation: Telovov N.K., Abdulmazhidov Kh.A. Experimental studies of the physical model of a new working tool of subsoil chisel plows. *Vestnik of Moscow Goryachkin Agroengineering University*. 2019; 3(91): 22-27. (In Rus.). DOI: 10.34677/1728-7936-2019-3-22-27.

Введение. Применение различных видов машин с разнообразными конструкциями ходовых устройств и эксплуатационными массами в орошаемом сельскохозяйственном земледелии неизбежно ведёт к уплотнению верхних и средних слоев почвогрунтов, что, безусловно, оказывает влияние на урожайность возделываемых культур. Методы и способы разрыхления почв достаточно изучены [1-4], предложено множество конструктивных решений по формированию оптимальных конфигураций новых рабочих органов [5-7], имеющих свои достоинства и недостатки.

В связи с этим представляется новое техническое решение для их устранения: двухуровневый глубокорыхлитель, основными достоинствами которого являются меньшие, по сравнению с базовым вариантом, тяговые сопротивления и высокое качество рыхления почвы с обеспечением максимальной однородности комков внутри по всей площади контура конструкции. Рыхление с новым рабочим органом качественно повлияет на обработку почв без оборота пласта.

Цель исследования – определение тяговых сопротивлений при работе нового двухуровневого глубокорыхлителя и выявление степени рыхления почвы.

Материал и методы. Для лабораторных исследований в системе *Inventor Pro* спроектированы уменьшенная в 4 раза модель глубокорыхлителя и рабочий орган в натуральную величину. Снижение тяговых сопротивлений при рыхлении почвы достигалось за счёт использования конструкции с меньшей площадью контура рабочего органа. Качественному рыхлению по всему сегменту почвы внутри контура рабочего органа способствовала установка под оптимальным углом боковых режущих стенок и лемеха нового рыхлителя.

В системе *Inventor Pro* были проведены прочностные расчёты, по результатам которых запас прочности для конструкции при заданных нагруженных силовых условиях находился в пределах 1,8...2. При уточнённых прочностных расчётах конструкции для наиболее опасных участков и сечений данный показатель имеет значения 1,6...1,9, что вполне допустимо для стальных сварных конструкций.

Лабораторные испытания физической модели двухуровневого рыхлителя проводились на грунтовом лотке лаборатории мелиоративных машин (рис. 1). Отличительной особенностью нового рабочего органа от широко используемого рыхлителя РГ-0,5 является наличие внутренней ступени, способствующей более эффективному рыхлению по всей площади обработки.

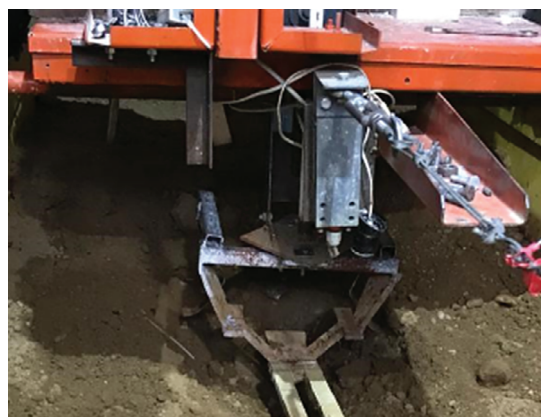


Рис. 1. Физическая модель двухуровневого глубокорыхлителя

Fig. 1. Physical model of a two-level subsoil chisel plow

Грунтовой лоток представляет собой металлическую ёмкость прямоугольного профиля с грунтом. Вид исследуемого грунта – супесь. На верхних частях стенок лотка установлены уголки, образующие жёсткие направляющие, – аналог рельсового хода. По жёстким направляющим посредством механизма передвижения с канатным полиспастом может перемещаться грузовая тележка. Модель двухуровневого глубокорыхлителя установлена в нижней части тележки на подвижной секции телескопической конструкции, которая позволяет изменять глубину рыхления. На грузовой тележке имеются также два тензометрических датчика для фиксации и измерения значений горизонтальных и вертикальных усилий рыхления, которые автоматически передаются на самописец или вычислительную машину. С помощью специальной программы «Тензо-М», установленной на компьютере, выдаются результаты в виде численных значений усилий за определенный промежуток времени в качестве случайной реализации.

