

YU.I. BLOKHIN, Researcher,
I.P. ANANYEV, Doctor of Science in Engineering, Laboratory Head,
V.S. ZUBETS, Candidate of Science in Agriculture
Agro-Physical Research Institute
14, Grazhdanskiy Av, St. Petersburg, 195220 Russia
e-mail: office@agrophys.ru

INVESTIGATION OF FREQUENCY AND MOISTURE DIELECTRIC CHARACTERISTICS OF FODDER GRASSES BY PRECISION IMPEDANCE ANALYZER

The experimental measuring device based on the capacitance sensor and Agilent 4294A Precision Impedance Analyzer has been developed to investigate dielectric properties of wet grasses. Parameters of the flat ring capacitance sensor have been studied. A choice of compacting pressure on grass samples when determining their dielectric characteristics has been substantiated. The problem of converting parameters of a cable with the connected capacitance sensor measured by the precision impedance analyzer into parameters of tested material has been solved. Grasses were sampled on the optimal dates from May to August in 2013 and 2014 to provide homogenous moisture. The various species of fodder grasses were investigated in the farms of Leningrad Region; these were cock's-foot grass, timothy grass, meadow fescue, festulolium, red clover, oats, vetch, and grass mixtures. The procedure for preparing wet grasses to measurements has been developed. The grass moisture content was determined according to the GOST 27548-97 State Standard "Grass Feeds. Methods for Determining Moisture Content". The sensor's geometric constant has been determined over the frequency range of electromagnetic field. The penetration depth of the electromagnetic field of the sensor into the tested material setting the minimal thickness of a tested layer under the sensor has been studied. Dependences of dielectric permittivity and electrical conductivity of grasses in the chosen frequency range were investigated at the various values of moisture content and compacting pressures. The working frequencies range (10–15 MHz) and the compacting pressures (0.31–0.50 N/cm²) were determined for tested grasses with the use of the experimental measuring device in 2013–2014.

Keywords: precision impedance analyzer, dielectric permittivity, volumetric water content, electrical conductivity, compacting pressure.

УДК 631. 316. 02

Н.С. ЯКОВЛЕВ, доктор технических наук, заведующий лабораторией,
П.В. КОЛИНКО*, кандидат физико-математических наук, генеральный директор

*Сибирский научно-исследовательский институт механизации
и электрификации сельского хозяйства,
ОАО «Сибирский Агропромышленный Дом»

630501, Новосибирская область, пос. Краснообск

e-mail: yakovlev-46@inbox.ru

ТЯГОВОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ И ПОСЕВНЫХ МАШИН

Проведен анализ тягового сопротивления почвообрабатывающей посевной машины «Обь-4-ЗТ» и агрегатов комбинированных почвообрабатывающих «Лидер-2,5Н», «Лидер-4», «Лидер-6Н», «Лидер-8,5», «Лидер-10,8». Энергетическую оценку машин проводили на Сибирской государственной зональной машиноиспытательной станции (2003, 2004 гг.) и Алтайской государственной зональной машиноиспытательной станции (2010, 2011 гг.). Определены математические зависимости тягового сопротивления комбинации агрегата К-701 и двух ППМ «Обь-4-ЗТ» от глубины хода рабочих органов и влажности почвы, тягового сопротивления одной ППМ «Обь-4-ЗТ» в зависимости от рабочей скорости при посеве пшеницы и обработке пара. Установлено, что на тяговое сопротивление посевных машин с рабочими органами в виде стрелчатых лап, работающими на малых

глубинах, в большей степени оказывает влияние сопротивление агрегата перекачиванию по полю и силы рабочего сопротивления кольцевых катков. Удельное тяговое сопротивление у навесных агрегатов «Лидер-2,5Н» и «Лидер-6Н» несколько выше, чем у прицепных. На удельное сопротивление на рабочей скорости менее 3 м/с в большей степени влияет изменение глубины хода рабочих органов.

Ключевые слова: почва, почвообрабатывающая посевная машина, агрегат комбинированный почвообрабатывающий, тяговое сопротивление, агрегат, скорость.

