

ОБОСНОВАНИЕ ТОЛЩИНЫ РЕЗИНОВОЙ ПОДОШВЫ ПНЕВМОПОДУШКИ АКТИВНОЙ ДЕКИ ДОМОЛАЧИВАЮЩЕГО АППАРАТА ДЛЯ ПОЧАТКОВ КУКУРУЗЫ

**Н. В. Брагинец, д.т.н., профессор, Д. Н. Бахарев, к.т.н., доцент,
В. В. Пазин, ст. преп., А. Е. Бурнукин, аспирант.**
(Луганский национальный аграрный университет)

Изучены закономерности влияния толщины подошвы пневмоподушки активной деки домолочивающего аппарата и давления в ней, на эффективность процесса домолота початков кукурузы.

Проблема. Анализ существующих конструкций систем обмолота початков кукурузы, что широкое распространение получили молотилки, оснащенные домолочивающим аппаратом с активной декой [1, с. 16-22].

Применение пневматических подушек в конструкциях активных дек позволяет минимизировать потери качества зерна, снизить показатель недомолота початков кукурузы и производить обмолот кукурузы всех целевых назначений (фуражное, семенное, продовольственное).

На сегодняшний день малоизученным остается взаимодействие зерна, находящегося в початках и шипов в молотильной камере. На данный процесс значительное влияние оказывает конструкция прижимного устройства, в том числе и пневмоподушек, конструктивные и режимные параметры которых необходимо изучить.

Анализ последних исследований и публикаций. Теоретические основы разработки и конструирования домолочивающих аппаратов для початков кукурузы приведены в работах таких ученых, как И. Н. Гурова, М. Г. Голика, В. С. Кравченка, И. А. Петуниной, В. С. Курасова, Г. И. Креймермана, Н. В. Сережиной, С. Ю. Данилевича, Н. А. Бобрикова, и др. [2-6].

Работы вышеприведенных ученых позволили описать ряд закономерностей, определяющих режимы работы и конструктивные параметры молотилок кукурузы. Однако нет математических моделей, которые в полном объеме могли бы описать процесс домолота початка кукурузы с частично разрушенной структурой крепления зерна со стержнем початка, при использовании активных рабочих органов деки. Также остается актуальным вопрос взаимодействия початка кукурузы с шипом активной деки при различной толщине подошвы пневмоподушки, и разном давлении в ней.

Целью исследования является изучение закономерностей влияния толщины подошвы пневмоподушки домолочивающего аппарата и давления в ней, на эффективность процесса домолота початков кукурузы, прошедших основную камеру обмолота аксиально-роторной молотилки.

Результаты исследований. В работе [7, 8] нами доказано, что наиболее перспективными являются конструкции кукурузомолотилок, включающие в себя домолачивающие аппараты с активной декой. Шипы, которыми оснащаются активные деки, как правило, жестко закреплены на ее подпружиненных секторах. И как следствие, весь набор шипов на секторе деки становится зависимым от рабочего хода самой части деки [7, ст. 37].

В камеру домолачивающего аппарата початок кукурузы поступает частично обмолоченным. Для удаления оставшегося зерна с минимальной потерей его качества, в разрабатываемом нами домолачивающем аппарате предложено вместо подвижных пластин, которые включают в себя конструкции некоторых кукурузомолотилок, установить только шипы, а весь пружинный механизм заменить пневмоподушками, в результате чего каждый шип на деке становится независимым (рис. 1):

