

ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ



УДК 631.313.6

Ю.Н. Дементьев
Yu.N. Dementyev

УСКОРЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ НОЖЕЙ ПОЧВЕННЫХ ФРЕЗ НА ИЗНОС

ACCELERATED WEAR TESTS OF SOIL CUTTER KNIVES

Ключевые слова: рабочие органы, фреза, нож, износ, угол заточки, ускоренные испытания, абразивная масса, песок, влажность.

Проведены ускоренные лабораторные испытания ножей почвенных фрез на форму и интенсивность износа с целью принятия решения о методах и способах их упрочнения, а также обоснование необходимости данных исследований, формы и размера образцов (моделей) ножей, параметров экспериментальной установки, факторов, влияющих на износ. Разработаны лабораторная установка и методика проведения испытаний образцов (моделей) ножей фрез. Получены качественные и количественные зависимости параметров изнашивания от состава имитационной изнашивающей среды, частоты вращения фрезерного ротора, длительности испытаний. На основании проведенных исследований рекомендуется придавать режущему лезвию различную твердость с лицевой стороны 62-65 HRC, затылочной – 45-50HRC, осуществляя ТВЧ-закалку или наплавку кромки лезвия и нанося твердые, износостойкие покрытия. Ожидаемые основные конструктивные и технико-экономические показатели: увеличение износостойкости ножей – в 1,5-2,0 раза, снижение стоимости – на 25-30%, снижение энергетических затрат – на 10-15%, увеличение урожайности

культур – до 10-12% за счет повышения качества обработки почвы.

Keywords: working tools, cutter, knife, wear, sharpening angle, accelerated tests, abrasive mass, sand, moisture content.

Accelerated laboratory tests of soil cutter knives for the shape and wear intensity were performed to make decision on hardening techniques. The topicality of these studies, shape and size of knife models, parameters of the experimental setup, and the factors affecting wear were substantiated. Laboratory setup was made and methodology of testing samples of cutter knives (models) was developed. Qualitative and quantitative dependences of wear parameters on the composition of the imitating wear medium, the rotational speed of milling rotor and the duration of tests were obtained. It is recommended to give different hardness to cutting blade from the front side 62-65 HRC and 46-50 HRC from the back side by carrying out hardening by high-frequency current or overlay welding the blade edge, and applying hard, wear-resistant coatings. Expected basic design, technical and economic indicators are as following: knife wear resistance increase 1.5-2.0 times; cost reduction by 25-30%; reduction of energy consumption by 10-15%; increase in crop yields by 10-12% due to tillage quality improvement.

Дементьев Юрий Никитович, доцент, каф. технического обеспечения агропромышленного комплекса, Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт. E-mail: dun_mail@mail.ru.

Dementyev Yuriy Nikitovich, Assoc. Prof., Chair of Technical Support of Agricultural Industry, Kemerovo State Agricultural Institute. E-mail: dun_mail@mail.ru.

Введение

Использование машин с активными рабочими органами (почвенных фрез типа ФБ, ФН, ФС, агрегатов АППА-6, импортных горизонтально-фрезерных культивато-

ров Grimme, Kverneland, Celli и др.) считается одним из перспективных направлений в современных технологиях обработки почвы на целинно-залежных, заболоченных, засоленных и мелиорируемых землях [1], в

технологиях возделывания картофеля и других овощных культур [2], при обработке междурядий в садах, почвы в теплицах, в составе систем машин для «малой» механизации [3], а также как одна из альтернатив при периодической (раз в 5-7 лет) глубокой обработке застерженной почвы в системах с ее минимальной ой вместо чизельных плугов, щелевателей и пр. [4].

Ранее для таких машин были проведены исследования механики работы и резания почвы, динамики движения машины и МТА, конструкции, параметров и режимов работы, типа, параметров и расстановки рабочих органов [5-7] и пр.