Перед началом экспериментальных исследований производится подготовка грунтового лотка, т.е. обеспечивается необходимая влажность (8...10%), плотность суглинка

(4...5 ударов ударника ДорНИИ) и выравнивание поверхности грунта по всей длине лотка.

Результаты и обсуждение. Лабораторные испытания проводились по схеме однофакторного эксперимента, т.е. исследовалась целевая функция: тяговые сопротивления в зависимости от наиболее весомого фактора – глубины рыхления (при постоянстве других факторов). Проведены 4 опыта с 3-х кратной повторностью: первый – с глубиной рыхления 4 см, второй – 6 см, третий – 8 см, четвёртый – 10 см. Показатели одного из опытов, полученные в программе «Тензо-М» в виде кривой красного цвета по горизонтальным составляющим усилия рыхления (F , Н), представлены на рисунке 2. Вертикальная ось в данной программе обычно выделяется зелёным цветом, горизонтальная – синим. Уровень минимального значения параметра выделяется жёлтым цветом.

Средние значения усилий для каждого опыта определялись на основе значений участка реализации с установившимся режимом. По полученным четырём точкам средних значений усилий, в зависимости от глубины, получены уравнения регрессии, наиболее адекватно описывающие исследуемый процесс.

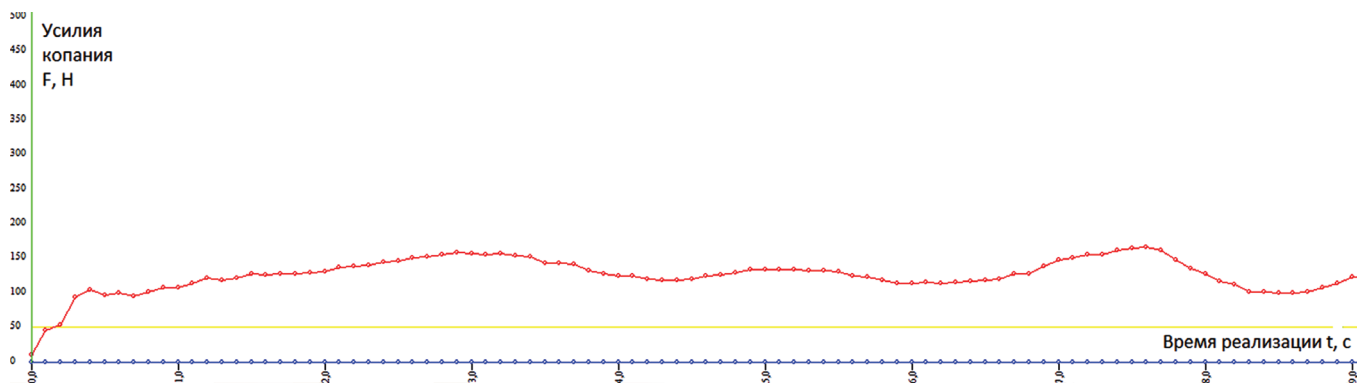


Рис. 2. Фрагмент реализации изменения тяговых сопротивлений F по времени t при работе модели двухуровневого рыхлителя

Fig. 2. Fragment of the implementation of the change of traction resistance F over time t for working model of a two-level subsoil chisel plow

Для обработки результатов экспериментальных данных применялись компьютерные программы *Mathcad* и *Excel*. Согласно программе *Mathcad* получена линейная аппроксимация данных на основании метода наименьших квадратов, определены коэффициенты уравнения регрессии, а также уточнены значения усилий сопротивления рыхлению для модели на рабочий орган в натуральную величину. Обработка данных исследования модели представлена на рисунке 3.

Экспериментальные данные модели двухуровневого глубокорыхлителя:

Перерасчёт величин тяговых сопротивлений от значений уменьшенной модели на рабочий орган в натуральную величину проведён по приближённому методу физического моделирования В.И. Баловнева по формуле [8]:

$$P_n = P_m i_g^n,$$

где P_n – сопротивление рыхлению для «натуры», кН; P_m – сопротивление рыхлению для модели, кН; i_g – масштабный

коэффициент, n – показатель степени, учитывающий состояние обрабатываемой среды и особенности подобию отождествляемых объектов.

Наибольший интерес представляет показатель степени, который при приближенном физическом моделировании [9, 10] может быть в пределах от 2 до 3, в зависимости от типа и состояния грунтов; при этом отмечается довольно значительный разброс расчётных значений сопротивления рыхлению для мёрзлых и талых грунтов. Грунты по трудности разработки делятся на VIII категорий в зависимости от количества ударов $C_{уд}$ ударника ДорНИИ (табл. 1).

