

# МЕХАНИЗАЦИЯ АПК

## MECHANIZATION OF AGROINDUSTRIAL COMPLEX

УДК 631.354.2

**Липкань А.В., Самсонов Р.Е., ГНУ ДальНИИМЭСХ Россельхозакадемии  
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПОЧВУ  
ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ НА РЕЗИНОАРМИРОВАННЫХ ГУСЕНИЦАХ  
НА УБОРКЕ СОИ В АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ**

*В статье приведены основные результаты оценки воздействия на почву зерноуборочных комбайнов нового поколения на резиноармированных гусеницах GS 812C «Амур-Палессе» и КЗС «Vector 450 Track». Определены нагрузки на опоры и положение центра тяжести, нормальное давление на почву, уровень техногенного механического воздействия на почву движителей комбайнов.*

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ЗЕРНОУБОРОЧНЫЙ КОМБАЙН, УБОРКА СОИ, ДАВЛЕНИЕ НА ПОЧВУ, УРОВЕНЬ ТЕХНОГЕННОГО МЕХАНИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ.

**Lipkan A.V., Samsonov R.E.,  
State Scientific Institution Far Eastern Research Institute of Mechanization  
and Electrification of Agriculture of the Russian Agricultural Academy  
EXPERIMENTAL ASSESSMENT OF IMPACT ON THE SOIL BY COMBINE  
HARVESTERS ON RUBBER TRACKS ON SOYA CLEANING IN THE AMUR REGION**

*The article presents the main results of the assessment of impacts on the soil of combine harvesters in the new generation of caterpillars RUBBER GS 812C «Amur-Palesse» and GLC «Vector 450 Track». Determined the load on the bearings and the center of gravity, the normal pressure on the ground, the level of technogenic mechanical impact on the soil by harvesters propulsion.*

KEY WORDS: COMBINE HARVESTERS, HARVESTING SOYBEANS, PRESSURE ON THE GROUND, THE LEVEL OF TECHNOGENIC MECHANICAL IMPACT.

Плановое увеличение посевных площадей и обеспечение своевременной и качественной уборки урожая зерновых культур и сои в экстремальных условиях земледелия Амурской области невозможны без технического перевооружения комбайнового парка. При этом основное внимание должно быть уделено комбайнам нового поколения на резиноармированных гусеницах [1].

В 2011 году на заводе «Кранспецбурмаш» (г. Шимановск) началось серийное производство соевого комбайна GS 812C «Амур-Палессе» (рисунок 1) на резиноармированных гусеницах – совместная разработка специалистов ПО «Гомсельмаш» (Республика Бела-

рус), ЗАО «БКЗ «Дальсельмаш» (г. Биробиджан).

Учитывая то, что новый комбайн на резиноармированных гусеницах является более конкурентоспособным по сравнению с распространённым в области комбайном «Вектор 410», ведущий российский производитель сельскохозяйственной техники «Ростсельмаш» разработал зерноуборочный комбайн «Vector 450 Track» (рисунок 2) и поставил его в Амурскую область для производственной проверки. Данный комбайн с учётом особенностей эксплуатации в Дальневосточном регионе установлен на гусеничную ходовую тележку с резиноармированными гусеницами.



Рис. 1. Соевый комбайн GS 812C «Амур-Палессе»



Рис. 2. Зерноуборочный комбайн «Vector 450 Track»

В ходе проведения комплексной оценки работы данных комбайнов на уборке сои в 2011 году программа экспериментальных исследований, в том числе, предусматривала определение нагрузок на опоры с определением положения центра тяжести, нормального давления на почву и показателей техногенного механического воздействия на почву движителей комбайнов.

При определении массы, её распределения по кареткам гусеничной ходовой тележ-

ки и координат центра тяжести комбайнов использовался экспериментальный метод «развесовки по опорам» [2]. Сигнал от специальных переносных тензометрических весов-площадок фиксировался с помощью современной информационно-измерительной системы БИК-М разработки «ПО «НАТИ».