Обработка почвы и посев сельскохозяйственных культур – наиболее энергоемкие процессы сельскохозяйственного производства. Повышение производительности машинно-тракторных агрегатов (МТА) достигается повышением рабочих скоростей, ширины захвата и рациональным использованием входящих в состав агрегата сельскохозяйственных машин. Правильно подобранные в агрегат машины позволяют снизить эксплуатационные затраты, затраты труда, уменьшить металлоемкость процесса и сократить сроки выполнения сельскохозяйственных работ [1–8]. Для составления агрегатов необходимо иметь исходную информацию о величине тягового сопротивления машин и агрегата в целом.

Цель работы – определить закономерности изменения тягового сопротивления машин на примере ППМ «Обь-4-ЗТ» и АКП «Лидер» в зависимости от рабочей скорости, глубины обработки и влажности почвы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Тяговое сопротивление почвообрабатывающих и посевных машин принято определять по формуле В.П. Горячкина

$$R_x = f_{\Pi}G + k_{\Pi}abn + \epsilon abnV^2. \quad (1)$$

Первое слагаемое – $f_{\Pi}G$ – сопротивление перекачиванию опорных колес машины и трение рабочих органов о почву, пропорциональное массе G машины. Значение коэффициента пропорциональности f_{Π} зависит от типа почв, их агрофона, конструкции машины и находится в пределах 0,4–1,0. Второе слагаемое – $k_{\Pi}abn$ – вызвано сопротивлением подрезанию пласта почвы, разрушению и укладыванию почвы в борозду. Коэффициент k_{Π} оценивает удельное сопротивление почвы и определяется из соотношения

$$k_{\Pi} = R_x / abn, \quad (2)$$

где R_x – горизонтальная составляющая силы сопротивления почвы при резании ее лапой машины; a – глубина обработки; b – ширина захвата лапы; n – число лап на машине. Силу R_x находят при динамометрировании без учета первого и третьего слагаемых формулы (1). Величина k_{Π} зависит от типа почв и степени их освоенности. Так, для глинистых и дерново-подзолистых почв значение k_{Π} в 2,3–2,6 раза больше, чем для легкосуглинистых и супесчаных. При обработке поля после уборки зерновых значение k_{Π} на 10–20 % меньше в сравнении с обработкой поля, заросшего травой [9]. Третье слагаемое – $\epsilon abnV^2$ – скоростное сопротивление, зависящее от кинематической энергии, сообщаемой почвенным пластом. Коэффициент ϵ скоростного сопротивления зависит от типа почв, геометрических форм рабочих поверхностей лап. При скоростях обработки до 5 км/ч коэффици-

ент ϵ изменяет общую силу R_x всего на 2–3 %. С увеличением скорости движения до 12 км/ч сопротивление машин существенно возрастает. Формула (1) выражает физическую сущность взаимодействия почвообрабатывающих и посевных машин с почвой, но определение силы R_x и ее составляющих требует многочисленных трудоемких экспериментов, поэтому в практических расчетах широко применяют упрощенное выражение для тягового сопротивления машин

$$R_x = kabn, \quad (3)$$

где k – удельное сопротивление машины. Коэффициент k отражает все три составляющие тягового сопротивления машины, входящие в выражение (1). На величину k влияют технологические свойства почвы, глубина обработки почвы, конструктивные параметры рабочих органов машины и скорость ее движения.

Для того чтобы определить удельное сопротивление машины, необходимо вначале провести ее энергетическую оценку, т.е. определить тяговое сопротивление машины при определенных параметрах почвы, глубины хода рабочих органов и скорости движения.

Энергетическую оценку проводили с машинами ППМ «Обь-4-ЗТ» и АКП «Лидер» на Сибирской государственной зональной машиноиспытательной станции (2003, 2004 гг.) и Алтайской государственной зональной машиноиспытательной станции (2010, 2011 гг.) в соответствии с ГОСТ Р 52777–2007, ГОСТ 31345–2007, ГОСТ 7057–2001, ГОСТ 30745–2001. Для определения тягового усилия использовали малогабаритную измерительную аппаратуру ЭМА-ПМ № 43 ТУ 70.0002.013–83. Определение тягового сопротивления машин осуществлялось специалистами и приборным оборудованием Сибирской и Алтайской МИС. Испытания проводили на полях с ровным рельефом, почва – чернозем обыкновенный среднесуглинистый, структура почвы мелкокомковатая.

По результатам оценки проведен анализ и определены математические уравнения тягового сопротивления агрегата К-701 + 2 ППМ «Обь-4-ЗТ» в зависимости от глубины хода рабочих органов h и влажности почвы W , а также тягового сопротивления одной ППМ «Обь-4-ЗТ» в зависимости от рабочей скорости V при посеве пшеницы и обработке пара (рис. 1).