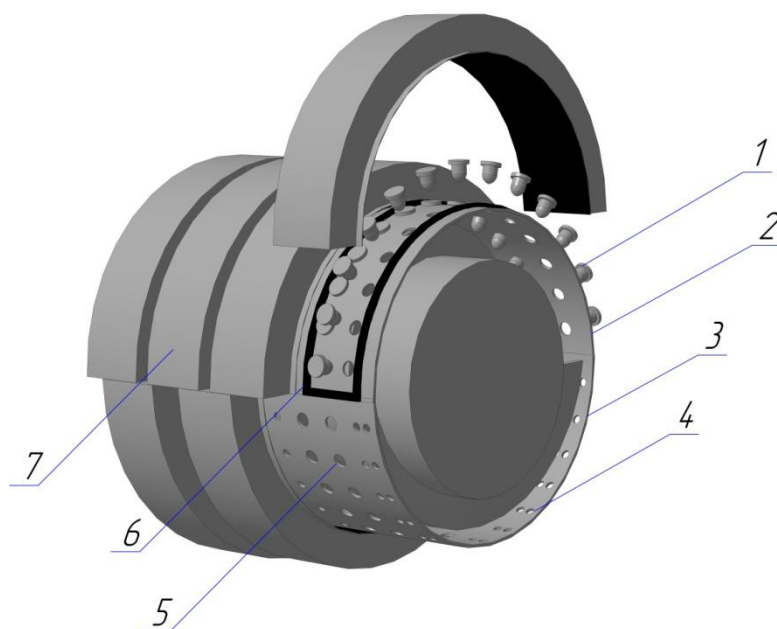


Рисунок 1 - Конструкция активной деки домолачивающий аппарат, патент на полезную модель № 86546: 1 – шипы; 2 – верхняя дека; 3 – нижняя дека; 4 – отверстия для вывода зерна; 5 – отверстия под шипы; 6 – резиновая прокладка; 7 – пневмоподушка.

Для эффективного отделения зерна от стержня початка кукурузы должно выполняться условие:

$$\mu \cdot [\sigma_p] \cdot S \leq (P \cdot S_{n.n.}) \leq F_{сз}, \text{ Н}, \quad (1)$$

где μ – коэффициент, учитывающий прочностные свойства зерна и стержня кукурузы;

$[\sigma_p]$ – предел прочности зерна кукурузы, МПа;

S_k – площадь контакта шипа и зерна, мм²;

P – давление в пневмоподушке, МПа;

$S_{п.п.}$ – площадь подошвы пневмоподушки, мм²;

$F_{сз}$ – сила связи зерна со стержнем, Н.

Согласно геометрической форме разрабатываемого шипа и пневмоподушки (рис. 2), а так же физико-механических свойств початка и зерна кукурузы, сила, с которой шип будет взаимодействовать с зерном в процессе домолота, при условии минимального травмирования зерна и наибольшей эффективности домолота, должна находиться в диапазоне 53-57 Н. Следовательно, неравенство (1) примет вид:

$$50 \leq (P \cdot S_{п.п.}) \leq 60_{сз}, \text{ Н} \quad (2)$$

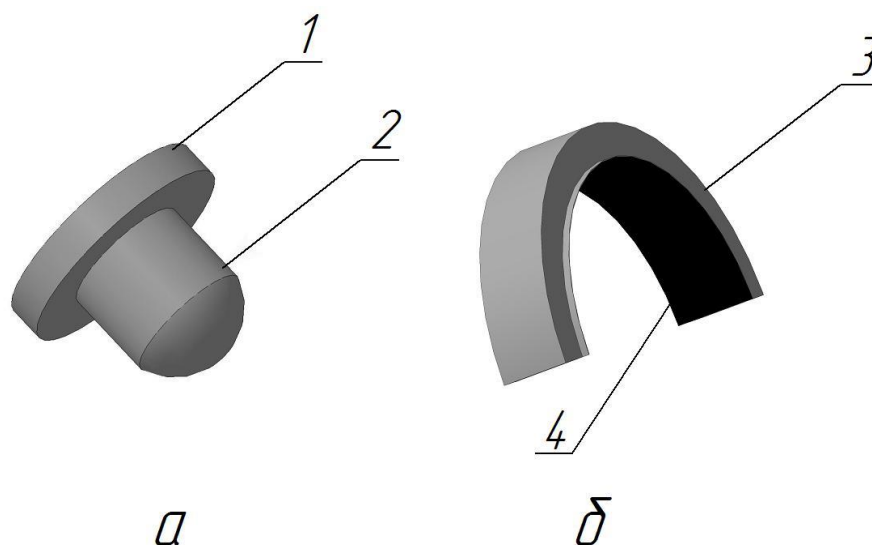


Рисунок 2 - Схема разрабатываемого шипа и пневмоподушки: а – шип (1 – верхняя часть шипа, работающая в сопряжении с подошвой пневмоподушки, 2 – нижняя часть шипа, работающая в сопряжении с початком кукурузы); б – пневмоподушка; (3 – стальной корпус пневмоподушки, 4 – резиновая подошва пневмоподушки).