Результаты развесовки и анализ неравномерности распределения нагрузки по опорам комбайнов приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Результаты развесовки комбайна «Vector 450 Track»

Показатели	Левая сторона ( $j = 2$ )					Правая сторона ( $j = 1$ )				
	НК	1-я каретка	2-я каретка	3-я каретка	4-я каретка	НК	1-я каретка	2-я каретка	3-я каретка	4-я каретка
Нагрузка от $i$ - каретки $j$ - борта $G_{ij}$ , кг	173	2421	2775	2713	2829	184	2145	3805	2199	2592
Нагрузка от катка $G_{Kij}$ , кг	173	1210,5	1387,5	1356,5	1414,5	184	1072,5	1902,5	1099,5	1296
Нагрузка от движителя $G_j$ , кг	10911					10925				
Масса комбайна $G$ , кг	21836									
Коэффициент распределения нагрузки под кареткой $K_{Hij}$	0,0079	0,1109	0,1271	0,1242	0,1296	0,0084	0,0982	0,1743	0,1007	0,1187
Смещение Ц.Т. от оптимального, мм: для комбайна: - продольное $\Delta X_C$ - поперечное $\Delta Y_C$	-18,6					-1,0				

Таблица 2

Результаты развесовки комбайна GS 812C «Амур-Палессе»

Вариант опыта*	Показатель	Левая сторона ( $j = 2$ )		Правая сторона ( $j = 1$ )	
		Передняя каретка $i = 1$	Задняя каретка $i = 2$	Передняя каретка $i = 1$	Задняя каретка $i = 2$
1. Жатка в трансп. положении 2. Без жатки, наклонная камера в верхн. трансп. положении	1 Нагрузка от $i$ - каретки $j$ - борта $G_{ij}$ , кг	6883 3523	3689 5603	5943 2334	3022 5796
	2 Нагрузка от катка $G_{Kij}$ , кг	1377 705	922 1401	1189 467	756 1449
	3 Нагрузка от движителя $G_j$ , кг	10572 9126		8965 8130	
	4 Масса комбайна $G$ , кг	19537 17256			
	5 Коэффициент распределения нагрузки под каретками $K_{Hij}$	0,3523 0,2042	0,1888 0,3247	0,3042 0,1353	0,1547 0,3359
	6 Коэффициент распределения нагрузки под движителем $K_{Hj}$	0,5411 0,5289		0,4589 0,4711	
	7 - продольное $\Delta X_C$	-152,0 / 325,5			
	8 - поперечное $\Delta Y_C$	128,7 / 90,3			

Полученные данные свидетельствуют о более удачной компоновке комбайна «Vector 450 Track», определяемой, главным образом, центральным расположением бункера, кабины и симметричностью расположения молотилки на гусеничной ходовой тележке.

В тоже время, измерения и результаты расчётов показывают необходимость совершенствования конструкции комбайна GS 812С «Амур-Палессе» в плане корректировки положения центра тяжести за счёт смещения молотильной части по гусеничной ходовой тележке вправо на 100 мм и назад на 200-250 мм.

Оценка напряжений в почве под резиноармированными гусеницами комбайнов проводилась на уборке сои на луговых чернозёмовидных, тяжёлоуглинистых почвах. Для по-

лучения эпюр напряжений закладывались мембранные датчики давления в почву на глубину 5...6 см. Повторность опытов 3-х кратная. Регистрация эпюр и их обработка проводилась с помощью бортового измерительного комплекса БИК-М с программным обеспечением «ACTest Pro». Величина нормального давления и неравномерность его распределения согласно ГОСТ 26953-86 оценивались коэффициентом неравномерности распределения, который определялся из экспериментальной эпюры отношением максимального значения напряжения к среднему.

Результаты измерений, обработки и расчётов представлены в таблице 3, а на рисунке 3 приведены образцы полученных эпюр напряжений в почве.

