УДК 631.316.022

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧЕГО ОРГАНА ДЛЯ ПОСЛОЙНОЙ БЕЗОТВАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНОГО ПОЛИЭТИЛЕНА

© 2018 г. А.В. Громаков, С.К. Филатов

В зоне недостаточного увлажнения необходимо накопление запасов влаги и предотвращение непродуктивного её расхода. Накопление влаги достигается путём создания мульчирующего слоя на поверхности и различных по структурному составу и плотности сложения слоёв почвы при её обработке. Известные рабочие органы для послойной безотвальной обработки почвы характеризуются высокой металлоёмкостью, что приводит к увеличению массы конструкции и росту энергозатрат. Целью исследования является снижение затрат энергии на осуществление технологического процесса послойной безотвальной обработки почвы. Благодаря использованию в конструкции новых неметаллических материалов на основе пластика возможно существенное снижение металлоёмкости рабочих органов и затрат энергии на осуществление технологического процесса послойной безотвальной обработки почвы. Разработана конструкция рабочего органа для послойной безотвальной обработки почвы, содержащего стойку с долотом, съёмные лемешные лезвия, комкодробитель, упорную плиту и рыхлитель для мелкой обработки. В локальных зонах износа и области повышенного трения рабочего органа монтировали сверхвысокомолекулярный полиэтилен низкой плотности. Методика оптимизации параметров рабочего органа для послойной безотвальной обработки почвы с применением сверхвысокомолекулярного полиэтилена низкой плотности основана на планировании эксперимента по трёхфакторному плану Бокса. Установлены наименьшее тяговое сопротивление и минимальные затраты энергии рабочего органа для послойной безотвальной обработки почвы с применением сверхвысокомолекулярного полиэтилена низкой плотности при скорости агрегата от 2,8 до 3,0 м/с; угле входа в почву долота от $31,5^0$ до $33,5^0$; глубине обработки почвы 30–35 см.

Ключевые слова: рабочий орган, обработка почвы, тяговое сопротивление, параметры, оптимизация, пластик, высокомолекулярный полиэтилен.

In the area of insufficient moisture, accumulation of moisture reserves and prevention of unproductive consumption is necessary. The accumulation of moisture is achieved by creating a mulching layer on the surface and different soil layers in

structural composition and density when the soil is processed. Known working units for layer-by-layer subsurface soil treatment have a high metal content, which leads to an increase in the mass of the structure and growth of energy consumption. The aim of the research is to reduce energy costs for the implementation of the technological process of layer-by-layer subsurface tillage. Due to the use of new non-metallic materials based on plastics, it is possible to significantly reduce the metal capacity of working units and energy consumption for the process by layer-by-layer subsurface tillage. The design of the working unit for layer-by-layer subsurface tillage, containing a rack with a chisel, removable edge blades, a crushing machine, a stop plate and a ripper for small machining has been developed. In the local runout zones and areas of increased friction of the working unit, ultra-high molecular weight low-density polyethylene was installed. The technique for optimizing the parameters of the working element for layer-by-layer subsurface tillage with the use of ultrahigh-molecular-weight low-density polyethylene is based on the planning of the experiment on the three-factor Boks plan. The smallest traction resistance and minimum energy consumption of the working element for layer-by-layer subsurface tillage using ultra-high molecular weight low-density polyethylene at a unit speed of 2,8 to 3,0 m/s is established; the angle of entry to the bit soil from $31,5^0$ to $33,5^0$; the depth of tillage is 30–35 cm.

Keywords: working unit, tillage, tractive resistance, parameters, optimization, plastic, high molecular weight polyethylene.

Введение. В соответствии с Государственной программой развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы необходимо предотвращать водную и ветровую эрозии, улучшать структурный состав почвы, что положительно влияет на плодородие.

В зоне недостаточного увлажнения основная задача обработки почвы заключается в создании оптимальных условий для максимального накопления запасов влаги и предотвращения непродуктивного её расхода. Накопление влаги достигается путём создания мульчирующего слоя на поверхности и различных по структурному составу и плотности сложения слоёв почвы при её обработке. Это можно осуществить послойной безотвальной обработкой почвы. Однако рабочие органы для послойной безотвальной обработки почвы характеризуются высокой металлоёмкостью, что приводит к увеличению массы конструкции и росту энергозатрат на осуществление технологического процесса. Благодаря использованию в конструкции новых неметаллических материалов на основе пластика возможно существенное снижение металлоёмкости рабочих органов и затрат энергии на осуществление технологического процесса послойной безотвальной обработки почвы.