В то же время при разработке новых, выборе и эксплуатации существующих машин для обработки почвы с активными рабочими органами [8] возникает необходимость исследования их рабочих органов (ножей) не только по форме и конфигурации, но и по их износу, как одному из параметров, обеспечивающих надежность и сохранение агротехнологических требований при обработке почвы такими машинами.

Однако получение результатов по износу модифицированных рабочих органов почвообрабатывающих машин в производственных условиях является достаточно трудоемким и длительным процессом, при котором проблематично проводить многофакторные исследования [9]. Поэтому предпочтение часто отдается методам ускоренных лабораторных испытаний [10].

Целью исследования является изучение динамики и формы фигур износа ножей почвенных фрез в условиях ускоренных испытаний для дальнейшего принятия решения о методах, способах и вариантах их упрочнения.

Для достижения указанной цели требуется решить следующие **задачи**:

- обосновать выбор образцов, режимов и абразивной (изнашивающей) среды для ускоренных износных испытаний;
- разработать установку и методику исследования износостойкости образцов в условиях, имитирующих работу машин с активными рабочими органами;
- определить износ ножей почвенных фрез при различных значениях влияющих параметров (состав абразивной среды, частота оборотов, время).

Объекты и методы исследований

Объектом исследования являлись образцы (модели) рабочих органов активных фрез типа ФБ, имеющие приближенную

форму прямого лущильного ножа фрезы (рис. 1).

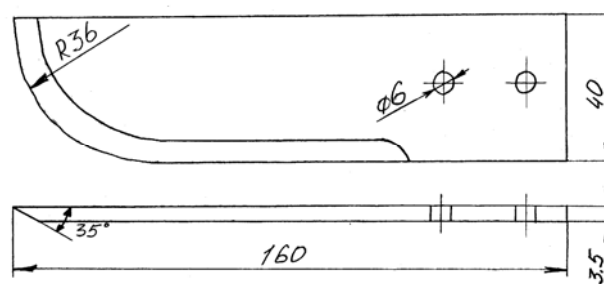


Рис. 1. Образец (модель) ножа фрезы для испытаний

Для проведения ускоренных испытаний партии образцов (по 10 шт., пронумерованных римскими цифрами) были изготовлены из стали СтЗПС (ГОСТ 380-88) следующего состава: углерод – $0,14 \pm 0,22\%$; марганец – $0,4 \pm 0,65$; кремний – $0,05 \pm 0,15$; фосфор – $0,004$; сера – $0,05$; азот – $0,008\%$.

В качестве изнашивающей среды использовали смесь почвы (выщелоченный среднегумусный, среднемощный чернозем, рН $5,3 \div 5,4$, содержание гумуса $4,3 \div 7,9$ мас.%) и песка для строительных работ, фракция $0,63 \div 1,25$ мм, плотность $2,0 \div 2,8$ г/см³, класс I (ГОСТ 8736-2014) с различным содержанием компонентов и постоянной влажностью 20%.

Ускоренные износные испытания проводили по двум схемам: схема 1 – процентное содержание песка в почве (10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 и 100 мас.%) при постоянных оборотах (500 об/мин.) и влажности (20 мас.%) ; схема 2 – изменяющиеся обороты (160, 330, 500, 660 и 820 об/мин.) при постоянном содержании песка в почве (50 мас.%) и влажности (20%). Диапазон оборотов разбивали на пять равных частей, согласно имеющимся ступеням ременной передачи.

В процессе испытаний ножи снимались через 1-6 ч работы фрезы, очищались от почвы и обводились по контуру на планшете с миллиметровой бумагой (для выяснения линейного износа и формы фигуры износа), а также взвешивались на технических весах с точностью $\pm 0,5$ г (для выяснения весового износа). С увеличением числа оборотов интервал времени между замерами уменьшали с 3 до 1 ч. Твердость материала ножей определяли по методу Бригелля (ГОСТ 9012-59) до и после износных испытаний.