Для определения оптимального рабочего давления в пневмоподушке в зависимости от толщины резиновой подошвы, глубины вдавливания шипа и давления, был проведен ряд опытов, которые позволили эмпирическим путем установить зависимости между давлением и толщиной резиновой подошвы пневмоподушки.

Было предположено, что в зависимости от зоны заземления резиновой подошвы в корпусе пневмоподушке будут изменяться показания силы, необходимой для вдавливания шипа при прочих равных условиях. Для получения более достоверных результатов, вдавливания шипа производилось в трех точках пневмоподушки, а именно в точках А, В и С (рис. 3).

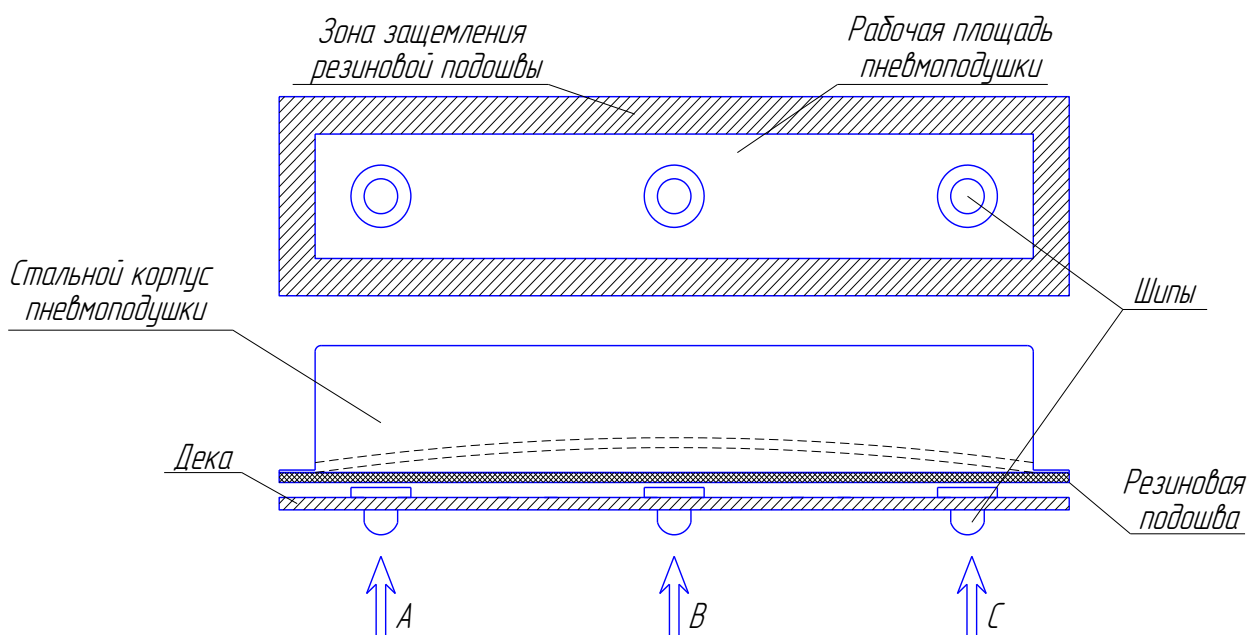


Рисунок 3 - Схема взаимодействия шипа и пневмоподушки

Для получения значений силы, прикладываемой для вдавливания шипа в пневмоподушку на определенную глубину, применялась общеизвестная формула И. Ньютона:

$$F = m \cdot g, \text{Н} \quad (3)$$

где m – показания весов при вдавливании шипа на определенную глубину, кг;

g – ускорение свободного падения. $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

На основании ранее проведенных исследований установлено, что для эффективного обмолота с учетом частично разрушенных связей зерна с початком, давления в пневмоподушке должно быть в диапазон от 0,4 до 0,6 атмосфер.

Для создания необходимого давления в пневмоподушке при проведении экспериментов использовался ручной насос. Фиксировалось давление в пневмоподушке с помощью манометра низкого давления ДМ 05 (рис. 4).

Резиновая подошва пневмоподушки так же была различной толщины, а именно 2 мм, 3 мм и 4 мм.