Целью исследования является снижение затрат энергии на осуществление технологического процесса послойной безотвальной обработки почвы.

Материалы и методы. На основании анализа взаимодействия рабочих органов с обрабатываемой средой [1, 2, 3], экспериментальных и теоретических исследований [4, 5, 6, 7] разработана конструкция рабочего органа для послойной безотвальной обработки почвы с применением сверхвысокомолекулярного полиэтилена низкой плотности, содержащего стойку с долотом, в передней части которой установлены съёмные лемешные лезвия, причем левое в форме циклоиды. На долоте закреплён с возможностью перемещения комкодробитель и расположена упорная плита. В верхней части стойки смонтирован с возможностью замены элемент для мелкой обработки почвы (рыхлитель).

Сверхвысокомолекулярный полиэтилен низкой плотности монтировали в локальных зонах износа и области повышенного трения рабочего органа для послойной безотвальной обработки почвы (рисунок 1). В результате исследований [8] установлено, что при функционировании рабочего органа на экстремальном режиме (глубина более 38 см, твёрдость более 4 МПа) происходит деформация рыхлителя для мелкой обработки почвы, имеющего локальные области концентрации напряжений. Поэтому рыхлитель для мелкой обработки почвы выполнен из сверхвысокомолекулярного полиэтилена низкой плотности, толерантного к концентраторам напряжений. Помимо этого сверхвысокомолекулярный полиэтилен низкой плотности устанавливался на долоте, комкодробителе и упорной плите рабочего органа для послойной безотвальной обработки почвы. Это обусловлено тем, что сопротивление разрушению пласта почвы при глубоком рыхлении в боковых расширениях прорези по отношению к единице площади их сечения в несколько раз меньше, чем сопротивление, отнесённое к единице площади перед лобовой поверхностью долота, поскольку при сжатии требуется создать разрушающие напряжения в несколько раз больше, чем при растяжении [9, 10, 11, 12, 13].

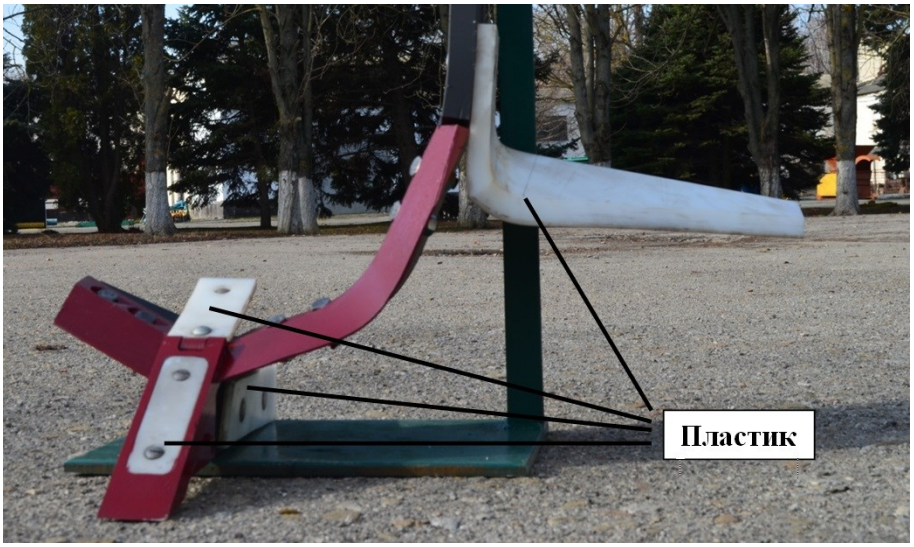


Рисунок 1 – Рабочий орган для послойной безотвальной обработки почвы с применением сверхвысокомолекулярного полиэтилена

Оптимизация параметров и режимов функционирования рабочего органа для послойной безотвальной обработки почвы предусматривала проведение полевых исследований. Экспериментальные значения измеряемых величин подвергали статистической обработке в соответствии с СТО АИСТ 1.17-2010. Испытания сельскохозяйственной техники и агротехнологий. Методы сравнительной оценки с использованием многофакторного корреляционно-регрессивного анализа. Введён 15.09.2011 (взамен СТП 13.046-80).