Тяговое сопротивление агрегата К-701 + 2ППМ «Обь-4-ЗТ» в зависимости от глубины хода рабочих органов можно описать математическим уравнением

$$P_T = 21,7 + 80 h, \quad (4)$$

где h – глубина хода рабочих органов, м.

Уравнение справедливо при рабочей скорости агрегата $V = 2,58$ м/с и влажности почвы в верхнем слое (0–50 мм) 19,8 %, в нижних слоях (50–100 и 100–160 мм) 22,3 %.

Изменение тягового сопротивления агрегата К-701 + 2ППМ «Обь-4-ЗТ» в зависимости от влажности почвы описывается уравнением

$$P_T = 46,8 - 0,98 W, \quad (5)$$

где W – влажность почвы, %.

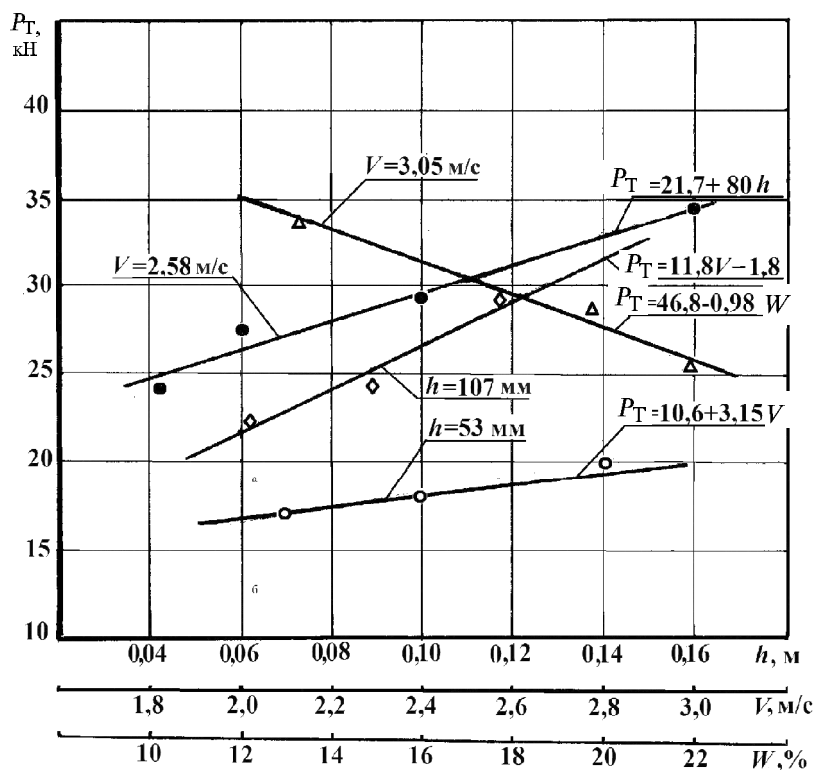


Рис. 1. Изменение тягового сопротивления «Обь-4-ЗТ» в зависимости от глубины хода рабочих органов h , влажности почвы W и рабочей скорости V

Уравнение получено при рабочей скорости агрегата $V = 3,05$ м/с и глубине хода рабочих органов 42–60 мм.

Тяговое сопротивление посевной машины ППМ «Обь-4-ЗТ» в зависимости от рабочей скорости передвижения:

– на обработке пара на глубину $h = 107$ мм при влажности почвы 12,8 % и твердости 3,26 МПа описывается уравнением

$$P_T = 11,8V - 1,8, \quad (6)$$

где V – рабочая скорость машины, м/с;

– на посеве пшеницы на глубину $h = 53$ мм при влажности почвы 13,3 % и твердости 2,05 МПа уравнением

$$P_T = 10,6 + 3,15V. \quad (7)$$

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При увеличении рабочей скорости ППМ «Обь-4-ЗТ» от 2 до 3 м/с тяговое сопротивление увеличивается при $h = 56$ мм на 17 %, при $h = 107$ мм на 30 %. Тяговое сопротивление агрегата при работе на скорости $V = 3,5$ м/с

с уменьшением влажности почвы от 21,95 до 13,3 % увеличивается от 25,3 до 33,9 кН. Изменения тягового сопротивления ППМ «Обь-4-ЗТ» также зависят от фона поля, на котором проводят работу. Испытания проводились специалистами Сибирской МИС на полях Новосибирской области АОЗТ «Русь» при посеве озимой ржи по пару и стерне. Почва – чернозем выщелоченный среднесуглинистый, рельеф ровный, микрорельеф выровненный. Влажность почвы по пару в слое от 0 до 5 см – 15,2 %, от 5 до 10 см – 20,7, по стерне от 0 до 5 см – 17,0, от 5 до 10 см – 19,5 %.