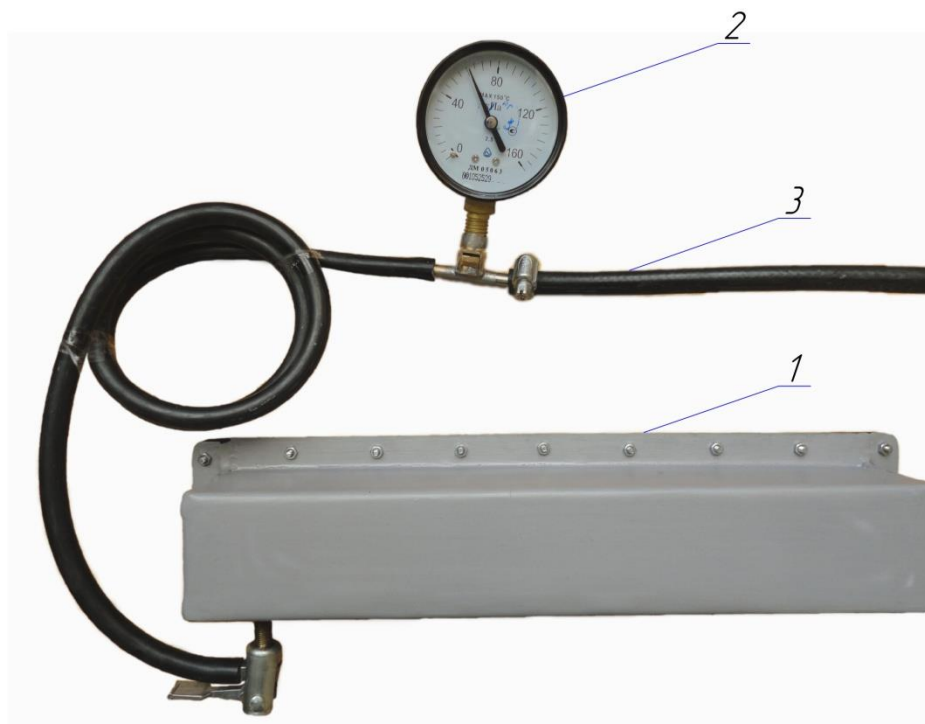


Рисунок 4 - Измерение давления в пневмоподушке:

1 – пневмоподушка; 2 – манометр низкого давления ДМ 05; 3 – шланг от насоса.

Эксперимент заключался в том, что бы при различной толщине подошвы и давления внутри пневмоподушки, отследить, как изменяется сила, необходимая для вдавливания шипа, установить математическую зависимость и определить рациональные параметры пневмоподушки. Весь диапазон измерений производился с пятикратной повторностью, а погрешность измерений составила от 1 до 3%.

В ходе экспериментов были получены данные, которые при дальнейшей обработке позволили сделать выводы, что при последовательном вдавливании шипа в пневмоподушку в точках *A*, *B* и *C* при прочих равных условиях, разница силы вдавливания шипа находится в диапазоне от 2 до 5 %. Так же было установлено, что при увеличении глубины вдавливания шипа в пневмоподушку, процентное соотношение уменьшалось.

Для проведения опытов использовалось следующее оборудование (рис. 5):

