

**E.A. PSHENOV, Candidate of Science in Engineering, Associate Professor,
YU.A. GUSKOV, Doctor of Science in Engineering, Associate Professor,
YU.N. BLYNSKIY, Doctor of Science in Engineering, Professor,
I.I. NAGEL, Master's Degree Student**

Novosibirsk State Agrarian University

160, Dobrolyubova St, Novosibirsk, Novosibirsk Region, 630039, Russia

e-mail: evgen_mex@mail.ru

IMPROVING A SYSTEM OF FEEDING PLASTIC MATERIAL TO FORMING APPARATUS

In producing semi-finished products in the form of filling for dough pieces, quality of finished produce depends on not only formula and raw material but also a technology for their forming. The technology maximally close to home conditions is considered to be most promising. The development and operation of a supercharger for filling dumplings with minced meat in a dumpling apparatus requires an improvement to re-adjust it for a wide range of products. The main problem of these superchargers is the buildups of fat on the walls of the minced meat pipeline resulting in a reduction in the flow section, followed by irregular feeding of minced meat to the forming area as well as heating and grinding of the product. There is suggested and substantiated the device to eliminate this problem due to heating the wall of the minced meat pipeline and maintaining its temperature as well as using a pin tooth, which has a lesser flow resistance as compared with analog apparatuses. Results of experimental and production tests are given. There were determined theoretical dependences of rheological properties of minced meat on its temperature in the range of 2 to 40°C, with increasing of which shear stresses, adhesion, toughness decrease. The optimum temperature of wall heating was found to be 26°C, at which the temperature of minced meat at the output does not exceed the maximum allowable value of 12 °C. The introduction of the minced meat supply system allows reducing the buildups of fat resulting in the production of uniform products. The deviation of weight from the preset value in finished products made up ± 1 g.

Keywords: semi-finished products, meat dumpling apparatus, minced meat supply system, fat buildup, minced meat pipeline.

УДК 631.674.5

**Н.С. ЯКОВЛЕВ, доктор технических наук, главный научный сотрудник,
Ю.Н. БЛЫНСКИЙ*, доктор технических наук, профессор,
Н.Н. НАЗАРОВ, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник,
В.И. ЧЕРНЫХ, инженер-исследователь**

*Сибирский научно-исследовательский институт механизации
и электрификации сельского хозяйства СФНЦА РАН*

630501, Россия, Новосибирская область, пос. Краснообск

e-mail: yakovlev-46@inbox.ru

**Новосибирский государственный аграрный университет*

630039, Россия, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160

e-mail: hilimell@onlain.nsk.su

КАЧЕСТВО ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАЗМЕРА КУЛЬТИВАТОРНЫХ ЛАП, СКОРОСТИ АГРЕГАТА И ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ

Представлены результаты исследований качества обработки почвы культиваторными лапами разных размеров – от 130 до 410 мм. Эксперименты проводили в Новосибирской области.

Установлено, что размер лапы не влияет на качество крошения обработанной почвы. При обработке почвы влажностью от 15 до 20 % лапами с размерами 260, 370 и 410 мм с увеличением скорости агрегата от 1,78 до 2,94 м/с количество комочков почвы более 50 мм снижается, а менее 10 мм увеличивается. При снижении влажности верхнего слоя почвы до 5–10 % с образованием почвенной корки количество комочков почвы больше 50 мм увеличивается. С понижением влажности почвы наблюдается общая тенденция повышения количества комочков более 50 мм и снижение их менее 10 мм. С образованием почвенной корки при увеличении скорости агрегата количество комочков почвы более 50 мм резко возрастает. Существенное влияние на размер частиц почвы оказывают катки. Проведены сравнительные испытания между культиваторами "Лидер-4" с лапой размером 410 мм, оснащенного кольцевыми катками диаметром 500 мм и культиватором КСО-3 с лапой размером 130 мм, оснащенного двояными прутковыми катками диаметром 300 мм. Определено, что кольцевые катки лучше разрушают комки в почве, чем прутковые. Количество частиц почвы крупнее 50 мм при работе культиватора КСО-3 больше на 30 %, чем культиватора "Лидер-4".

Ключевые слова: почва, культиватор, кольцевой каток, фракционный состав, глыбистость почвы.

