

УДК 629.027

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЯЕМЫХ СПОСОБОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ  
ВЕРТИКАЛЬНЫХ НАГРУЗОК НА ВЕДУЩИЕ КОЛЕСА ТРАКТОРА  
ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ТРАНСПОРТНЫХ РАБОТ

Хвастунов С.В., Прядкин В.И.

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования «Воронежский государственный  
лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова»

Email: [vip16.vgltu@mail.ru](mailto:vip16.vgltu@mail.ru)

**Аннотация:** В статье приведена сравнительная характеристика способов корректирования вертикальных нагрузок на колесах тракторно-транспортного агрегата с помощью гидродогружающих устройств, установленных в качестве штатных в раздельно-агрегатную гидросистему трактора.

**Ключевые слова:** тягово- сцепные свойства, гидрокорректирование, тяговое усилие, позиционно-силовой регулятор.

FEATURES OF THE APPLIED METHODS FOR REGULATING THE  
VERTICAL LOADS ON THE DRIVING WHEELS OF THE TRACTOR  
WHEN PERFORMING TRANSPORT WORK

Hvastynov S.V., Pryadkin V.I.

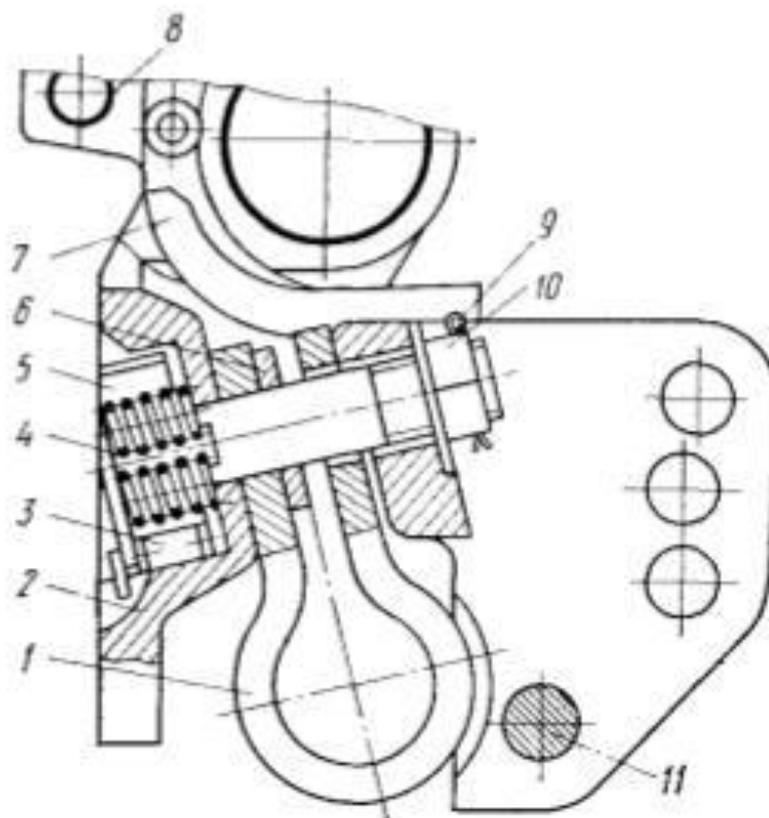
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education  
«Voronezh State Forestry University. G.F. Morozova»

Email: [vip16.vgltu@mail.ru](mailto:vip16.vgltu@mail.ru)

**Summary:** The article gives a comparative description of the methods for correcting vertical loads on the wheels of a tractor-transport unit using hydraulic loading devices installed as standard ones in a separate-aggregate tractor system.

**Keywords:** traction and hitching properties, hydraulic correction, traction force, position-power regulator.

Одним из способов повышения тягово-сцепных свойств колесных тракторов является увеличение сцепного веса за счет гидрокорректирования вертикальных нагрузок на колеса прицепного транспортного агрегата применением одного из автоматических устройств навески гидроувеличителя сцепного веса (ГСВ), силового (СП) или позиционного (ПП) регуляторов. Данные устройства представлены ниже на рисунке 1 [3, 4].