При глубине рыхления на модели в 10 см граничные значения для талых грунтов на рабочем органе в натуральную величину по результатам расчёта будут равны соответственно 2,291 и 9,162 кН.

С учётом того, что глубокое рыхление проводится на немёрзлых грунтах, рассматривались только талые грунты, и экспериментальные исследования в лабораторных условиях проводились с грунтом второй категории,

величина коэффициента n после ранжирования для четырёх категорий принята 2,5 [8, 11].

Средние значения тяговых сопротивлений при рыхлении по четырём точкам после пересчёта на натуру имеют значения: $R_1 = 2,042$ кН; $R_2 = 3,850$ кН; $R_3 = 4,055$ кН; $R_4 = 4,581$ кН. Линейная и полиномиальная аппроксимации изменения

целевой функции и соответствующие уравнения регрессии процесса рыхления грунта представлены на рисунке 4.

Степень рыхления грунта и величина «вспученности» измерялась с помощью линейки в конце хода рыхлителя на вертикальном срезе. Полученные значения в среднем оказались на 15% больше, чем на базовом варианте.

Эксперимент с моделью двухуровневого глубокорыхлителя

1. Задание количества точек исследуемой функции для участка с установившимся режимом.
 $N := 44$ $i := 0..N - 1$
2. Задание значений времени изменения целевой функции в виде вектора-строки матрицы.
 $X1 := (1 \ 2 \ 3 \ 4 \ 5 \ 6 \ 7 \ 8 \ 9 \ 10 \ 11 \ 12 \ 13 \ 14 \ 15 \ 16 \ 17 \ 18 \ 19 \ 20 \ 21 \ 22)$
 $X2 := (23 \ 24 \ 25 \ 26 \ 27 \ 28 \ 29 \ 30 \ 31 \ 32 \ 33 \ 34 \ 35 \ 36 \ 37 \ 38 \ 39 \ 40 \ 41 \ 42 \ 43 \ 44)$
3. Объединение значений векторов $X1$ и $X2$.
 $X := \text{augment}(X1, X2)$
4. Привязка масштаба и транспонирование вектора-строки матрицы значений времени в вектор-столбец.
 $X := X \cdot 0.1$ $X := X^T$
5. Задание значений изменения целевой функции - тяговых сопротивлений при установившемся режиме для модели.
 $Y1 := (154 \ 154 \ 157 \ 158 \ 157 \ 157 \ 154 \ 149 \ 146 \ 138 \ 132 \ 128 \ 128 \ 129 \ 129 \ 130 \ 131 \ 131 \ 135 \ 136 \ 136 \ 139)$
 $Y2 := (144 \ 143 \ 144 \ 143 \ 145 \ 148 \ 147 \ 146 \ 147 \ 150 \ 154 \ 154 \ 151 \ 156 \ 156 \ 148 \ 142 \ 142 \ 138 \ 132 \ 131 \ 130)$
6. Объединение значений векторов $Y1$ и $Y2$ и транспонирование вектора-строки матрицы значений целевой функции - тяговых сопротивлений в вектор-столбец.
 $Y := \text{augment}(Y1, Y2)$ $Y := Y^T$
7. Пересчет значений тяговых усилий модели на рабочий орган в натуральную величину при масштабном коэффициенте $i=4$ и показателе степени $n=2.5$.
 $Y := Y \cdot 4^{2.5} \cdot 10^{-3}$
8. Определение средних значений тяговых сопротивлений (кН) для рабочего органа в натуральную величину по результатам опыта с моделью при глубине рыхления 10 см.
 $R := \text{mean}(Y)$ $R = 4.581$
9. Расчет коэффициентов уравнения линейной регрессии $a0$ и $b0$ встроенными командами Mathcad.
 $a0 := \text{intercept}(X, Y)$ $b0 := \text{slope}(X, Y)$ $a0 = 4.653$ $b0 = -0.032$ $f(X) := a0 + b0 \cdot X$ $Y1 := Y - f(X)$
10. Расчет дисперсии.
 $D := \text{var}(Y)$ $D = 0.095$
11. Определение коэффициента вариации.
 $v := \frac{\sqrt{D}}{R}$ $v = 0.067$
12. Построение зависимости изменения тяговых сопротивлений от глубины рыхления (4 см) на участке с приближенным установившимся режимом.