Со всеми образцами партии проводили по пять параллельных опытов с различными, повторяющимися значениями, влияющими на износ параметров (частота вращения, содержание в изнашивающей среде песка при постоянной влажности 20 мас.%, наработка, длительность испытаний), а полученные результаты статистически обрабатывали ($n=5, P=0,95$).

Результаты и их обсуждение

Известно, что рабочие органы почвообрабатывающих фрез работают в тяжелых условиях абразивного износа при высоких скоростях резания. После обработки 20-30 га износ режущей кромки изогнутых пластинчатых ножей составляет 3-5 мм, и они становятся неработоспособными из-за образования фаски и изменения угла заточки (рис. 2).

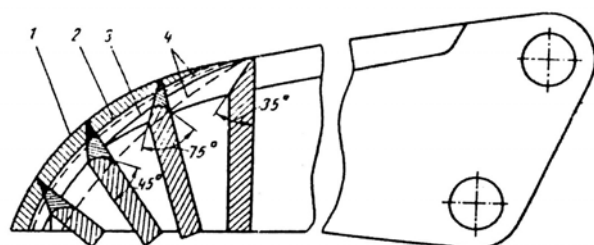


Рис. 2. Форма реальной фигуры износа ножей фрезы ФБ-1,9:

- 1 – лезвие нового ножа;
- 2 – износ после обработки 25 га;
- 3 – износ лезвия после обработки 100 га;
- 4 – фаска со стороны дна борозды

Так, серийные ножи болотной фрезы ФБ-1,9 при работе на площади 100 га изнашивались в среднем на 49,1 г, что составляет 5,3% веса нового ножа. Однако даже при таком, сравнительно небольшом, весе износ ножей наблюдаются резкое повышение энергоемкости фрезерования, уменьшение глубины обработки почвы и ухудшения качества разделки дернины [11].

Для изучения процесса абразивного износа рабочих органов почвообрабатывающих машин и орудий в почве в лабораторных условиях ранее широко использовались почвенные каналы, установки типа «вращающаяся чаша», шнековые машины, роторные установки ТБ-1, ТК-1 и др. [10]. Но в случае испытания активных рабочих органов, в частности ножей почвенных фрез, известные установки не дают достоверных результатов, так как не воспроизводят их работу в реальных условиях (высокая влажность, абразивная изнашивающая среда, высокие скорости резания, высокая скорость износа).

При разработке новой установки (рис. 3) нами были учтены указанные недостатки, уменьшены габариты, значительно снижен ее вес и упрощена кинематическая схема привода, при сохранении стандартной методики испытаний.

Конструктивным достоинством данной установки является то, что ширина ее бункера позволяет использовать ножи фрез (модели) с Г-образным отгибом крыла.

Обоснованию скоростных режимов резания почв фрезерными рабочими органами, выбору изнашивающей среды и подбору материала для изготовления ножей фрез большое внимание уделено в работах ВНИИ Стройдормаша, ВИСХОМа, ГОСНИТИ, ВИМа и др. [12]. Поэтому для проведения ускоренных испытаний были выбраны следующие диапазоны параметров, влияющих на износ: обороты фрезерного барабана – $160 \div 820 \text{ мин.}^{-1}$, содержание песка в изнашивающей среде – $10 \div 100 \text{ мас.}\%$, влажность – постоянная, 20 мас.%, время испытаний – $1 \div 6 \text{ ч}$.