Тяговое сопротивление ППМ «Обь-4-ЗТ» при равных скоростях движения агрегата и глубине обработки по пару на 28,7–36,0 % выше, чем по стерне (рис. 2). Это происходит из-за большого сопротивления машины перекапыванию по рыхлому полю и обволакивания сошников сорными растениями (формула (1), первое слагаемое). Твердость почвы на паровом поле при испытании в слое от 0 до 5 см равна 0,016 МПа, от 5 до 10 см – 0,019 МПа, по стерне в слое от 0 до 5 см – 0,3 МПа, от 5 до 10 см – 0,5 МПа [10, 11]. Изменение тягового сопротивления агрегата К-701 + 2ППМ «Обь-4-ЗТ» в зависимости от глубины хода рабочих органов представлено в табл. 1.

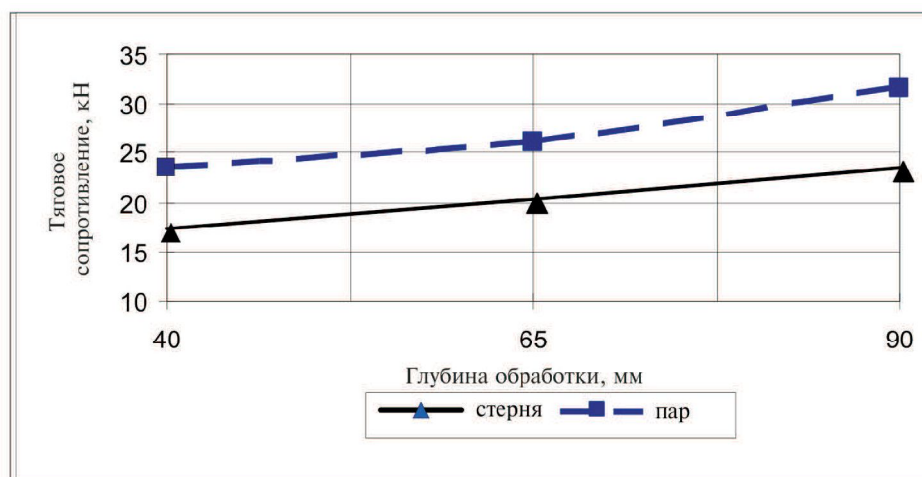


Рис. 2. Изменение тягового сопротивления ППМ «Обь-4-ЗТ» в зависимости от глубины обработки h и фона поля при скорости $V = 2,05$ м/с

Таблица 1
Изменение тягового сопротивления агрегата К-701 + 2 «Обь-4-ЗТ» в зависимости от глубины хода рабочих органов (Сибирская МИС, 2003 г.)

Показатель	Значение показателя			
Глубина хода рабочих органов, мм	42	60	100	160
Тяговое сопротивление агрегата, кН	24,4	27,7	29,3	34,7
Удельное сопротивление, кН/м ²	145,23	115,41	73,25	54,22
Рабочая скорость, м/с	2,61	2,64	2,58	2,53
Влажность почвы, %	19,8	22,3	22,3	22,3
Твердость почвы, МПа	0,95	1,25	3,30	4,50

Удельное сопротивление агрегата, определенное по формуле (2), с увеличением глубины обработки от 4,2 до 16,0 см уменьшается в 2,7 раза. В соответствии с формулой (1) это объясняется тем, что большое влияние на тяговое сопротивление оказывает сопротивление перекачиванию колес посевного агрегата по полю при достаточно большой массе посевных машин, в особенности с полным бункером семян.

С увеличением рабочей скорости посевного агрегата в соответствии с третьим слагаемым формулы (1) скорость менее 3 м/с не оказывает большого влияния на величину тягового сопротивления, так как почва в основном сдвигается лапой и стойкой рабочего органа, а не отбрасывается, как у отвального плуга (табл. 2) [12]. Основное влияние на величину удельного сопротивления оказывает изменение глубины хода рабочих органов.