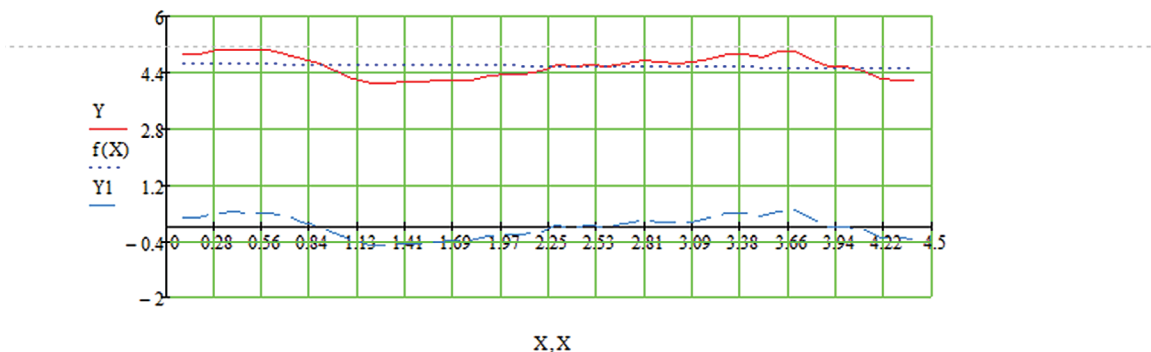


Рис. 3. Листинг обработки данных эксперимента в системе Mathcad:

— реализация для модели $Y1$;
— кривая расчётных значений для рабочего органа в натуральную величину Y ; — средние значения

Fig. 3. Listing of experimental data processing in the Mathcad system:

— in the graph highlights the implementation for the model $Y1$;
— the curve of the calculated values for the working tool in full size Y ; — the average values

Категории грунтов по числу удара ДорНИИ

Categories of soil by the number of DorNII ram tester

Величина	Категория грунта							
	талые				мёрзлые			
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Число ударов, $C_{уд}$	1...4	5...8	9...15	16...35	35...70	70...140	140...280	280...500

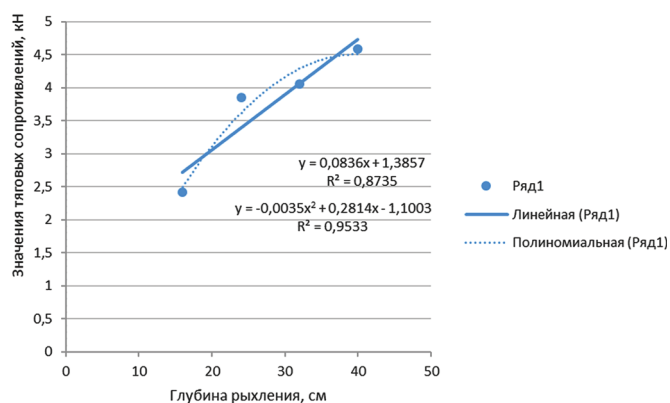


Рис. 4. Зависимость тяговых сопротивлений от глубины рыхления при работе глубокорыхлителя

Fig. 4. The relationship between traction resistance and the depth of loosening during the operation of the subsoil chisel plow

Выводы

Результаты лабораторных исследований наглядно свидетельствуют о целесообразности использования двухуровневого глубокорыхлителя при рыхлении не только почв, но и грунта плужной подошвы. Установлена возможность его работы с почвами различной степени уплотнения, в том числе с каменистыми включениями и погребенной древесиной.

Процесс увеличения тяговых сопротивлений, в зависимости от возрастающей глубины рыхления, наиболее адекватно описывается полиномиальной аппроксимацией с величиной достоверности $R^2 = 0,9533$. Увеличение глубины рыхления приводит к увеличению тяговых сопротивлений. Так, увеличение глубины с 6 до 8 см для описываемой модели соответствует возрастающему тяговому сопротивлению для рабочего органа в натуральную величину от 3,85 до 4,055 кН, что составляет 5%. В то же время, на фоне предыдущей точки роста сопротивлений копанию, в крайней точке наблюдается их значительное увеличение.

Полученные в лабораторных исследованиях значения тяговых сопротивлений для двухуровневого глубокорыхлителя могут применяться при использовании его с базовыми тракторами третьего тягового класса.