Большое влияние на качество посева зерновых культур оказывает подготовка поверхности поля под посев. Подготовленная почва должна соответствовать следующим агротехническим требованиям: быть мелкокомковатой и хорошо разрыхленной до глубины посева семян, иметь уплотненное для них ложе. Основные показатели качества предпосевной обработки – глубина обработки и ее равномерность, глыбистость и крошение почвы, степень подрезания сорняков. Комбинированные агрегаты, применяемые в настоящее время для обработки почвы и посева зерновых культур, имеют несколько рабочих органов, которые последовательно выполняют операции рыхления, выравнивания, прикатывания и дробления глыб почвы [1–6]. Глыбистость – один из основных факторов, определяющих качество подготовки почвы. Основным рабочим органом агрегатов преимущественно является культиваторная лапа. От качества ее работы зависят дальнейшие операции по обработке почвы.

Цель исследования – определение глыбистости почвы, обработанной культиваторной лапой, в зависимости от ее размера, скорости обработки, влажности и плотности почвы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

При подготовке почвы оценивают качество подготовленной к посеву почвы, а не отдельных приемов ее обработки [7–11]. По агротехническим требованиям доля комков диаметром 3 см и более не должна превышать для увлажненных районов 15–20 %, для засушливых – 10 %. Наличие глыб площадью более 10 см² в посевном слое выше указанных пределов не допускается, так как это вызывает увеличенное испарение влаги, неравномерную глубину посева семян, что приводит к неравномерному созреванию культур и большим потерям при уборке [12]. Важным моментом при обработке почвы и посеве зерновых культур в весенний период является то, что состояние почвы постоянно изменяется, поэтому эксперименты необходимо проводить с учетом изменяющейся влажности и плотности почвы. Предварительные эксперименты с культиваторными лапами размером 260, 370 и 410 мм проведены в почвенном канале, а затем в полевых условиях. Лапы одновременно устанавливали на почвообрабатывающем посевном агрегате: по одной лапе каждого размера с интервалом, при котором исключалось перемешивание почвы (рис. 1). Кольцевые кат-



Рис. 1. Почвообрабатывающий посевной агрегат на базе культиватора "Лидер-4"

ки с агрегата были сняты, чтобы сохранить профиль следа и структуру почвы, оставленной лапой. О качестве крошения пласта судили по результатам глыбистости, т.е. учитывали процентное соотношение комков диаметром более 50 мм к общей массе выбранной почвы. Глыбистость определяли наложением рамки размером 500×500 мм на след лапы. Для установления глыбистости всю массу почвы с площади, равной $0,25 \text{ м}^2$, извлекали на глубину обработки и взвешивали. Почву отбирали по два образца с каждого следа лапы. На следующий день отбор проб повторяли. После взвешивания почву просеивали через сито с отверстиями 50, 30, 20 и 10 мм. Оставшиеся на ситах комочки взвешивали и определяли, какой процент они составляют в общем количестве извлеченной почвы. Затем оставшиеся на сите комья более 50 мм сортировали на фракции по массе > 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350 и 400 г. Результаты измерений записывали в полевой журнал.

Влажность и плотность почвы определяли по стандартной методике в слое 0–100 мм. С появлением корки влажность определяли в слое 0–50 и 50–100 мм. Почву для определения влажности и плотности на участке отбирали в трех местах по два буюкса с каждого слоя. Эксперименты проводили в период проведения основных посевных работ. В это время не выпадало дождей, погода была устойчивая с положительными температурами. Поле было обработано с осени кольцевой бороной на глубину 50 мм, очищено от сорняков и весной не обрабатывалось на протяжении всего эксперимента. Почва – выщелоченный чернозем, по механическому составу среднесуглинистая, глубина хода лап во время эксперимента 65–85 мм.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате исследования универсальных культиваторных лап размером 260, 370 и 410 мм, которые применяются на почвообрабатывающих посевных агрегатах "Селфорд", "Кузбасс" и ППМ "Обь-4-ЗТ", установлен фракционный состав взрыхленной почвы в зависимости от рабочей скоро-

сти агрегата, влажности и плотности почвы, а также определено весовое соотношение комочков почвы размером более 50 мм.

Результаты эксперимента показывают, что при обработке почвы влажностью от 20 до 15 % лапой 260 мм с увеличением скорости агрегата от 1,78 до 2,94 м/с количество комочков почвы более 50 мм снижается, менее 10 мм – увеличивается. При снижении влажности верхнего слоя почвы до 5–10 % образуется почвенная корка, и количество комочков более 50 мм с увеличением скорости обработки повышается (табл. 1).

Необходимо отметить, что последние измерения влажности почвы проведены в горизонтах 0–50 и 50–100 мм, так как на поверхности образовалась корка и появились трещины, во всех остальных случаях влажность почвы определяли как среднее значение по горизонту 0–100 мм.