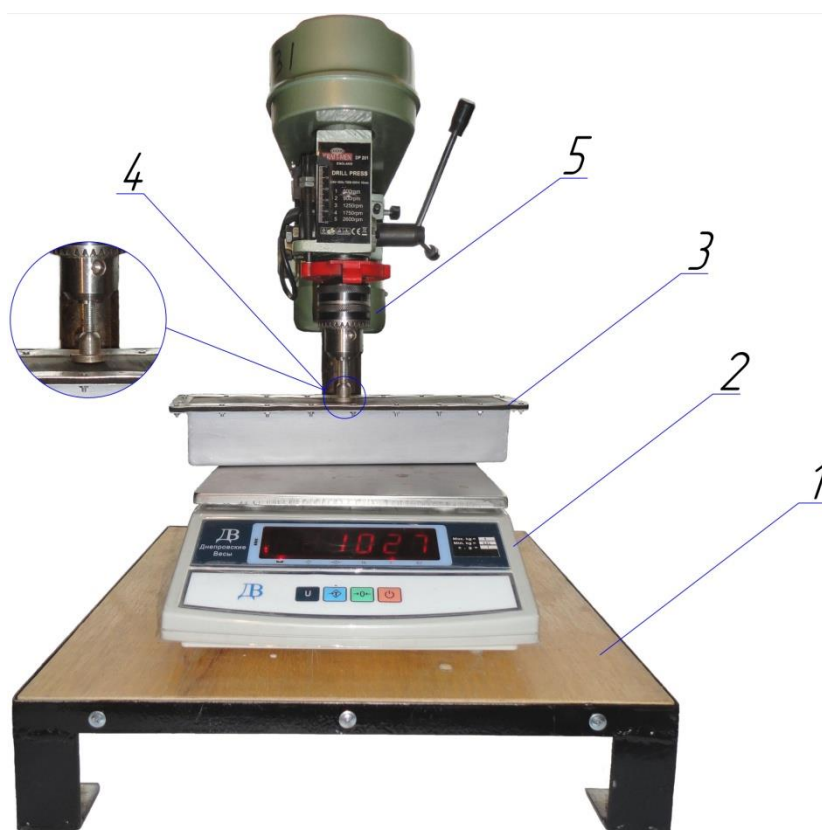


Рисунок 5 - Экспериментальное определение рационального давления в пневмоподушке домолачивающего аппарата: 1 – стол; 2 – весы; 3 – пневмоподушка; 4 – шип; 5 – штатив сверлильного станка.

Для предотвращения погрешностей в показаниях измерений, весы были установлены на регулируемый стол, который позволил выставить их строго по уровню. На весах находилась пневмоподушка, резиновой подошвой вверх. В установленный рядом сверлильный станок, который использовался в качестве штатива для вертикального перемещения шипа, был зафиксирован шип. Глубина вдавливания шипа в подошву пневмоподушки отслеживалась по шкале, нанесенной на лицевой стороне станка.

В результате проведения экспериментов и обработки полученных результатов была разработана таблица данных, позволяющая при заданной толщине резиновой подошвы пневмоподушки подобрать давление и определить силу, необходимую для вдавливания шипа от 1 до 10 мм во внутреннюю полость пневмоподушки.

Таблица 1 - Сила, необходимая на вдавливания шипа в зависимости от толщины подошвы и давления в пневмоподушке

Толщина резины, мм	Давление, атм.	Сила, необходимая на вдавливания шипа на определенную глубину, Н									
		1 мм	2 мм	3 мм	4 мм	5 мм	6 мм	7 мм	8 мм	9 мм	10 мм

2	0,4	2,96	7,54	11,18	16,15	20,33	24,38	28,61	33,06	36,81	41,84
2	0,5	4,26	11,54	18,25	25,03	30,45	36,74	41,87	46,47	50,96	
2	0,6	5,84	13,81	21,76	29,74	38,06	45,85	53,22			
3	0,4	4,99	11,09	16,72	22,18	27,43	32,7	38,23			
3	0,5	6,53	11,89	19,04	26,66	32,51	40,68	46,97			
3	0,6	8	16,53	24,79	33,79	43,19					
4	0,4	5,93	12,97	19,48	24,72	30,59	36,21	42,36	48,5		
4	0,5	7,46	17,02	25,54	34,32	42,61	48,63				

На основании данных табл. 1 были построены графики (рис. 6-8) и линии тренда, а так же проведена аппроксимация данных, которая позволила выбрать линейный закон распределения данных и подобрать эмпирические модели.