Библиографический список

1. Абдулмажидов Х.А. Обоснование геометрических параметров ковшей каналаочистителя // Вестник ФГОУ ВПО «МГАУ имени В.П. Горячкина». 2013. № 2 (58). С. 30-33.
2. Пикушов А.Н. Определение энергоемкости процесса глубокого рыхления почвы // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2011. № 29. С. 186-187.
3. Маслов Г.Г., Шишкин М.А. Эффективность технологии глубокого рыхления почвы трактором тягового класса 5 // Материалы Международной научно-практической конференции «Проблемы инновационного развития АПК». М., 2017. С. 149-154.
4. Сергеев А.В., Шамонин В.И. Влияние глубокого рыхления при формировании гребней на агрегатный состав почвы // Молодой ученый. 2017. № 4 (138). С. 205-209.
5. Теловов Н.К., Абдулмажидов Х.А. Обоснование параметров двухступенчатого рыхлителя для глубокой обработки

почвы // Материалы Международной научно-практической конференции «Экологические аспекты мелиорации, гидротехники и водного хозяйства АПК». М., 2017. С. 368-375.

6. Непра А.С., Разумец К.В., Квижинадзе В.Ю. Глубокое рыхление тяжёлых почв в ленинградской области // Материалы Международной научно-практической конференции «Проблемы и перспективы в международном трансфере инновационных технологий». М., 2018. С. 224-226.

7. Икромов И.И. Влияние дифференцированного глубокого рыхления на водно-физические свойства почвы // В сб. «Новые методы и результаты исследований ландшафтов в Европе, Центральной Азии и Сибири». М., 2018. С. 139-144.

8. Суриков В.В. Строительные машины для механизации мелиоративных работ. М.: Издательство Агропромиздат, 1991. 463 с.

9. Бигараев О.К. Глубокое рыхление почвы в хлопкосеющей зоне юга Казахстана // Наука и Мир. 2015. Т. 3. № 4 (20). С. 90-91.

10. Копытовских А.В. Изменение водопроницаемости связных минеральных почв при глубоком безотвальном рыхлении // Мелиорация. 2009. № 2 (62). С. 169-175.

11. Абдулмажидов Х.А., Теловов Н.К. Обработка данных экспериментальных исследований модели ковша каналаочистителя // Материалы Международной научно-практической конференции «Логистика, транспорт, природообустройство – 2014». М., 2014. С. 95-102.

References

1. Abdulmazhidov Kh.A. Obosnovaniye geometricheskikh parametrov kovshey kanaloochistitelya [Determining geometrical parameters of canal cleaner buckets]. *Vestnik of Moscow Goryachkin Agroengineering University*, 2013; 2 (58): 30-33. (In Rus.).
2. Pikushov A.N. Opredeleniye energoyemkosti protsessa glubokogo rykhleniya pochvy [Determination of the power intensity of deep tillage]. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2011; 29: 186-187. (In Rus.).
3. Maslov G.G., Shishkin M.A. Effektivnost' tekhnologii glubokogo rykhleniya pochvy traktorom tyagovogo klassa 5 [Efficiency of deep tillage with a tractor of drawbar category 5]. *Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii "Problemy innovatsionnogo razvitiya APK"*. Moscow, 2017: 149-154. (In Rus.).
4. Sergeyev A.V., Shamonin V.I. Vliyaniye glubokogo rykhleniya pri formirovaniy grebney na agregatnyy sostav pochvy [Influence of deep tillage accompanied by ridge formation on aggregate soil composition]. *Molodoy uchenyy*. 2017; 4 (138): 205-209. (In Rus.).
5. Telovov N.K., Abdulmazhidov Kh.A. Obosnovaniye parametrov dvukhstupenchatogo rykhlitelya dlya glubokoy obrabotki pochvy [Determining the operating parameters of a two-level cultivator used for deep tillage]. *Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii "Ekologicheskiye aspekty melioratsii, gidrotekhniki i vodnogo khozyaystva APK"*. Moscow, 2017: 368-375. (In Rus.).
6. Nepra A.S., Razumets K.V., Kvizhinadze V.Yu. Glubokoye rykhleniye tyazholykh pochv v leningradskoy oblasti [Deep loosening of heavy soils in the Leningrad region]. *Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii "Problemy i perspektivy v mezhdunarodnom transfere innovatsionnykh tekhnologiy"*. Moscow, 2018: 224-226. (In Rus.).