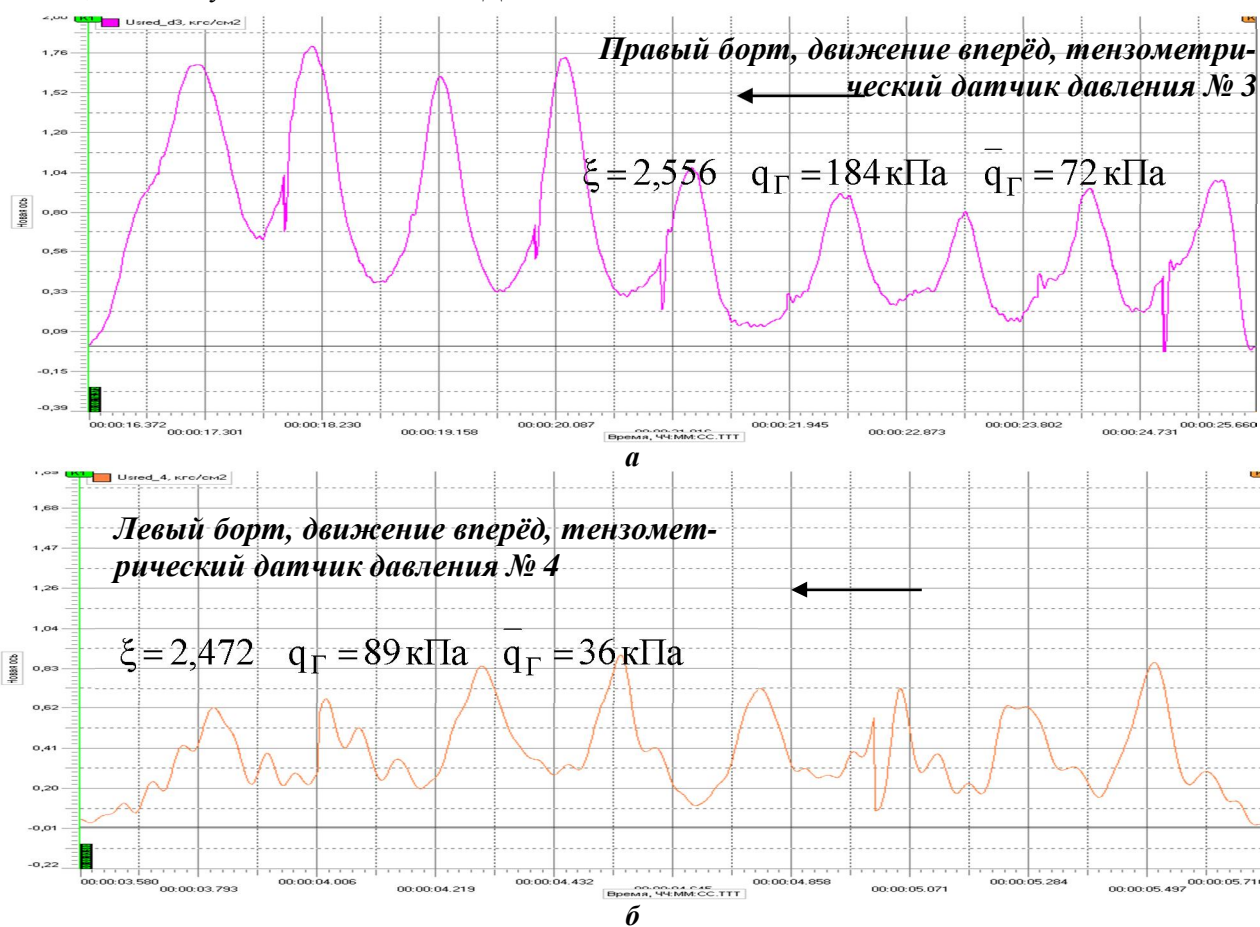


Рис. 3. Образцы эпюр напряжений в почве на глубине 5...6 см под воздействием комбайнов на резиноармированных гусеницах:  
**а** – GS 812С «Амур-Палессе»; **б** – К3С «Vector 450 Track»