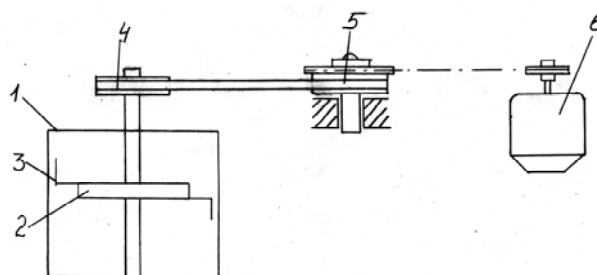


Рис. 3. Принципиальная схема лабораторной установки:

- 1 – бункер с изнашивающей средой;
- 2 – фрезерный барабан; 3 – образец (модель) ножа фрезы; 4 – ведомый вариатор;
- 5 – ведущий вариатор; 6 – электродвигатель

Расчет показывает, что при достижении верхних границ диапазонов значений оборотов фрезерного барабана, времени испытаний и указанной на рисунке 1, длине 160 мм, точки на лезвийной поверхности образцов (моделей) ножей фрезы проходят в лабораторной установке путь в изнашивающей среде, эквивалентный обрабатываемой площади в $25 \div 100 \text{ га}$. Для повышения достоверности ускоренных испытаний реальным условиям изнашивания образцы максимально приближены к рабочим органам фрезы по форме, конфигурации, размеру и специально выполнены из материала с низкой износостойкостью.

Сводные данные по средним значениям параметров износа образцов ножей для каждого опыта ($n=5, P=0,95$) представлены в таблицах 1, 2.

Таблица 1

Характеристики износа образцов ножей в зависимости от состава изнашивающей смеси*

Состав абразивной смеси		Показатели до испытаний			Мгновенный весовой износ ножа (г) после наработки, ч						Показатели после испытаний	
песок, %	земля, %	номер ножа	вес ножа, г	твердость, НВ	1	2	3	4	5	6	весовой износ, г	твердость, НВ
Опыт 1												
10	90	I	165	138	-	0,5	-	0,5	-	1	2	118
		II	170	143	-	0,5	-	0,5	-	1	2	118
Опыт 2												
25	75	III	165	126	-	1,5	-	2,0	-	1,0	4,5	118
		IV	164	141	-	1,5	-	2,0	-	1,0	4,5	111
Опыт 3												
50	50	V	158	141	1,5	1,0	1,5	2,0	1,5	1,0	8,5	116
		VI	157	142	1,5	1,5	1,5	2,0	1,5	1,0	8,5	120
Опыт 4												
75	25	VII	167	140	2,0	1,5	2,5	2,0	2,0	1,5	11,5	114
		VIII	168	140	2,0	2,0	2,5	2,5	2,0	1,5	12,5	118
Опыт 5												
100	0	IX	165	128	3,5	3,5	3,5	3,5	3,0	2,0	19	116
		X	164	126	3,5	3,0	31,5	3,0	2,5	2,0	17	111

Таблица 2

Характеристики износа образцов ножей в зависимости от частоты вращения фрезерного барабана*

Обороты фрезы, мин. ⁻¹	Номер ножа	Уменьшение режущей кромки по длине, мм									Износ кромки, мм
		наработка, ч									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Опыт 1а											
160	I	-	-	3,0	-	-	4,5	-	-	6,0	6,0
	II	-	-	3,1	-	-	4,2	-	-	6,3	6,3
Опыт 2а											
330	III	-	4,0	-	7,3	-	9,0	-	10,2	-	10,2
	IV	-	4,0	-	7,2	-	9,0	-	10,0	-	10,0
Опыт 3а											
500	V	2,5	4,5	6,5	8,1	10,5	-	-	-	-	10,5
	VI	2,5	4,5	6,4	8,0	10,3	-	-	-	-	10,3
Опыт 4а											
660	VII	4,0	6,5	8,5	10,5	-	-	-	-	-	10,5
	VIII	4,0	6,5	8,5	10,5	-	-	-	-	-	10,5
Опыт 5а											
820	IX	4,5	8,1	10,2	12,0	-	-	-	-	-	12,0
	X	4,5	8,1	10,3	12,0	-	-	-	-	-	12,0

Примечание. *Во всех опытах (1-5, 1а-5а) влажность изнашивающей среды поддерживалась постоянной – 20 мас.%.