При обработке лапой размером 370 мм при влажности почвы 15–20 % с увеличением скорости агрегата от 1,78 до 2,94 м/с количество комочков более 50 мм может увеличиваться, вместе с тем увеличивается количество частиц почвы с комочками менее 10 мм. С понижением влажности от 15–12 % при увеличении скорости происходит уменьшение количества комочков более 50 мм, менее 10 мм – увеличивается. При дальнейшем понижении влажности до 6–7 % количество комочков более 50 мм из-за образования почвенной корки резко увеличивается, менее 10 мм – снижается (табл. 2).

Таблица 1
Результаты крошения почвы почвообрабатывающим посевным агрегатом с лапой шириной 260 мм

Дата	Скорость, м/с	Размер комочков почвы, мм					Влажность, %	Плотность, г/см³
		>50	>30	>20	>10	<10		
		Количество комочков, %						
10.05	2,94	6,60	11,60	9,80	15,50	56,50	20,0	1,20
16.05	1,78	8,36	16,50	11,87	14,70	48,57	16,8	1,34
16.05	2,94	6,08	12,04	10,15	15,77	55,96	16,8	1,34
19.05	1,78	11,83	14,75	7,45	17,82	48,16	16,01	1,30
19.05	2,94	2,96	6,54	8,11	17,93	64,44	15,5	1,30
24.05	1,78	33,50	12,72	4,61	12,26	36,28	10,60/15,67	1,14/1,28
24.05	2,94	23,21	11,64	5,99	9,95	49,21	4,76/15,94	1,14/1,28

Таблица 2
Результаты крошения почвы почвообрабатывающим посевным агрегатом с лапой шириной 370 мм

Дата	Скорость, м/с	Размер комочков почвы, мм					Влажность, %	Плотность, г/см ³
		>50	>30	>20	>10	<10		
		Количество комочков, %						
10.05	2,94	0,0	14,5	6,5	17,9	61,1	20,0	1,24
16.05	1,78	3,21	14,26	10,59	14,72	57,22	16,95	1,34
16.05	2,94	7,85	8,15	7,76	15,3	60,94	16,95	1,34
19.05	1,78	14,12	14,33	8,37	14,06	49,12	15,20	1,30
19.05	2,94	9,75	13,34	7,80	15,09	55,02	12,0	1,30
24.05	1,78	39,39	15,86	5,99	7,11	31,66	6,13/15,07	1,22/1,22
24.05	2,94	49,72	10,54	3,27	6,77	29,7	7,0/14,2	1,24/1,22

При влажности почвы от 20 до 15 % с увеличением скорости (лапа 410 мм) наблюдалась тенденция к снижению количества комочков более 50 мм и повышению – менее 10 мм (табл. 3). С понижением влажности почвы отмечена общая тенденция повышения количества комочков более 50 мм и снижения – менее 10 мм, а с образованием почвенной корки при увеличении скорости агрегата количество комочков более 50 мм резко возрастало. Это наблюдалось у лап всех размеров. Однако у лапы 410 мм комочков почвы более 50 мм было значительно меньше, чем у лапы 370 мм – 11,66 и 24,91 % против 39,39 и 49,72 %.

Статистическая обработка экспериментальных данных по фракционному составу почвы также показала, что лучшие показатели по качеству обработки почвы имеет лапа 410 мм (табл. 4). Следует заметить, что показатели по качеству крошения у лап различных размеров имеют незначительные различия, поэтому при разработке машин размер лапы следует

Таблица 3
Результаты крошения почвы почвообрабатывающим посевным агрегатом с лапой шириной 410 мм

Дата	Скорость, м/с	Размер комочков почвы, мм					Влажность, %	Плотность, г/см³
		>50	>30	>20	>10	<10		
		Количество комочков, %						
10.05	2,94	3,8	6,7	6,0	15,8	67,7	19,9	1,24
16.05	1,78	3,85	12,13	6,35	13,07	64,60	16,9	1,30
16.05	2,94	2,87	7,27	7,21	14,84	67,83	16,9	1,30
19.05	1,78	11,27	8,82	6,92	14,93	58,06	15,7	1,27
19.05	2,94	3,27	9,32	4,51	14,38	68,07	15,8	1,21
24.05	1,78	11,66	11,49	9,41	16,09	51,45	7,95/15,56	1,22/1,28
24.05	2,94	24,91	12,25	6,70	10,42	45,72	6,16/14,42	1,19/1,22

Таблица 4
Статистические характеристики изменения размеров комочков почвы в зависимости от размера лапы почвообрабатывающего посевного агрегата