В результате измерений и проведённых расчётов средний коэффициент неравномерности распределения напряжений  $\bar{\xi}$  под ходовыми системами комбайнов равен для GS 812С «Амур-Палессе» –  $2,5 \pm 0,24$ , а для «Vector 450 Track» –  $2,39 \pm 0,23$ . Расчётное максимальное давление  $q_{\Gamma}$  под левым и правым гусеничными движителями составило соответственно для комбайна GS 812С «Амур-Палессе» – 136 и

117 кПа. Расчётное среднее давление  $\bar{q}_{\Gamma}$ , составило 55 и 46 кПа. Для комбайна «Vector 450 Track» максимальное давление  $q_{\Gamma}$  – соответственно 126 и 167 кПа при среднем расчётном давлении  $\bar{q}_{\Gamma}$  для обоих бортов – 53 кПа. Таким образом, воздействие комбайнов на почву не превышает допустимых норм (в соответствии с ГОСТ 26955-86 для почв с  $W \leq 0,5HВ$   $q_{\Gamma}$  должно быть не более 210 кПа).

Таблица 3

Расчёт среднего коэффициента неравномерности распределения напряжений под ходовыми системами комбайнов в нормальных условиях на уборке сои

№ п/п	Модель комбайна	Тип ходовой системы	Масса конструкционная	Борт	Условное обозначение величин по ГОСТ 26953-86					
					$n$	$\bar{\xi}$	$S_{\xi}$	$\bar{\xi} \pm t_{0.05} \cdot S_{\xi}$	$q_{\Gamma}$	$\bar{q}_{\Gamma}$
1	GS 812C «Амур-Палессе»	Гусеничный на РАГ	19700	левый	3	2,49	0,06	2,49 ± 0,12	136	55
				правый	3	2,51	0,19	2,51 ± 0,37	117	46
2	«Vector 450 Track»	Гусеничный на РАГ	21700	левый	8	2,39	0,12	2,39 ± 0,23	126	53
				правый	9	3,16	0,08	3,16 ± 0,16	167	53

Считаем необходимым обратить внимание разработчиков данных комбайнов, что при условии поперечного центрального расположения молотилки на гусеничной ходовой тележке для комбайна GS 812C «Амур-Палессе» и устранения недостатка в установке второй каретки правого борта для комбайна «Vector 450 Track», с которым связано увеличение коэффициента неравномерности распределения

напряжения  $\bar{\xi}$  до 3,16, пиковые и средние давления обоих комбайнов будут примерно равны 126...127 и 51...53 кПа.

Экспериментальная оценка техногенного механического воздействия на почву комбайнов проводилась по методике [3] и в соответствии с ГОСТ 20915-75. Результаты оценки приведены в таблице 4.

Таблица 4

Изменение физико-механических свойств почвы и степени её деформации под воздействием ходовых систем комбайнов