Методика оптимизации параметров рабочего органа для послойной безотвальной обработки почвы с применением сверхвысокомолекулярного полиэтилена низкой плотности основана на планировании эксперимента по трёхфакторному плану Бокса. Проверка опытных данных проведена с использованием ЭВМ. Для расчёта применялись программы Microsoft® Office Excel 2003 и MathCAD v15. Математическая обработка опытных данных включала проверку адекватности математической модели по критерию Фишера (F).

Результаты и их обсуждение. Критерием оценки (отклика) является тяговое усилие, затрачиваемое на преодоление силы сопротивления почвы, действующей на рабочий орган (так называемое тяговое сопротивление рабочего органа). От тягового сопротивления напрямую зависят энергозатраты на осуществление технологического процесса. Поэтому необходимо было подобрать рациональные значения факторов, обеспечивающих минимальное тяговое сопротивление рабочего органа для послойной безотвальной обработки почвы. Варьируемыми факторами в эксперименте были выбраны: скорость перемещения рабочего органа, глубина обработки почвы, угол входа в почву долота. Пределы изменения этих факторов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Пределы изменения факторов

Варьируемые в опыте факторы	Кодированные обозначения факторов	Пределы изменения		
		–1	0	+1
Скорость перемещения рабочего органа, м/с	X_1	2	2,5	3
Глубина обработки почвы, см	X_2	25	30	35
Угол входа в почву долота рабочего органа, °	X_3	30	32,5	35

Таблица 2 – План эксперимента и выходные параметры опытов

№ опыта	Матрица планирования			Натуральные значения переменных			Выходные параметры (тяговое сопротивление, кН)
	X_1	X_2	X_3	Скорость перемещения рабочего органа, м/с	Глубина обработки почвы, см	Угол входа в почву долота рабочего органа, град.	
1	+1	+1	0	3	35	32,5	6,07
2	+1	–1	0	3	25	32,5	6,09
3	–1	+1	0	2	35	32,5	8,80
4	–1	–1	0	2	25	32,5	6,11
5	0	0	0	2,5	30	32,5	6,80
6	+1	0	+1	3	30	35	8,10
7	+1	0	–1	3	30	30	7,60
8	–1	0	+1	2	30	35	6,12
9	–1	0	–1	2	30	30	7,20
10	0	0	0	2,5	30	32,5	7,04
11	0	+1	+1	2,5	35	35	9,10
12	0	+1	–1	2,5	35	30	7,90
13	0	–1	+1	2,5	25	35	6,70
14	0	–1	–1	2,5	25	30	6,74
15	0	0	0	2,5	30	32,5	7,20

Уровни факторов выбирали таким образом, чтобы оптимальные их значения, рассчитанные теоретически и учитывающие существующие ограничения, попадали в центр интервала варьирования. Пределами изменения первого фактора являются значения скорости агрегата от 2 м/с до 3 м/с, что соответствует интервалу варьирования. Для второго фактора значение глубины обработки почвы изменяли от 25 до 35 см, что соответствует интервалу варьирования. Для третьего фактора значение угла входа в почву долота рабочего органа составляет от 30° до 35°, что соответствует интервалу варьирования (таблица 2).

В результате исследований влияния скорости, глубины обработки почвы, угла входа в почву долота тяговое усилие, затрачиваемое на преодоление силы сопротивления почвы, действующей на рабочий орган, получено регрессионное уравнение в кодированных обозначениях.

$$Y = 7{,}013 - 0{,}046 \cdot X_1 + 0{,}779 \cdot X_2 + 0{,}072 \cdot X_3 - \\ - 0{,}678 \cdot X_1 \cdot X_2 + 0{,}395 \cdot X_1 \cdot X_3 + 0{,}310 \cdot X_2 \cdot X_3 - \\ - 0{,}30 \cdot X_1^2 + 0{,}055 \cdot X_2^2 + 0{,}542 \cdot X_3^2 \quad (1)$$

Проверка адекватности показала, что по критерию Фишера ($F=17{,}9<F_{таб}=18{,}99$) уравнение математической модели является адекватным. Модель применима для решения научно-исследовательских задач.