По результатам опытов были построены графики зависимостей: износа ножей по времени при различном процентном содержании песка в изнашивающей смеси, а также износа ножей по времени при различных частотах вращения фрезерного барабана и твердости ножей от времени (в работе не приведены), которые позволили определить усредненные характеристики

линейного износа образцов (моделей) ножей и установить характерный вид фигур изнашивания (рис. 4).

Кроме того, при проведении опытов было установлено, что у образцов ножей, подвергающихся испытанию, наблюдается закономерное снижение твердости материала после испытания на 20-30 единиц НВ.

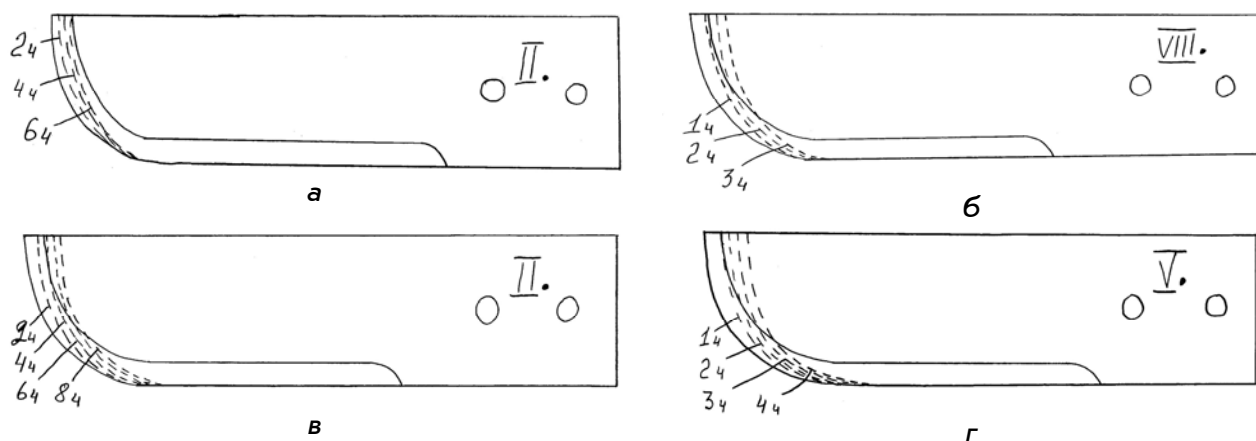


Рис. 4. Характерные формы фигур износа образцов (моделей) ножей при различном содержании в изнашивающей среде песка (а – 20%; б – 80%) и различных оборотах фрезерного барабана (в – 330 мин.⁻¹; г – 820 мин.⁻¹)

Оказалось, что найденным величинам линейного износа закономерно соответствуют определенные величины весового износа. Например, в опыте 1 режущая кромка ножа в среднем уменьшилась по длине на 2,5 мм, а вес – на 2 г; в опыте 2 длина кромки уменьшилась на 4 мм, а вес – на 4,5 г; в опыте 3 уменьшение длины режущей кромки составило, в среднем, 11 мм, при этом вес уменьшился на 8,5 г; аналогичные данные для опыта 4 – 15 мм и 12 г; в опыте 5 – 21 мм и 18 г соответственно.

Сопоставление данных таблиц 1, 2 и рисунка 4 с формой реальной фигуры износа, приведенной на рисунке 2, позволяет установить соответствие полученных результатов ускоренных испытаний ножей (моделей), изготовленных из стали СтЗПС, на разработанной установке в предложенной имитационной абразивной изнашивающей среде, реальному износу ножей фрезы ФБ-1,9, выполненных из высококачественных легированных конструкционных (65Г, 45Х) и(или) углеродистых инструментальных сталей (У8, У12) на болотистых, песчаных и задерненных почвах [11].