Аналогичная картина наблюдается также с изменением тягового сопротивления агрегата в зависимости от влажности почвы (табл. 3). На основании данных таблиц можно сделать заключение о том, что на тяговое сопротивление посевных машин с рабочими органами, работающими на малых глубинах, в большей степени оказывает влияние сопротивление агрегата перекачиванию по полю и преодолению сил рабочего сопротивления кольцевых катков, которыми укомплектованы агрегаты ППМ «Обь-4-ЗТ» и АКП «Лидер». В отличие от рабочих органов кольцевые катки работают на постоянной глубине, которая определена конструкцией их навески.

Эксплуатационно-технологическая оценка агрегатов «Лидер-2,5Н», «Лидер-4», «Лидер-6Н», «Лидер-8,5», «Лидер-10,8» проведена также на Алтайской государственной зональной МИС. Испытание машин проводили на двух видах работ: на обработке пара и предпосевной подготовке поля по стерневому фону в агрегате с тракторами МТЗ-82, ДТ-75М, Т-150К и К-701 (табл. 4). Режим работы агрегатов выбирался в соответст-

Таблица 2

Изменение тягового сопротивления агрегата Т-150К + «Обь-4-ЗТ» в зависимости от рабочей скорости и глубины хода рабочих органов (Алтайская МИС, 2011 г.)

Показатель	Посев пшеницы					
	Посев пшеницы			Культивация пара		
Глубина хода рабочих органов, мм	63	59	51	111	106	105
Тяговое сопротивление агрегата, кН	17,03	17,9	20,0	22,3	24,5	29,4
Рабочая скорость, м/с	2,1	2,4	2,81	2,02	2,29	2,57
Удельное сопротивление, кН/м ²	67,6	75,8	98,0	50,2	57,8	70,0
Влажность почвы, %	13,3			12,8		
Твердость почвы, МПа	2,05			3,26		

Таблица 3

Изменение тягового сопротивления агрегата К-701 + 2 ППМ «Обь-4-ЗТ» в зависимости от влажности почвы (Сибирская МИС, 2003 г.)

Показатель	Значение показателя		
Глубина хода рабочих органов, мм	57	60	42
Тяговое сопротивление агрегата, кН	33,9	28,4	25,3
Удельное сопротивление, кН/м ²	147,4	118,3	150,6
Рабочая скорость, м/с	3,05		
Влажность почвы, %	13,3	19,8	21,95
Твердость почвы, МПа	0,98	1,25	0,95