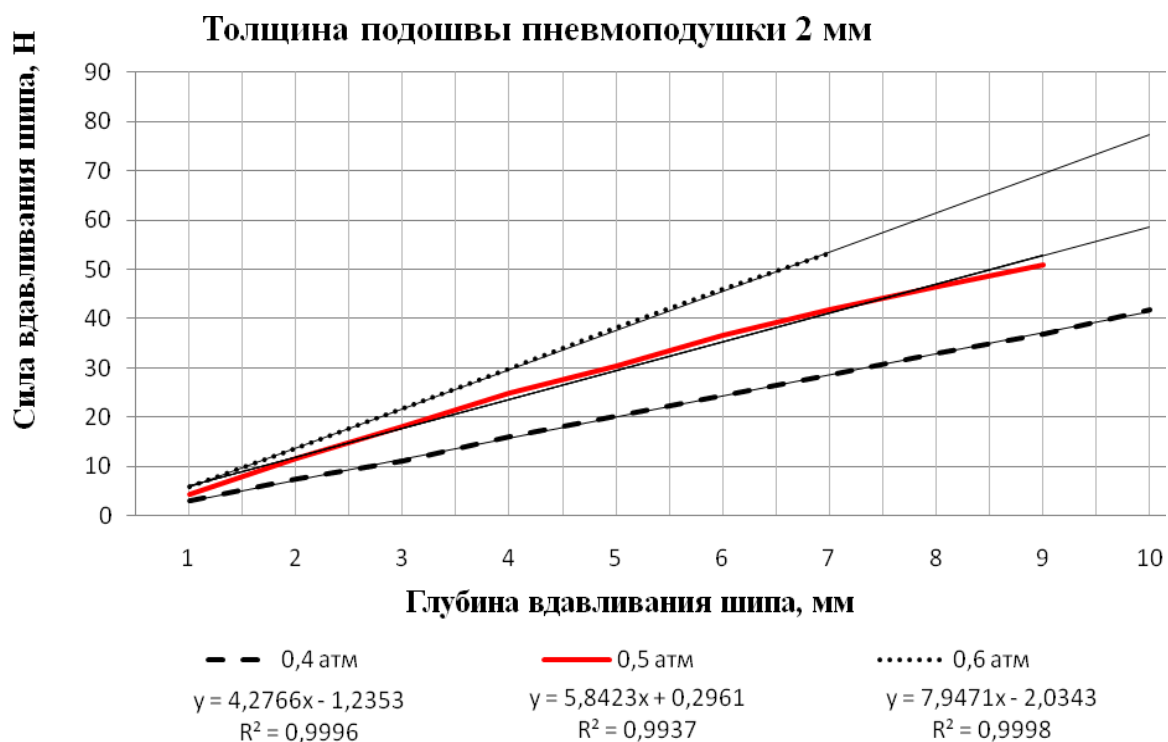


Рисунок 6 - График зависимости вдавливания шипа на глубину от 1 до 10 мм от резиновой подошвы, толщиной 2 мм и давления от 0,4 до 0,6 атм.

Толщина подошвы пневмоподушки 3 мм

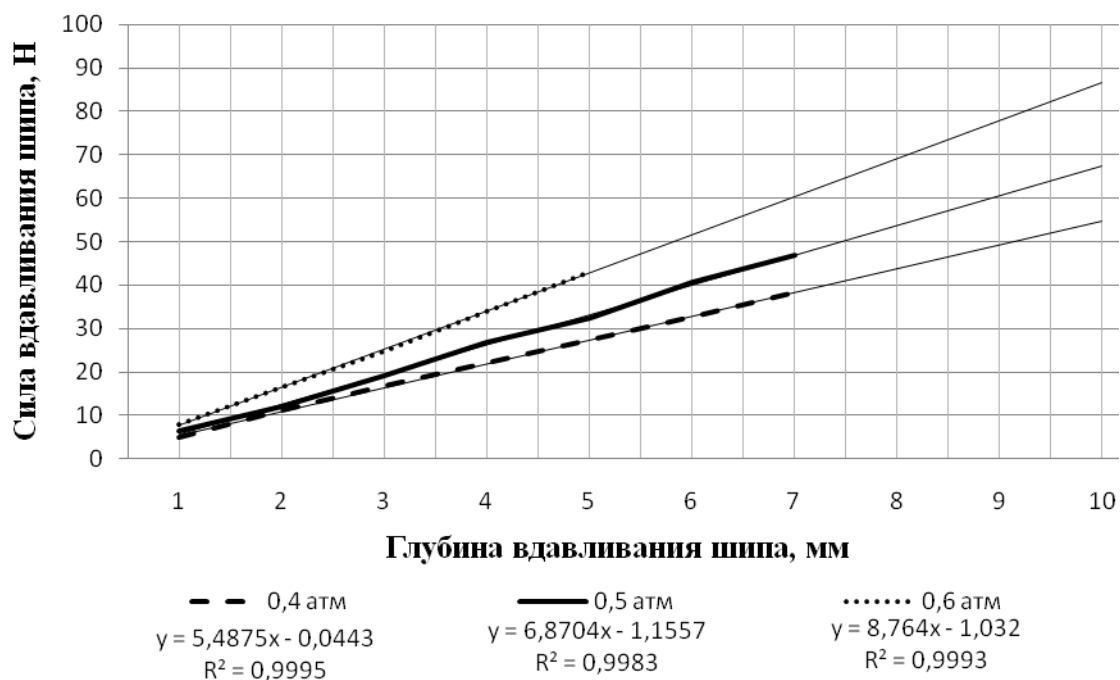


Рисунок 7 - График зависимости вдавливания шипа на глубину от 1 до 10 мм от резиновой подошвы, толщиной 3 мм и давления от 0,4 до 0,6 атм.