Анализ влияния факторов на критерий оптимизации по уравнению регрессии выявил следующее:

– глубина обработки почвы рабочим органом (X_2) оказывает наиболее сильное влияние. Этот фактор имеет наибольший коэффициент при X_2 в уравнении регрессии, а знак «плюс» у коэффициента, характеризующего влияние данного фактора, указывает на увеличение критерия оптимизации;

– значительное влияние на критерий оптимизации оказывает и третий фактор (угол входа в почву долота рабочего органа X_3). Знак «плюс» у коэффициента при X_3, характеризующего влияние данного фактора, указывает на увеличение тягового усилия, затрачиваемого на преодоление силы сопротивления почвы, действующей на рабочий орган;

– характер влияния скорости перемещения рабочего органа (X_1) показывает, что с ростом его значения происходит уменьшение критерия оптимизации.

Значимость полученных коэффициентов уравнения регрессии проверялась в программе MathCAD v15.

Рассмотрим влияние факторов на критерий оптимизации при фиксации одного из параметров.

Влияние скорости перемещения рабочего органа и глубины обработки почвы представлено на рисунке 2.

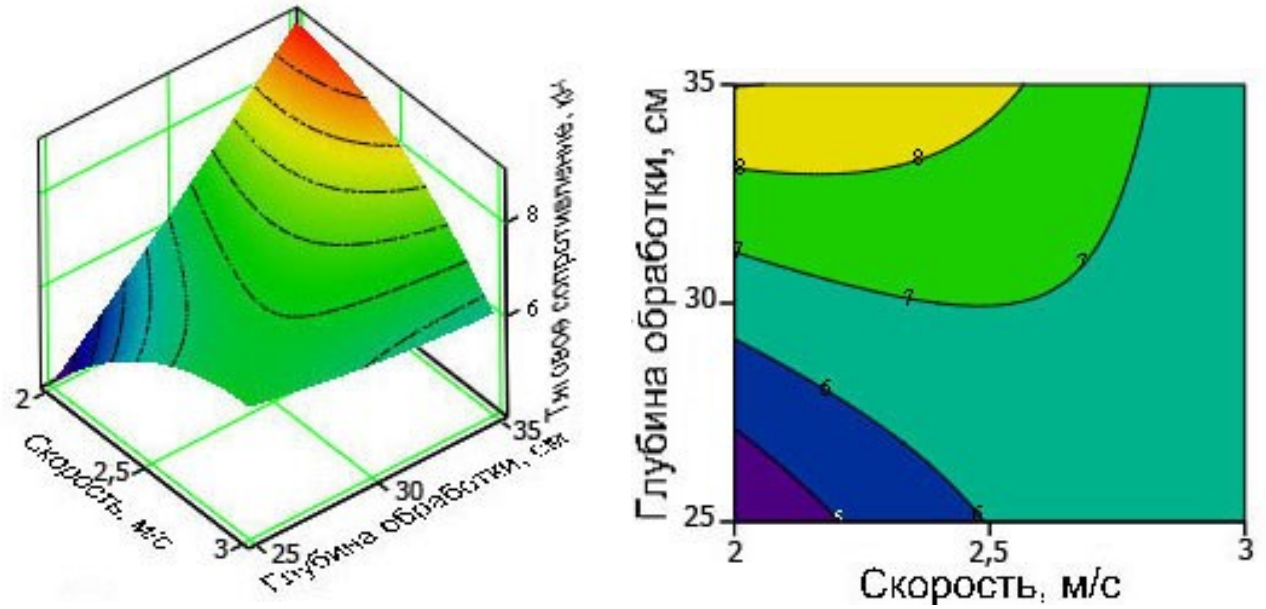


Рисунок 2 – Поверхность отклика тягового сопротивления при изменении скорости перемещения рабочего органа и глубины обработки почвы

При фиксации значения угла входа в почву долота рабочего органа на уровне 32,5 градуса критерий оптимизации уменьшается с падением скорости перемещения рабочего органа и глубины обработки почвы. Оптимальной областью можно признать интервал значений скорости перемещения рабочего органа от 2,0 до 2,2 м/с и глубины обработки почвы от 25 до 28 см (рисунок 2).

Влияние угла входа в почву долота рабочего органа и глубины обработки почвы представлено на рисунке 3.