Таблица 4

Энергетические показатели агрегатов АКП «Лидер» по данным Алтайской МИС

Показатель	Значение показателя					
	Обработка пара			Обработка стерни		
МТЗ-82 + АКПН-2,5 «Лидер-2,5Н»						
Скорость движения, м/с	2,16	2,50	–	2,01	2,54	1,83
Ширина захвата, м		2,5			2,5	
Глубина хода рабочих органов, см	9,0	9,2	–	9,1	9,0	16,0
Тяговое сопротивление, кН	9,26	10,08	–	7,66	10,0	17,9
Удельное сопротивление, кН/м²	41,15	43,82	–	33,67	44,44	44,75
Влажность почвы в слое 5–10 см, %	–	–	–	–	–	–
Плотность почвы в слое 5–10 см, г/м³	1,16	1,17	–	–	–	–
ДТ-75М + КТ-4К АКП«Лидер-4»						
Скорость движения, м/с	2,04	2,26	2,50	2,08	2,30	2,48
Ширина захвата, м		4,0			4,0	
Глубина хода рабочих органов, см	9,1	8,1	8,4	7,4	7,7	7,5
Тяговое сопротивление, кН	10,4	11,2	11,7	11,1	11,8	12,2
Удельное сопротивление, кН/м²	28,57	34,36	34,82	37,50	38,31	40,67
Влажность почвы в слое 5–10 см, %	9,9	9,9	9,9	12,3	12,3	12,3
Плотность почвы в слое 5–10 см, г/м³	1,24	1,24	1,24	1,14	1,14	1,14
Т-150К + АКПН-6 «Лидер-6Н»						
Скорость движения, м/с	2,4	2,76	3,33	2,28	2,74	3,22
Ширина захвата, м		6,0			6,0	
Глубина хода рабочих органов, см	8,5	8,1	9,1	9,0	9,4	9,5
Тяговое сопротивление, кН	24,50	26,18	26,73	18,58	23,09	28,05
Удельное сопротивление, кН/м²	48,04	53,87	48,96	34,41	40,94	50,27
Влажность почвы в слое 5–10 см, %	10,5	10,5	10,5	10,4	10,1	–
Плотность почвы в слое 5–10 см, г/м³	1,04	1,02	1,06	–	–	–
К-701 + АКП-8,5 «Лидер-8,5»						
Скорость движения, м/с	2,48	2,99	3,54	2,0	2,68	3,05
Ширина захвата, м		8,73			8,73	
Глубина хода рабочих органов, см	9,0	9,0	9,1	9,6	9,5	9,4
Тяговое сопротивление, кН	23,52	25,71	28,86	33,18	37,55	44,27
Удельное сопротивление, кН/м²	30,75	33,61	37,31	40,66	46,50	55,41
Влажность почвы, % в слое 5–10 см	–	–	–	–	–	–
Плотность почвы, г/м³ в слое 5–10 см	0,96	0,95	0,96	1,15	1,12	1,11
К-701 + АКП-8,5 «Лидер-10,8»						
Скорость движения, м/с	2,36	2,77	2,88	1,92	2,03	–
Ширина захвата, м		10,85			10,85	
Глубина хода рабочих органов, см	10,0	9,5	9,3	12,6	12,4	–
Тяговое сопротивление, кН	38,89	41,18	42,99	64,68	65,61	–
Удельное сопротивление, кН/м²	36,01	40,14	42,80	47,53	48,99	–
Влажность почвы в слое 5–10 см, %	14,2	14,0	14,0	13,3	13,4	13,2
Твердость почвы, МПа в слое 5–10 см	0,5	0,5	0,7	1,0	1,0	0,9

вии с требованиями к качеству выполнения технологического процесса. При этом обработку чистого пара проводили на среднюю глубину от 8 до 10 см; стандартное отклонение составляло не более $\pm 8,8$ мм; коэффициент вариации не более 8,02 %; гребнистость поля не выше 22 мм. Сплошную обработку стерни проводили на среднюю глубину от 7,4 до 12,6 см, наибольшее стандартное отклонение $\pm 8,8$ мм; коэффициент вариации 7,03 %, гребнистость поля 32 мм.

Анализируя данные табл. 4, необходимо отметить, что удельное сопротивление у навесных агрегатов «Лидер-2,5Н» и «Лидер-6Н» несколько выше, чем у прицепных. Причем удельное сопротивление навесных агрегатов так же, как и у посевных машин, при работе на паровом поле несколько выше, чем при работе на стерне. У прицепных агрегатов наблюдается тенденция повышения удельного сопротивления при работе по стерне. Это можно объяснить влиянием двух факторов: глубина обработки стерни у прицепных агрегатов несколько больше, чем обработка пара, следовательно, рабочая скорость передвижения агрегата по полю ниже; почва на полях неоднородная и имеет по участкам различную влажность. Повышенная твердость почвы парового поля и низкая влажность стернового поля могут повышать тяговое сопротивление агрегата при работе по стерне. Необходимо также отметить, что удельное сопротивление посевных машин ввиду их универсального применения изменяется в 3 раза – от 50,2 до 150,6 кН/м². Этому способствует малая глубина хода рабочих органов при посеве семян (4,2–6,3 см) и глубокая – при культивации парового поля (10,5–11,1 см). У почвообрабатывающих агрегатов удельное сопротивление изменяется лишь в 1,9 раза – от 28,57 до 55,41 кН/м² при изменении глубины обработки от 7,4 до 12,6 см.

ВЫВОДЫ

1. Определены математические уравнения тягового сопротивления агрегата К-701 + 2 ППМ «Обь-4-ЗТ» в зависимости от глубины хода рабочих органов h и влажности почвы W , а также одной ППМ «Обь-4-ЗТ» тягового сопротивления в зависимости от рабочей скорости V при посеве пшеницы и обработке пара.

2. На тяговое сопротивление посевных машин с рабочими органами, работающими на малых глубинах, в большей степени оказывает влияние сопротивление агрегата перекачиванию по полю и силы рабочего сопротивления кольцевых катков.