Таким образом, разработанная установка и методика ускоренных испытаний ножей почвенных фрез на износ, вместе с исследованной изнашивающей средой, имитирующей различные типы почв, и изготовлением образцов (моделей) ножей из стали с низкой износостойкостью, позволяют не только качественно и количественно исследовать процесс их изнашивания, но и устанавливать влияние различных факторов (частота вращения, содержание в изнашивающей среде песка, влажность, наработка) на него и достоверно связывать полу-

ченные в лаборатории результаты с реальными процессами изнашивания.

Применение высококачественных сталей для изготовления рабочих органов почвенных фрез не избавляет от износа режущих кромок ножей, поэтому увеличения их ресурса следует достигать упрочнением лезвийной поверхности ТВЧ-закалкой, нанесением твердых, износостойких покрытий (твердых сплавов, порошковых смесей, сормаита и пр.) [13], а также приданием режущей кромке эффекта самозатачивания, за счет различной твердости с ее лицевой (62-65 HRC) и затылочной (45-50HRC) сторон, достигаемой, например, одновременной ТВЧ-закалкой с нанесением композиционных боридных покрытий [14].

В таком случае ожидаемые основные конструктивные и технико-экономические показатели будут следующими: увеличение износостойкости – в 1,5-2,0 раза, снижение стоимости деталей – на 25-30%, снижение энергозатрат при обработке почвы – на 10-15% и увеличение урожайности культур – до 10-12%, достигаемых за счет улучшения качества агротехнических мероприятий [12].

Выводы

1. Разработаны установка и методика ускоренных испытаний ножей почвенных фрез на износ, позволяющие с применением имитационной абразивной изнашивающей среды на основе почвы и песка, а также образцов ножей, выполненных из стали СтЗПС, исследовать процесс изнашивания и влияния на него параметров: частоты вращения, содержания песка, влажности и наработка в следующих диапазонах (160÷820 мин.⁻¹, 10÷100 мас.%, влажность – постоянная 20%, 1÷6 ч).

2. Проведенные исследования износа прямых лушительных ножей на подобных образцах (моделях) показали существование зависимостей параметров их линейного и весового износа от содержания абразивного компонента (песка) в изнашивающей среде и частоты вращения фрезерного барабана. Максимальные значения линейного износа режущей кромки и весового износа ножа в 21 мм и 18 г, соответственно, достигаются при содержании песка 100 мас.%, частоте вращения 820 мин.⁻¹ и постоянной влажности 20%, а полученные фигуры износа по форме повторяют реальные.

3. Для уменьшения износа режущих кромок и повышения ресурса ножи почвенных фрез следует упрочнять ТВЧ-закалкой и (или) нанесением твердых, износостойких покрытий (твердых сплавов, сормайта, композиционных боридных покрытий) и придания эффекта самозатачивания.

Библиографический список

1. Лобачевский Я.П., Колчина Л.М. Современное состояние и тенденции развития почвообрабатывающих машин. – М.: Росинформагротех, 2005. – 113 с.

2. Буланкин В.А. Предпосадочная обработка почвы // Картофель и овощи. – 1992. – № 1. – С. 7-8.

3. Акимов А.П., Медведев В.И. Ротационные рабочие органы-двигатели. – М.: Изд-во МГОУ, 2004. – 233 с.

4. Гаджиев П.И., Коваль К.Л. Эффективность обработки почвы фрезой // Техника в сельском хозяйстве. – 2009. – № 5. – С. 41-42.

5. Гринчук И.М., Матяшин Ю.И. К вопросу выбора основных конструктивных параметров и режимов работы почвенных фрез // Тракторы и сельхозмашины. – 1969. – № 1. – С. 25-28.

6. Докин Б.Д. Исследование и обоснование оптимальных параметров и режимов работы пропашных фрез: автореф. дис. канд. техн. наук. – Челябинск: Изд-во ЧИМЭСХ, 1964. – 17 с.

7. Воробьев В.А., Марченко О.С. Рациональная расстановка ножей на фрезерном барабане // Техника в сельском хозяйстве. – 1990. – № 2. – С. 19-20.