При фиксации значения скорости перемещения рабочего органа на уровне 2,5 м/с критерий оптимизации последовательно уменьшается с падением глубины обработки почвы в пределах её варьирования в опыте. Наименьшее значение критерий оптимизации достигает при угле входа в почву долота рабочего органа от 31,5 до 33,5 градусов.

Влияние изменения угла входа в почву долота рабочего органа и скорости перемещения рабочего органа представлено на рисунке 4.

При фиксации значения глубины обработки почвы рабочим органом на уровне 30 см поверхность отклика имеет «седловидную» форму. При этом снижение критерия оптимизации происходит в двух областях поверхности: при скорости перемещения рабочего органа в пределах от 2,0 до 2,2 м/с и от 2,8 до 3,0 м/с для угла входа в почву долота в пределах от $31,5^0$ до $33,5^0$.

С точки зрения увеличения производительности рабочего органа и машины в целом оптимальными условиями её работы будут пределы изменения факторов для угла входа в почву долота рабочего органа в пределах от $31,5^0$ до $33,5^0$ и скорости перемещения рабочего органа в пределах от 2,8 до 3,0 м/с.

В результате проведенного анализа экспериментальных данных было выявлено, что снижение тягового сопротивления наблюдается при варьировании X_1 от 2,0 до 2,2 м/с и от 2,8 до 3,0 м/с, однако для увеличения производительности агрегата предпочтительнее наибольшая скорость движения агрегата (от 2,8 до 3,0 м/с). Оптимальный угол входа в почву долота рабочего органа в пределах указанных интервалов варьирования скорости одинаков и составляет от $31,5^0$ до $33,5^0$. При глубине обработки почвы 30–35 см обеспечивается оптимальное тяговое сопротивление.

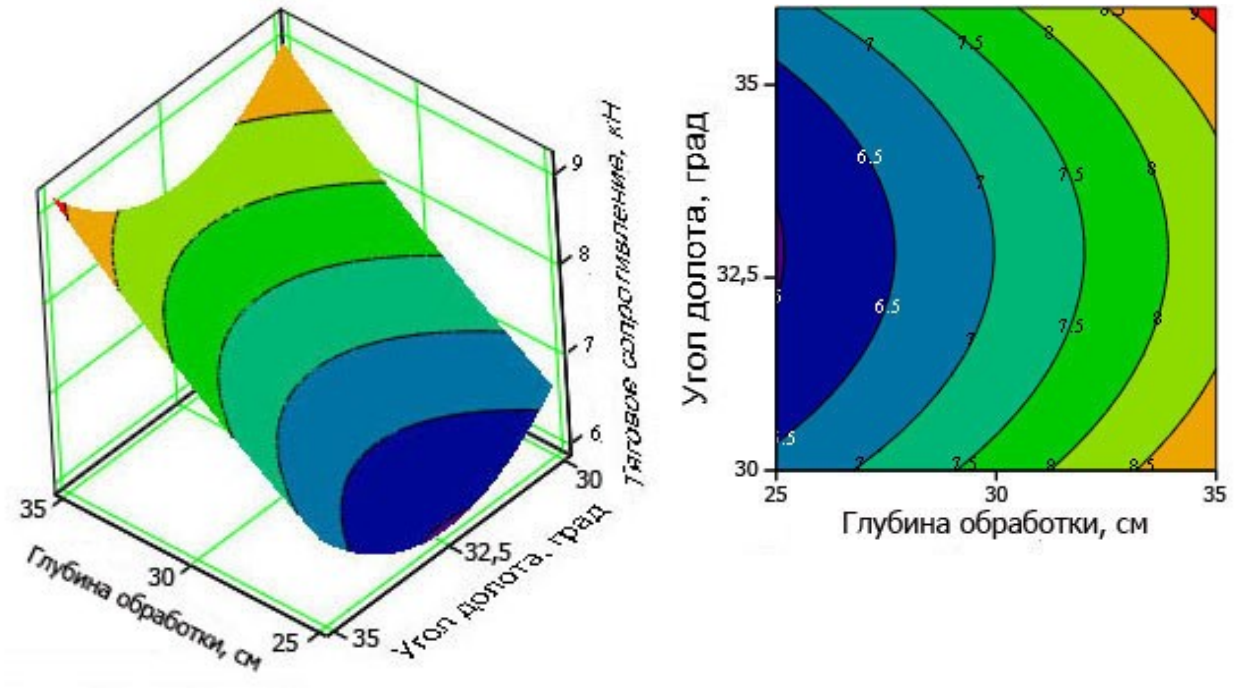


Рисунок 3 – Поверхность отклика тягового сопротивления при изменении угла входа в почву долота рабочего органа и глубины обработки почвы