7. Ikromov I.I. Vliyaniye differentsirovannogo glubokogo rykhleniya na vodno-fizicheskiye svoystva pochvy [Impact of variable-depth deep tillage on soil water-physical properties]. In: *Novyye metody i rezul'taty issledovaniy landshaftov v Yevrope, Tsentral'noy Azii i Sibiri*. Moscow, 2018: 139-144. (In Rus.).

8. Surikov V.V. Stroitel'nyye mashiny dlya mekhanizatsii meliorativnykh rabot [Construction equipment for the mechanization of land reclamation operations]. Moscow, Izdatel'stvo Agropromizdat, 1991: 463. (In Rus.).

9. Bigarayev O.K. Glubokoye rykhleniye pochvy v khlopokoseyushchey zone yuga Kazakhstana [Deep soil

tillage in cotton-growing area of South Kazakhstan]. *Nauka i Mir*. 2015; Vol. 3; 4 (20): 90-91. (In Rus.).

10. Kopytovskikh A.V. Izmeneniye vodopronitsayemosti svyaznykh mineral'nykh pochv pri glubokom bezotval'nom rykhlenii [Changes in the permeability of cohesive mineral soils with deep subsurface tillage]. *Melioratsiya*. 2009; 2 (62): 169-175. (In Rus.).

11. Abdulmazhidov Kh.A., Telovov N.K. Obrabotka dannykh eksperimental'nykh issledovaniy modeli kovsha kanaloochistitelya [Processing experimental research data of the model bucket of a canal cleaner]. *Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii "Logistika, transport, prirodoobustroystvo – 2014"*. Moscow, 2014: 95-102. (In Rus.).

Критерии авторства

Теловов Н.К., Абдулмажидов Х.А. выполнили экспериментальную работу, на основании полученных результатов провели обобщение и написали рукопись. Теловов Н.К., Абдулмажидов Х.А. имеют на статью авторские права и несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила 18.03.2019

Contribution

Telovov N.K., Abdulmazhidov Kh.A. carried out the experimental work, on the basis of the results summarized the material and wrote the manuscript. Telovov N.K., Abdulmazhidov Kh.A. have equal author's rights and bear equal responsibility for plagiarism.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this paper.

The paper was received on March 18, 2019

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ АПК / FARM MACHINERY AND TECHNOLOGIES

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

УДК66.081.63:631.862.2

DOI 10.34677/1728-7936-2019-3-27-35

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ЦЕНТРИФУГИРОВАНИЯ И УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИИ СТОКОВ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМ

НОВИКОВ АНДРЕЙ ЕВГЕНЬЕВИЧ, докт. техн. наук, доцент^{1,2}

E-mail: novikov-ae@yandex.ru

ШЕВЧЕНКО ВИКТОР АЛЕКСАНДРОВИЧ, докт. с.-х. наук³

E-mail: shevchenko.v.a@yandex.ru

ФИЛИМОНОВ МАКСИМ ИГОРЕВИЧ, мл. науч. сотрудник^{1,2}

E-mail: maks.filimonov.1986@mail.ru

¹ Волгоградский государственный технический университет; пр. им. Ленина, 28, Волгоград, 400005, Российская Федерация

² Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия; ул. им. Тимирязева, 9, Волгоград, 400002, Российская Федерация

³ Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова; ул. Большая Академическая, д. 44, корп. 2, Москва, 127550, Российская Федерация

Экологизация животноводства лимитируется эффективностью утилизации на сельскохозяйственных полях навозных стоков, образующихся при бесподстилочном разведении сельскохозяйственных животных и содержащих болезнетворные бактерии, яйца и личинки гельминтов. Для обработки навозных стоков как многокомпонентных сред предложена технология, включающая разделение их на твердую фракцию и жидкую фазу в осадительной центрифуге со шнековой выгрузкой осадка и последующую дегельминтизацию жидкой фазы на установке ультрафильтрации. Для оценки эффективности технологии использованы методы математического моделирования с применением как оригинальных подходов в процессе центрифугирования с определением локальных пофракционных степеней улавливания и интегральной степени очистки, так и классических в процессе ультрафильтрации, основанных на диффундировании вещества через полупроницаемую перегородку под действием градиента давления. Исследования проводились на примере племенного завода по разведению КРС. По результатам математического моделирования установлено, что при заданной производительности 3...4 м³/ч все рассматриваемые центрифуги типа ОГШ обеспечивают степень очистки навозных стоков от твердой фракции на 97%,