Показатель	Размер лапы, мм	Размер комочков почвы, мм				
		>50	>30	>20	>10	<10
		Количество комочков, %				
Коэффициент вариации, %	260	83,81	25,36	30,42	19,50	17,22
Средняя арифметическая		13,22	12,25	8,28	14,84	51,3
Ошибка средней		4,19	1,17	0,95	0,11	3,34
Доверительный интервал		± 10,26	± 2,86	± 2,32	± 0,27	± 8,18
Коэффициент вариации, %	370	107,86	20,72	31,60	33,15	27,06
Средняя арифметическая		17,72	12,99	7,18	12,99	49,25
Ошибка средней		7,22	1,02	0,86	1,63	5,03
Доверительный интервал		± 17,69	± 2,50	± 2,11	± 3,99	± 12,32
Коэффициент вариации, %	410	91,46	23,57	21,92	13,67	14,88
Средняя арифметическая		8,8	9,71	6,72	14,21	60,49
Ошибка средней		3,04	0,86	0,56	0,73	3,4
Доверительный интервал		± 7,45	± 2,11	± 1,37	± 1,79	± 8,33

принимать в зависимости от особенности конструкции и назначения машины.

В настоящее время для обработки почвы широко применяют комбинированные почвообрабатывающие агрегаты, у которых следом за лапами установлены катки с функцией разрушения крупных комочков почвы, выравнивания и уплотнения поверхности поля, а также вычесывания сорняков.

Необходимо сравнить качество работы агрегатов, имеющих значительные различия в форме рабочих органов. Для этой цели были выбраны два агрегата: КСО-3, предназначенный для поверхностной обработки почвы с лапой шириной 130 мм и оснащенный двумя установленными tandemом прутковыми катками диаметром 300 мм (рис. 2), и "Лидер-4" с лапой 410 мм и кольцевыми катками диаметром 500 мм (см. рис. 1).

Обработку почвы проводили одновременно двумя агрегатами с одинаковой скоростью. Почва – выщелоченный чернозем, по фракционному составу среднесуглинистый. Почву весной не обрабатывали. Засорена сорняком (пастушья сумка) плотностью 320 растений на 1 м². Средняя высота сорняка по метелке 150 мм. Отбор образцов проводили в соответствии с методикой. Результаты просева почвы через сито показывают, что размер лап незначительно влияет на фракционный состав почвы (табл. 5).

Существенное влияние на размер частиц почвы оказывают катки. Кольцевые катки лучше разрушают комки почвы. Так, количество частиц



Рис. 2. Рабочие органы культиватора КСО-3

Таблица 5
Фракционный состав почвы при обработке агрегатами с лапой шириной 130 и 410 мм

Агрегат	Размер комочков почвы, мм					Влажность, %	Плотность, г/см ³
	>50	>30	>20	>10	<10		
	Количество комочков, %						
КСО-3	17,07	10,73	7,10	13,10	52,00	13,37/14,98	1,33
Лидер-4	12,98	9,50	7,59	14,47	55,46	13,37/14,98	1,33

Таблица 6

Сравнительная характеристика глыбистости почвы при обработке агрегатами с лапой шириной 130 и 410 мм

Агрегат	Показатель	Масса комочков почвы, г								Сумма
		50–100	101–150	151–200	201–250	251–300	301–350	351–400	< 400	
КСО-3	Число, шт.	10	16	8	5	3	1	2	3	48
	Масса:									
	г	832	1864	1420	1148	780	322	784	1690	8840
Лидер-4	%	9,4	21,08	16,06	12,97	8,82	3,64	8,86	19,11	100
	Число, шт.	17	13	3	3	2	1	1	3	44
	Масса:									
	г	1416	1655	484	646	518	326	392	1496	6904
	%	20,5	23,55	7,03	9,35	7,50	4,72	5,68	21,67	100

почвы крупнее 50 мм у культиватора КСО-3 значительно больше, чем у культиватора "Лидер-4". Подсчет по массе оставшихся на сите с отверстием 50 × 50 мм комков также показывает, что кольцевые катки дают более мелкие частицы почвы (табл. 6).

Комочков почвы массой менее 100 г после обработки кольцевыми катками составляют более значительную часть (20,5 против 9,4 %) от общей массы крупных комков.