Толщина подошвы пневмоподушки 4 мм

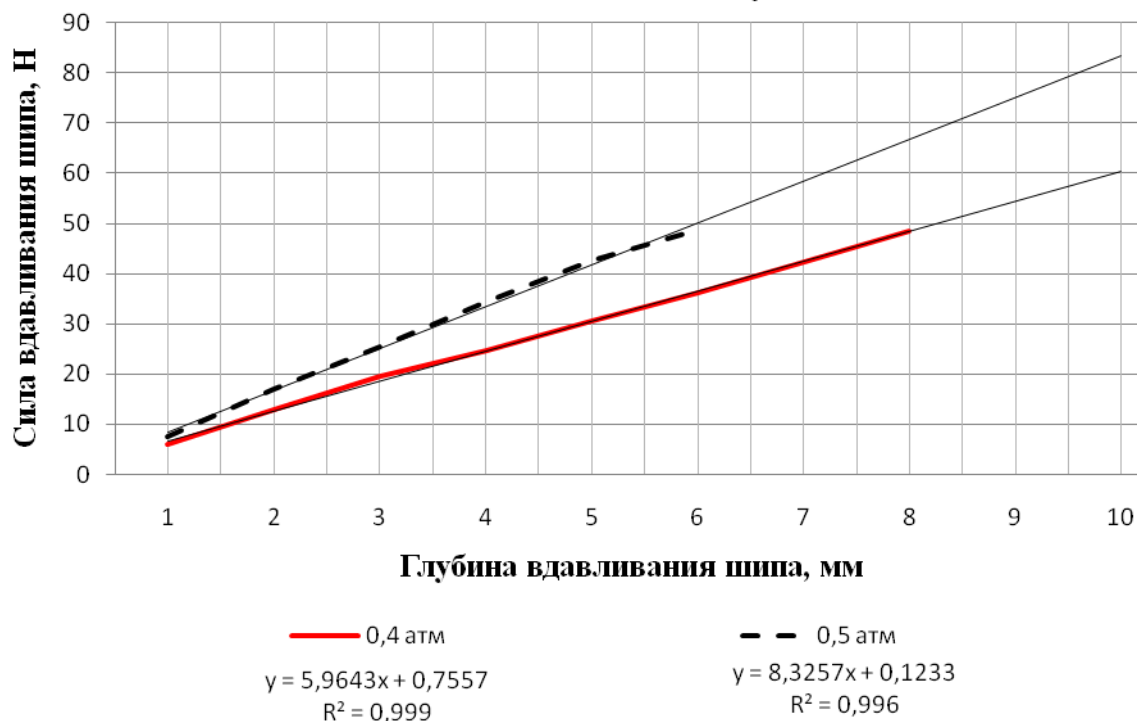


Рисунок 8 - График зависимости вдавливания шипа на глубину от 1 до 10 мм от резиновой подошвы, толщиной 3 мм и давления от 0,4 до 0,5 атм.

Согласно конструктивным особенностям разрабатываемого нами домолачивающего аппарата с активной декой, а так же неравенству (2), на основании графиков (рис. 6-8) можно сделать выводы, что для вдавливания шипа в пневмоподушку на глубину 8-10 мм при соблюдении силы давления в диапазоне 50-60 Н, наиболее рациональным является давлением в пневмоподушке 0,5 атмосфер при толщине резиновой подошвы 2 мм (рис. 6), и давление 0,4 атмосферы при толщине подошвы пневмоподушки 3 мм (рис. 8), что обеспечивает минимальные макро- и микроповреждения зерна.