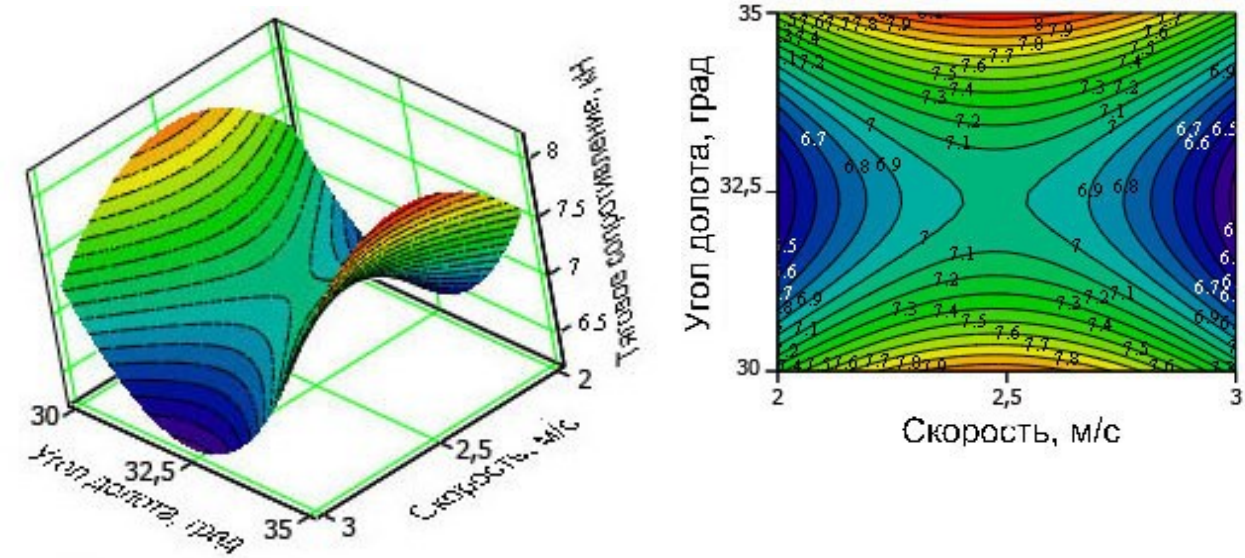


Рисунок 4 – Поверхность отклика тягового сопротивления при изменении угла входа в почву долота и скорости перемещения рабочего органа

Выводы:

– для создания оптимальных условий для максимального накопления запасов влаги и предотвращения непродуктивного её расхода в зоне недостаточного увлажнения необходимо осуществлять послойную безотвальную обработку почвы;

– при использовании в конструкции рабочих органов для послойной безотвальной обработки почвы новых неметаллических материалов на основе пластика возможно существенное снижение металлоёмкости машины и затрат энергии на осуществление технологического процесса;

– оптимальное тяговое сопротивление рабочего органа для послойной безотвальной обработки почвы с применением сверхвысокомолекулярного полиэтилена низкой плотности обеспечивается при скорости агрегата от 2,8 до

3,0 м/с; угле входа в почву долота от $31,5^0$ до $33,5^0$; глубине обработки почвы 30–35 см.

Литература

1. Telichenko, V. The rate of the pile settlement in clay soil with regard to its viscoelastic and elastic-plastic properties / V. Telichenko, A. Ter-Martirosyan, V. Sidorov // Procedia Engineering. – 2016. – № 165. – P. 1359–1366.

2. Qin, A. Semi-analytical solution to one-dimensional consolidation for viscoelastic unsaturated soils. / A. Qin, D. Sun, J. Zhang // Computers and Geotechnics. – 2014. – № 62. – P. 110–117.

3. Пархоменко, Г.Г. Трансформация рабочих органов почвообрабатывающих машин / Г.Г. Пархоменко // Селскостопанска техника (Болгария). – 2015. – Т. LII. – № 1. – С. 17–26.