ВЫВОДЫ

1. Размер лапы не влияет на качество крошения обработанной почвы.
2. При обработке почвы влажностью от 15 до 20 % лапами 260, 370 и 410 мм с увеличением скорости агрегата от 1,78 до 2,94 м/с количество комочков более 50 мм снижается, менее 10 мм увеличивается. При снижении влажности верхнего слоя почвы до 5–10 % с образованием почвенной корки количество комочков почвы более 50 мм увеличивается.
3. С понижением влажности почвы наблюдается общая тенденция повышения количества комочков более 50 мм и снижения – менее 10 мм, с образованием почвенной корки при увеличении скорости агрегата количество комочков более 50 мм резко возрастает.
4. Существенное влияние на размер частиц почвы оказывают катки. Кольцевые катки лучше разрушают комки в почве, чем прутковые. Количество частиц почвы крупнее 50 мм при работе культиватора КСО-3 больше на 30 %, чем культиватора "Лидер-4".

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Докин Б.Д., Елкин О.В. Технологическая и техническая модернизация растениеводства Сибири // Экономика с.-х. и перерабатывающих предприятий. – 2015. – № 1. – С. 18–22.
2. Иванов Н.М., Чепурин Г.Е. Научно-техническое обеспечение аграрного комплекса Сибири // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2014. – № 5. – С. 93–101.
3. Яковлев Н.С., Докин Б.Д. Размерный ряд культиваторов для обработки почвы под зерновые культуры // Вестн. Алтайского ГАУ. – 2012. – № 6. – С. 99–102.
4. Назаров Н.Н. Совершенствование широкополосного способа посева зерновых культур // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2004. – № 2. – С. 136–138.

5. Милаев П.П. Системный биоэнергетический анализ процессов производства продукции земледелия: метод. реком. – Новосибирск, 2005. – 80 с.
6. Чепурин Г.Е. Основные термины и определения, используемые в исследованиях по механизации производства сельскохозяйственной продукции. – Новосибирск, 2014. – 170 с.
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. Нестяк В.С., Мамбеталин К.Т. К основам снижения энергоёмкости обработки почвы // Вестн. Казанского ГАУ. – 2011. – Т. 3, № 3. – С. 95–99.
10. Яковлев Н.С., Цегельник А.П., Черных В.И. Влияние размера лап посевных агрегатов на качество обработки почвы // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2016. – № 3. – С. 65–72.
11. Яковлев Н.С. Применение кольцевой бороны при разбросном посеве семян // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2016. – № 2. – С. 67–74.
12. Иванов Н.М. Машинно-технологическое обеспечение уборки и послеуборочной обработки зерна и семян в условиях Сибири // С.-х. машины и технологии. – 2012. – № 6. – С. 23–27.

Поступила в редакцию 24.07.2016

**N.S. YAKOVLEV, Doctor of Science in Engineering, Head Researcher,
YU.N. BLYNSKIY*, Doctor of Science in Engineering, Professor,
N.N. NAZAROV, Candidate of Science in Engineering, Lead Researcher,
V.I. CHERNYKH, Research Engineer**

Siberian Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture, SFSCA RAS

Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia

e-mail: yakovlev-46@inbox.ru

**Novosibirsk State Agrarian University*

160, Dobrolyubova St, Novosibirsk, Novosibirsk Region, 630039, Russia

e-mail: hilimell@onlain.nsk.su

TILLAGE QUALITY DEPENDING ON HOE SIZE, UNIT'S SPEED AND SOIL MOISTURE

Results are given from studies on quality of soil tilled by hoes of different sizes, from 130 to 410 mm. Experiments were carried out in Novosibirsk Region. It has been found that the hoe's size does not influence quality of soil crumbling during tillage. When soil with moisture content of 15 to 20 % is tilled by hoes of 260, 370 and 410 mm in size, the amount of soil aggregates larger than 50 mm decreases, and the amount of soil aggregates lesser than 10 mm increases with increasing the unit's operating speed from 1.78 to 2.94 m/c. When topsoil moisture decreases down to 5–10% with formation of soil crust, the amount of aggregates larger than 50 mm increases. As the soil moisture decreases, a tendency towards an increase in the amount of aggregates larger than 50 mm and a reduction in the amount of aggregates lesser than 10 mm has been observed. With soil crust formed, the amount of aggregates larger than 50 mm rises dramatically as the speed of the plowing unit increases. The size of soil aggregates is significantly impacted by rollers. There were carried out comparative tests between cultivators Leader-4 with hoe of 410 cm in size equipped with ring rollers of 500 mm in diameter, and KSO-3 with hoe of 130 mm in size equipped with double bar rollers of 300 mm in diameter. It has been found that ring rollers crush soil aggregates better than bar rollers do. The amount of aggregates larger than 50 mm provided by cultivator KSO-3 is 30% more than that by Leader-4.

Keywords: soil, cultivator, ring roller, fraction structure, soil cloddiness.