Фон Дата Хозяйство	Марка машины	Влажность почвы в слое 0-10 см, %	Плотность почвы в слое $\rho$ , г/см <sup>3</sup>			Коэффициент уплотнения $K_{уп}$ в слое			Твёрдость почвы $H$ и коэффициент её увеличения $K_{ут}$ в слое						Глубина следа $h$ , мм
			0-10 см	10-20 см	20-30 см	0-10 см	10-20 см	20-30 см	0-10 см		0-20 см		0-30 см		
									$H$ , кг/см <sup>2</sup>	$K_{ут}$	$H$ , кг/см <sup>2</sup>	$K_{ут}$	$H$ , кг/см <sup>2</sup>	$K_{ут}$	
Стерня сои 29.09.11 к-з "Луч", с. Ивановка Ивановского района	Вне следа GS 812C "Амур- Палессе"	25,0	0,996	1,228	1,375	—	—	—	9,22	—	13,40	—	15,67	—	—
			1,081	1,248	1,356	1,085	1,016	0,986	13,47	1,461	16,08	1,20	17,74	1,132	33,0
Стерня сои 05.10.11 агро- фирма "Парти- зан", с. Раздольное Тамбовского района	Вне следа "Енисей -1200PM" "Енисей - 958P" GS 812C "Амур- Палессе"	17,6	0,961	1,287	1,407	—	—	—	11,63	—	17,37	—	17,99	—	—
			1,022	1,216	—	1,063	0,945	—	16,57	1,425	20,27	1,167	20,31	1,129	31,0
			1,016	1,175	—	1,057	0,913	—	17,64	1,517	20,83	1,199	21,31	1,184	25,5
			0,998	1,334	—	1,038	1,036	—	17,39	1,495	19,42	1,118	19,53	1,086	26,0
Стерня сои 07.10.11 ООО "Погра- ничное", с. Нижняя Полтавка Кон- стантинов- ского района	Вне следа "Vector 450"Track" "Енисей - 958P" "Вектор 410"	22,6	0,865	1,163	—	—	—	—	9,95	—	14,28	—	15,53	—	—
			0,953	1,167	—	1,101	1,004	—	15,13	1,521	17,03	1,193	17,15	1,104	28,5
			0,963	1,233	—	1,113	1,060	—	14,21	1,428	18,08	1,266	19,21	1,237	26,0
			0,950	1,230	—	1,098	1,058	—	17,29	1,738	19,11	1,338	19,38	1,248	51,5

Достоверно установлено, что после прохода комбайнов прирост плотности почвы наблюдался лишь в слое 0-10 см. Уровень прироста плотности почвы не превысил допустимого значения  $0,1 \text{ г/см}^3$  [4]. Изменение твёрдости почвы наблюдалось во всех слоях почвы до 30 см. Коэффициент увеличения твёрдости почвы  $K_{\text{ут}}$  для комбайна GS 812C «Амур-Палессе» находится в диапазоне 1,132...1,461, а для комбайна «Vector 450 Track» – 1,104...1,521. Значение глубины следа не превысило допустимого по агротехническим требованиям 50 мм [5] и составило для комбайна GS 812C «Амур-Палессе»  $33,0 \pm 3,7$  мм, а для комбайна «Vector 450 Track» –  $28,5 \pm 1,1$  мм.

Полученные данные позволяют сделать вывод о том, что оцениваемые комбайны в данных условиях эксплуатации по воздействию на почву соответствуют современным требованиям (ГОСТ 26955-86), не оказывают значительного уплотняющего воздействия на почву, но, тем не менее, требуют доработки в плане дальнейшего улучшения своих опорных свойств.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Липкань, А.В. Проблемы и перспективы совершенствования зональных уборочно-транспортных машин высокой проходимости / А.В. Липкань // Вестник ДальГАУ. – Благовещенск: ДальГАУ, 2007. – Вып. 3. – С. 43-51
2. Липкань, А.В. К вопросу корректировки положения центра тяжести опытных зерноуборочных комбайнов на гусеничном ходу / А.В. Липкань // Механизация и электрификация технологических процессов в сельскохозяйственном производстве: сб. науч. тр. ДальГАУ. – Благовещенск: ДальГАУ, 2007. – Вып. 14. – С. 124-141
3. Самсонов, Р.Е. Результаты техногенного воздействия на почву ходовых систем уборочной техники в условиях Амурской области / Р.Е. Самсонов, В.И. Лазарев, А.В. Липкань // Механизация и электрификация технологических процессов в сельскохозяйственном производстве: сб. науч. тр. ДальГАУ. – Благовещенск: ДальГАУ, 2009. – Вып. 16. – С. 14-19
4. Русанов, В.А. Проблема переуплотнения почв движителями и эффективные пути её решения / В.А. Русанов. – М.: ВИМ, 1998. – 368 с.
5. Исходные требования к Зональной системе технологий и машин для производства продуктов растениеводства в Дальневосточном регионе России [текст] / под общ. ред. Ю.В. Терентьева [и др.]. – Благовещенск: ДальГАУ, 2007. – 166 с.