4. Пархоменко, Г.Г. Методика сравнения почвообрабатывающих машин по показателям технологического процесса / Г.Г. Пархоменко // Селскостопанска техника (Болгария). – 2015. – Т. LII. – № 2. – С. 9–12.

5. Пархоменко, Г.Г. Результаты оптимизации формы почвообрабатывающих рабочих органов / Г.Г. Пархоменко, И.В. Божко // Moderní vymoženosti vědy –2014: Materiály X mezinárodní vědecko-praktická conference. – Díl 32. Zemědělství. – Praha: Publishing House «Education and Sciense» s.r.o. – 2014. – S. 17–21.

6. Ремонтопригодность комбинированных рабочих органов для послойной безотвальной обработки почвы / И.В. Божко, Г.Г. Пархоменко, А.В. Громаков, Ю.А. Семенихина, И.В. Пантюхов // Труды ГОСНИТИ. – 2016. – Т. 123. – С. 40–44.

7. Громаков, А.В. Определение оптимального состава смесевого топлива по режимам функционирования машинно-тракторных агрегатов / А.В. Громаков, Г.Г. Пархоменко, Л.В. Громакова // Хранение и переработка зерна (Украина). – 2014. – № 7 (184). – С. 56–57.

8. Пархоменко, Г.Г. Прогнозирование зоны износа эллиптического кольцевого элемента почвообрабатывающего рабочего органа / Г.Г. Пархоменко, И.В. Божко, А.В. Громаков // Труды ГОСНИТИ. – 2015. – Т. 118. – С. 64–68.

9. Пархоменко, Г.Г. Исследование чизеля: сравнительная оценка рабочих органов / Г.Г. Пархоменко – Saarbrucken (Deutschland): LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. – 80 с.

10. Щиров, В.Н. Определение взаимосвязи параметров рабочего органа с качественными показателями технологического процесса глубокой обработки почвы / В.Н. Щиров, Г.Г. Пархоменко // Вестник аграрной науки Дона. – 2008. – № 1. – С. 45–52.

11. Пархоменко, Г.Г. Теория глубокорыхлителя: Расчёт взаимодействия рабочих органов с почвой в засушливых условиях / Г.Г. Пархоменко – Saarbrucken (Deutschland): LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013. – 88 с.

12. Пархоменко, Г.Г. Исследование процесса трансформации почвообрабатывающих рабочих органов / Г.Г. Пархоменко // Механізація та електрифікація сільського господарства. – 2013. – Т. 1. – № 98. – С. 142–150.

13. Пархоменко, Г.Г. Оптимизация показателей технологических процессов сельскохозяйственного производства в растениеводстве / Г.Г. Пархоменко, С.Г. Пархоменко // Хранение и переработка зерна. (Украина). – 2017. – № 1(209). – С. 55–60.

References

1. Telichenko V., Ter-Martirosyan A., Sidorov V. The rate of the pile settlement in clay soil with regard to its viscoelastic and elastic-plastic properties, *Procedia Engineering*, 2016, No 165, pp. 1359–1366.

2. Qin, A. Sun D., Zhang J.Semi-analytical solution to one-dimensional consolidation for viscoelastic unsaturated soils *Computers and Geotechnics*, 2014, No 62, pp. 110–117.

3. Parkhomenko G.G. Transformatsiya rabochikh organov pochvoobrabatyvayushchikh mashin [Transformation of working body's of tillers], *Selskostopanska tekhnika* (Bolgariya), 2015, T.LII, No 1, pp. 17–26.

4. Parkhomenko G.G. Metodika sravneniya pochvoobrabatyvayushchikh mashin po pokazatelyam tekhnologicheskogo protsessa [Methodology of comparison of tillers on the parameters of the technological process], *Selskostopanska tekhnika* (Bolgariya), 2015, T. LII, No 2, pp. 9–12.

5. Parkhomenko G.G. Bozhko I.V. Rezul'taty optimizatsii formy pochvoobrabatyvayushchikh rabochikh organov [Results of optimizing the shape of the tillage working body], *Moderní vymoženosti vědy*–2014, *Materiály X mezinárodní vědecko-praktická conference*, Díl 32, Zemědělství, Praha, Publishing House «Education and Sciense» s.r.o., 2014, pp. 17–21.