Также, полученные уравнения позволяют рассчитать любое давление, которое будет создаваться в пневмоподушке при различных комбинациях глубины вдавливания шипа и толщины резиновой подошвы пневмоподушки. Данные исследования проводились с взаимодействием только одного, последовательно вдавливаемого шипа, в трех различных точках пневмоподушки. В дальнейших исследованиях необходимо уточнить выражение 1 с учетом количества шипов, их одновременного воздействия на подошву пневмоподушки и площади контакта шипа с зерном.

Выводы. 1. В результате экспериментальных исследований было установлено рациональное давление в пневмоподушке домолачивающего аппарата в зависимости от толщины резиновой подошвы пневмоподушки и необходимой глубины вдавливания шипа.

2. Были получены эмпирические модели, которые позволят подобрать рациональное давление в пневмоподушке в зависимости от толщины резиновой подошвы пневмоподушки и необходимой глубины вдавливания шипа.

3. Полученные экспериментальные значения показали, что при последовательном вдавливании шипа в пневмоподушку в точках *A*, *B* и *C* при прочих равных условиях, разница силы вдавливания шипа находится в диапазоне от 2 до 5 %. При увеличении глубины вдавливания процентное соотношение уменьшалось.

4. В дальнейших исследованиях необходимо уточнить, как будет изменяться площадь контакта в зависимости от времени взаимодействия шипа с зерном початка кукурузы.

Список литературы

1. Брагинец Н. В., Бахарев Д. Н., Коваленко А. В., Бурнукин А. Е. Анализ конструкций домолачивающих устройств, применяемых в системах обмолота початков кукурузы / Брагинец Н. В., Бахарев Д. М., Коваленко А. В., Бурнукин А. Е. // Научный вестник Луганского национального аграрного университета. Серия: Технические науки. – Луганск: Издательство ЛНАУ, 2012. №41 – с. 16 – 21.

2. Гуров И. Н. Механико-технологические основы обмолота кукурузы: автореф. на получения наук, степени докт. техн. наук: спец. 05.20.01 –

«Технология и средства механизации сельского хозяйства» / И. Н. Гуров – Новочеркасск, 1965. – 37 с.

3. Голик М. Г. Хранение и обработка початков и зерна кукурузы / Голик М. Г. – М.: Колос, 1968. – 186 с.

4. Бахарев Д. Н. Повышение эффективности технологического процесса обмолота и разработка конструкции молотилки початков кукурузы. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Бахарев Д. Н. – Луганск, 2007. – 188 с.

5. Креймерман Г. И. Обмолот початков кукурузы / Креймерман Г. И. – М.: Колос, 1966. – 104 с.

6. Петунина И. А. Разработка ресурсосберегающих процессов очистки и обмолота початков семенной кукурузы. Автореферат на соискание ученой степени доктора технических наук / Петунина И. А. – Краснодар, 2009. – 44 с.

7. Брагинец Н. В., Бахарев Д. Н., Коваленко А. В., Бурнукин А. Е. Анализ конструкций домолачивающих устройств, применяемых в системах обмолота початков кукурузы / Брагинец Н. В., Бахарев Д. М., Коваленко А. В., Бурнукин А. Е. // Научный вестник Луганского национального аграрного университета. Серия: Технические науки. – Луганск: Издательство ЛНАУ – 2012. №41 – с. 16 – 21.

8. Брагинец Н. В., Бахарев Д. Н., Бурнукин А. Е. Обоснование конструктивно-технологических параметров активной деки домолачивающего аппарата / Брагинец Н. В., Бахарев Д. М., Бурнукин А. Е. // Научный вестник Луганского национального аграрного университета. Серия: Технические науки. – Луганск: Издательство ЛНАУ, 2013. №51 – с. 36–43.

Анотація

Обґрунтування товщини гумової подошви пневмоподушки активної деки домолочуючого апарату для качанів кукурудзи

Брагінець М. В., Бахарев Д. М., Пазін В. В., Бурнукін А. Є.

Вивчено закономірності впливу товщини подошви пневмоподушки активної деки домолочуючого апарату і тиску в ній, на ефективність процесу домолоту качанів кукурудзи.

Abstract

Rationale thickness of rubber soles air bags active deck finish threshing for the ears of corn

N. Braginet, D. Baharev, V. Pazin, A. Burnukin.

The regularities of the influence of the thickness of the sole air bags active deck finish threshing apparatus and the pressure in it, the efficiency of the process finish threshing ears of corn.