8. Дементьев Ю.Н. Некоторые особенности выбора технологий и средств механизации для обработки почвы // Вестник Кемеровского государственного сельскохозяйственного института. – 2011. – № 4. – С. 136-140.

9. Дементьев Д.Ю., Дементьев Ю.Н. Результаты производственных испытаний лап-сошников стерневых сеялок с конусными отражателями // Вестник Кемеровского государственного сельскохозяйственного института. – 2004. – № 1. – С. 146-148.

10. Свирцевский А.Б. Стенды для ускоренных испытаний сельскохозяйственных машин. – М.: Агропромиздат, 1969. – 125 с.

11. Кордашевский С.В. Испытания сельхозтехники. – М.: Агропромиздат, 1979. – 184 с.

12. Ткачев В.Н. Износ и повышение долговечности рабочих органов машин. – М.: Машиностроение, 1971. – 223 с.

13. Ткачев В.Н., Финштейн Б.Ч., Казинцев Н.В. и др. Индукционная наплавка твердых сплавов. – М.: Машиностроение, 1970. – 183 с.

14. Черноиванов В.И., Лялякин В.П., Аулов В.Ф. и др. Особенности изнашивания деталей сельхозмашин, упрочненных композиционными боридными покрытиями Fe_nB-Fe-B // Трение и износ. – 2015. – Т. 36. – № 2. – С. 174-180.

References

1. Lobachevskiy Ya.P., Kolchina L.M. Sovremennoe sostoyanie i tendentsii razvitiya pochvoobrabatyvayushchikh mashin. – M.: Rosinformagrotekh, 2005. – 113 s.

2. Bulankin V.A. Predposadochnaya obrabotka pochvy // Kartofel i ovoshchi. – 1992. – № 1. – S. 7-8.

3. Akimov A.P., Medvedev V.I. Rotatsionnye rabochie organy-dvizhiteli. – M.: Izd-vo MGOU, 2004. – 233 s.

4. Gadzhiev P.I., Koval K.L. Effektivnost obrabotki pochvy frezoy // Tekhnika v selskom khozyaystve. – 2009. – № 5. – S. 41-42.

5. Grinchuk I.M., Matyashin Yu.I. K voprosu vybora osnovnykh konstruktivnykh parametrov i rezhimov raboty pochvennykh frez // Traktory i selkhoz mashiny. – 1969. – № 1. – S. 25-28.

6. Dokin B.D. Issledovanie i obosnovanie optimalnykh parametrov i rezhimov raboty propashnykh frez: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk. – Chelyabinsk: Izd-vo CHIMESKh, 1964. – 17 s.

7. Vorobev V.A., Marchenko O.S. Ratsionalnaya rasstanovka nozhey na frezernom barabane // Tekhnika v selskom khozyaystve. – 1990. – № 2. – S. 19-20.

8. Dementev Yu.N. Nekotorye osobennosti vybora tekhnologiy i sredstv mekhanizatsii dlya obrabotki pochvy // Vestnik Kemerov-

skogo gosudarstvennogo selskokhozyaystvennogo instituta. – 2011. – № 4. – S. 136-140.

9. Dementev D.Yu., Dementev Yu.N. Rezultaty proizvodstvennykh ispytaniy lap-soshnikov sternevykh seyalok s konusnymi otrazhatelnyami // Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo selskokhozyaystvennogo instituta. – 2004. – № 1. – S. 146-148.

10. Svirshchevskiy A.B. Stendy dlya uskorennykh ispytaniy selskokhozyaystvennykh mashin. – M.: Agropromizdat, 1969. – 125 s.

11. Kordashevskiy S.V. Ispytaniya selkhoz-tehniki. – M.: Agropromizdat, 1979. – 184 s.

12. Tkachev V.N. Iznos i povyshenie dol-govechnosti rabochikh organov mashin. – M.: Mashinostroenie, 1971. – 223 s.

13. Tkachev V.N., Finshteyn B.Ch., Kazintsev N.V. i dr. Induktsionnaya naplavka tverdykh splavov. – M.: Mashinostroenie, 1970. – 183 s.