6. Bozhko I.V., Parkhomenko G.G., Gromakov A.V., Semenikhina Yu.A., Pantyukhov I.V., Remontoprigodnost' kombinirovannykh rabochikh organov dlya posloinoi bezotval'noi obrabotki pochvy [Repairability of combined working body's for layer-by-layer wasteless tillage], *Trudy GOSNITI*, 2016, T. 123, pp. 40–44.

7. Gromakov, A.V., Parkhomenko G.G., Gromakova L.V., Opredelenie optimal'nogo sostava smesevogo topliva po rezhimam funktsionirovaniya mashinno-traktornykh agregatov [Determination of the optimal composition of the mixed fuel according to the operation modes of the machine-tractor units], *Khranenie i pererabotka zerna* (Ukraina), 2014, No 7(184), pp. 56–57.

8. Parkhomenko G.G., Bozhko I.V., Gromakov A.V. Prognozirovanie zony iznosa ellipticheskogo kol'tsevogo elementa pochvoobrabatyvayushchego rabochego organa [Forecasting the wear zone of the elliptical annular element of the tillage working body], *Trudy GOSNITI*, 2015, T. 118, pp. 64–68.

9. Parkhomenko G.G. Issledovanie chizelya: sravnitel'naya otsenka rabochikh organov [Research chisel: Comparative evaluation of the working bodies], *Saarbrucken* (Deutschland), LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014, 80 p.

10. Shchirov V.N., Parkhomenko G.G. Opredelenie vzaimosvyazi parametrov rabochego organa s kachestvennymi pokazatelyami tekhnologicheskogo protsessa glubokoi obrabotki pochvy [Determination of the relationship between the parameters of the working body and the qualitative indicators of the technological process of deep tillage], *Vestnik agrarnoi nauki Dona*, 2008, No 1, pp. 45–52.

11. Parkhomenko G.G. Teoriya glubokorykhlitelya: Raschet vzaimodeistviya rabochikh organov s pochvoi v zasushlivykh usloviyakh [The theory of deep loosener: Calcula-

tion of interaction of working organs with soil in arid conditions], *Saarbrucken* (Deutschland), LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013, 88 p.

12. Parkhomenko G.G. Issledovanie protsessa transformatsii pochvoobrabatyvayushchikh rabochikh organov [Investigation of the process of transformation of soil working bodies], *Mekhanizatsiya ta elektrifikatsiya sil's'kogo gospodarstva*, 2013, T. 1, No 98, pp. 142–150.

13. Parkhomenko G.G., Parkhomenko S.G. Optimizatsiya pokazatelei tekhnologicheskikh protsessov sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva v rastenievodstve [Optimization of indicators of technological processes of agricultural production in plant growing], *Khranenie i pererabotka zerna* (Ukraina), 2017, No 1 (209), pp. 55–60.

Сведения об авторах

Громаков Алексей Владимирович – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры судовых энергетических установок, Институт водного транспорта им. Г.Я. Седова – филиал ФГБОУ ВО «ГМУ им. адм. Ф.Ф. Ушакова» (г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация). Тел.: +7-950-843-82-06. E-mail: gromakov-av@yandex.ru.

Филатов Сергей Константинович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Эксплуатация автомобилей и технология транспортных процессов», Азово-Черноморский инженерный институт – филиал ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет» в г. Зерограде (Ростовская область, Российская Федерация).
Тел.: +7-918-568-12-60. E-mail: filatov-sk@yandex.ru.

Information about authors

Gromakov Alexey Vladimirovich – Candidate of Technical Sciences, senior lecturer of the Ship power plants department, Institute of water transport named G.Y. Sedov – branch of FSHEI HE «Admiral Ushakov State Maritime University» (Rostov-on-Don, Russian Federation). Phone: +7-950-843-82-06. E-mail: gromakov-av@yandex.ru.

Filatov Sergey Konstantinovich – Candidate of Technical Sciences, associate professor of the Operation of vehicles and the technology of transport processes department, Azov-Black Sea Engineering Institute – branch of FSBEI HE «Don State Agrarian University» in Zernograd (Rostov region, Russian Federation). Phone: +7-918-568-12-60. E-mail: filatov-sk@yandex.ru.