3. Удельное тяговое сопротивление у навесных агрегатов «Лидер-2,5Н» и «Лидер-6Н» несколько выше, чем у прицепных.

4. На удельное сопротивление на рабочей скорости менее 3 м/с в большей степени влияет изменение глубины хода рабочих органов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Докин Б.Д. Эффективное использование сельскохозяйственной техники при производстве зерна в Сибири // Техника и оборудование для села. – 2009. – № 8. – С. 7–10.
2. Яковлев Н.С., Докин Б.Д. Размерный ряд культиваторов для обработки почвы под зерновые культуры // Вестн. Алтайского ГАУ. – 2012. – № 6. – С. 99–102.
3. Назаров Н.Н. Совершенствование широкополосного способа посева зерновых культур // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2004. – № 2. – С. 136–138.

4. Милаев П.П. Системный биоэнергетический анализ процессов производства продукции земледелия: метод. рекомен. – Новосибирск, 2005. – 80 с.
5. Чепурин Г.Е. Основные термины и определения, используемые в исследованиях по механизации производства сельскохозяйственной продукции. – Новосибирск, 2014, – 170 с.
6. Яковлев Н.С. Динамическое исследование посевных машин // Вестн. Бурятской ГСХА им. В.Р. Филиппова. – 2011. – № 2. – С. 53–57.
7. Криков А.М., Немцев А.Е., Коротких В.В. Разработка показателей оценки региональной системы обеспечения работоспособности мобильной сельскохозяйственной техники АПК // Тр. ГОСНИТИ. – М., 2011. – Т. 109, ч. 1. – С. 90–93.
8. Нестяк В.С., Мамбеталин К.Т. Механико-технологические аспекты энергетики обработки почвы // Вестн. Алтайского ГАУ. – 2011. – № 11 (85). – С. 106–110.
9. Ли В.В., Татаринов Н.Т., Тумурхонов В.В. Силы, действующие на посевной агрегат в продольно-вертикальной плоскости // Вестн. Бурятской ГСХА им. В.Р. Филиппова. – 2012. – № 1. – С. 80–84.
10. Нестяк В.С., Кобяков И.Д., Союнов А.С. Тяговое сопротивление дискового лушпильника // Тракторы и сельхозмашины. – 2012. – № 12. – С. 32–33.
11. Нестяк В.С., Мамбеталин К.Т. К основам снижения энергоемкости обработки почвы // Вестн. Казанского ГАУ. – 2011. – № 3 (21). – С. 95–99.
12. Яковлев Н.С. Исследование влияния параметров культиваторных лап и скорости движения машины на процесс разброса почвы // С.-х. машины и технологии. – 2011. – № 3. – 30 с.

Поступила в редакцию 25.01.2016

**N.S. YAKOVLEV, Doctor of Science in Engineering, Laboratory Head,
P.V. KOLINKO*, Candidate of Science in Physics & Mathematics, Director General**

*Siberian Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture,
* JSC "Siberian Agroindustrial House"*

Krasnoobsk, Novosibirsk District, Novosibirsk Region, 630501 Russia

e-mail: yakovlev-46@inbox.ru

DRAFT FORCE OF TILLAGE AND SEEDING MACHINES

Draft forces of tillage-and-seeding machine Ob-4-ZT and tilthmakers Leader-2.5N, Leader-4, Leader-6N, Leader-8.5, and Leader 10.8 were analyzed. The energy assessment was carried out at the Siberian State Zonal Machine Test Station in 2003 and 2004 and at the Altai State Zonal Machine Test Station in 2010 and 2011. There were determined the mathematical dependencies of draft force in tillage unit K-701 combined with two tillage-and-seeding machines Ob-4-ZT on a tillage tool's move depth and soil moisture, and in tillage-and-seeding machine Ob-4-ZT on operating speeds when sown wheat and cultivated fallow. It has been established that the draft force of seeding machines with tillage tools in the form of A-hoe blades working at small depths is to a larger extent influenced by resistance of a machine to rolling movements along a field and operating resistance force of ring rollers. The specific draft force of suspensions in tilthmakers Leader-2.5N and Leader-6N is somewhat higher than that of trails. The specific force at the operating speed of lower than 3 m/c is to a larger extent influenced by the changes in tillage tool's move depths.

Keywords: soil, tillage-and-seeding machine, tilthmaker, draft force, unit, speed.