14. Chernoiyanov V.I., Lyalyakin V.P., Au-lov V.F. i dr. Osobennosti iznashivaniya de-taley selkhoz mashin, uprochnennykh kompozitsionnymi boridnymi pokrytymi FenB-Fe-B // Trenie i iznos. – 2015. – T. 36. – № 2. – S. 174-180.



УДК 553.937:628.336.4

Д.М. Быченков, В.Г. Игнатенков, Е.Л. Лаппо, В.В. Морозов
D.M. Bychenkov, V.G. Ignatenkov, Ye.L. Lappo, V.V. Morozov

СПОСОБ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ САПРОПЕЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПУЛЬПОСУСТИТЕЛЕЙ

SAPROPEL DEHYDRATION TECHNIQUE BY PULP THICKENER

Ключевые слова: сапропель, пульпосусти-тель, пульпа, удобрения, влажность, обезвожи-вание, давление, ламинарное течение, плот-ность, диаметр.

В настоящее время пресная вода становится важнейшим ресурсом, поэтому охрана и рацио-нальное использование озер, борьба с их преж-девременным заилением и зарастанием являются главной экологической задачей. В связи этим при восстановлении заиленных водоемов важной про-блемой является утилизация сапропеля. В то же время во многих земледельческих регионах стра-ны складывается отрицательный баланс гумуса как основного показателя плодородия почвы. Большое влияние на повышение плодородия почв оказывают органические удобрения, объемы ис-пользования которых в последние годы суще-ственно уменьшились, поэтому необходимо ис-кать новые нетрадиционные источники органиче-ских удобрений, одним из которых является са-пропель. Экспериментальный и практический ма-териал подтверждает целесообразность исполь-зования сапропеля в виде органического удобре-ния. Однако одной из основных причин ограни-ченного применения сапропеля в народном хозяй-стве является его высокая влажность, получаемая в процессе добычи, достигающая 97%, в то же время наиболее дорогостоящим процессом об-работки сырого сапропеля является его обезво-живание. Одним из возможных путей повышения эффективности добычи сапропеля является сгу-щение смеси, либо на всасывающей, либо на нагнетательной линии пульповода. Увеличение плотности смеси значительно снижает удельные затраты на извлечение сапропеля и уменьшает износ гидротранспортного оборудования. Наибо-

лее перспективным направлением повышения плотности добываемого сапропеля является его обезвоживание на горизонтальной части нагнета-тельной линии пульповода на участке с устано-вившимся течением за счет использования пуль-посустителей. Используя особенность движения пульпы по горизонтальной трубе при установив-шемся (ламинарном) течении, разработаны раз-личные конструкции пульпосустиителей, обеспечи-вающие обезвоживание добытого сапропеля. Для определения расстояния от пункта добычи до ме-ста установки пульпосустиителя, на котором наблюдается установившееся течение сапропеля, проверим выполнение неравенства, чтобы опре-делить, при каком значении длины шланга будет происходить ламинарно-пластическое течение са-пропеля. Далее найдем длину шланга или трубы, при которой реализуется ламинарно-пластичный режим течения. Добыча сапропеля с применени-ем вакуумной машины КО-529 позволит забирать сапропель и очищать труднодоступные водоемы, а применение пульпосустиителя в линии забора сапропеля из залежи – снизить его влажность.

Keywords: sapropel, pulp thickener, pulp, ferti-lizers, moisture content, dehydration, pressure, laminar stream, density, diameter.

Nowadays fresh water becomes a very important resource, and the protection and rational use of lakes as well as control of premature silting and veg-etation growing is an important task for ecologists. Sapropel utilization is an important task in view of silted water body restoration. At the same time, many agricultural regions of the country have a neg-ative humus balance as the key soil fertility index. Organic fertilizers have a great influence on soil ferti-