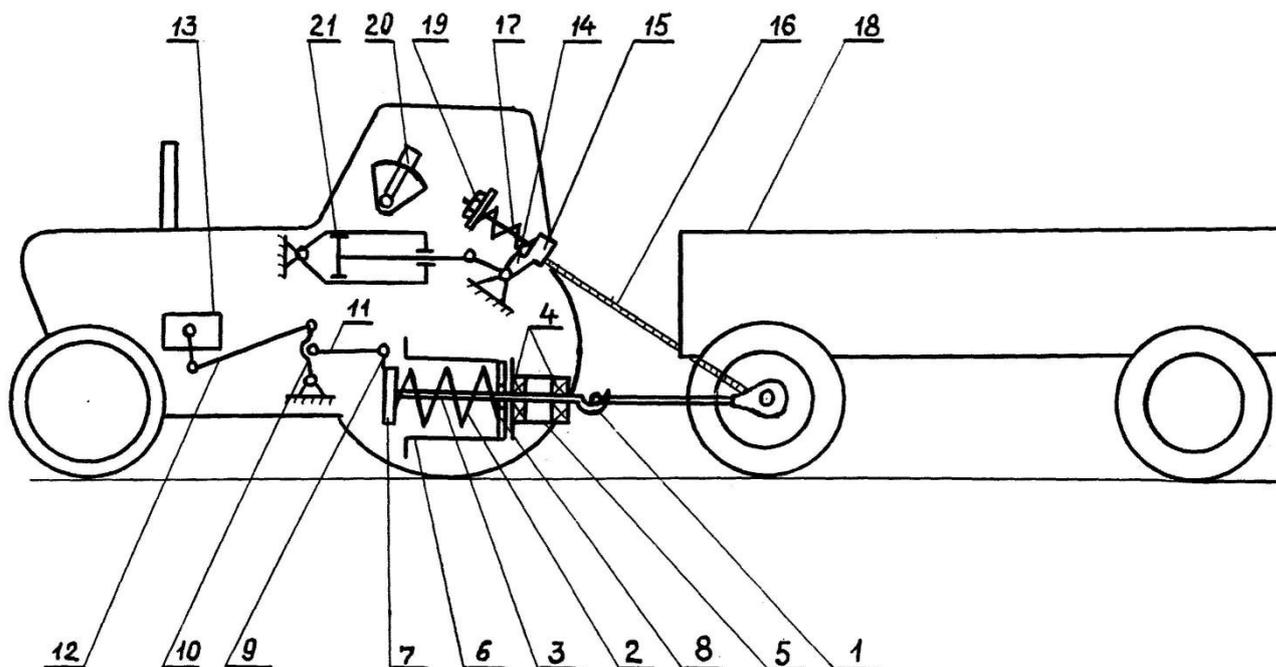


1 – пружина пластинчатая; 2 – кронштейн поворотного вала; 3 – ограничитель;  
 4 – пружина цилиндрическая; 5 – болт с направляющей; 6 – шайба; 7 – серьга для  
 присоединения переднего шарнира верхней тяги с поводком; S – втулка;  
 9 – шплинт; 10 – гайка; 11 – палец для крепления серьги к трактору

Рисунок 1 – Датчик силового регулятора двухстороннего действия

Раздельно-агрегатной гидронавесной системой, включающей выше указанные устройства оснащены универсально-пропашные тракторы Минского завода. Описываемый в данной статье агрегат состоит из широко распространенного в народном хозяйстве трактора МТЗ-80 и балластированного прицепа 2ПТС-4. Особенностью данного объекта, использованного при проведении выше указанных исследований, являлось наличие двух силовых связей: во-первых, через основную связь – дышло прицепа с прицепным устройством трактора, во-вторых, через дополнительную тросовую связь передней оси прицепа с подъемными рычагами навески трактора, наклоненную к горизонту и передающую усилие от давления масла в гидроцилиндре для создания догружающей силы на задние колеса трактора. Пример применяемой схемы дополнительной силовой связи представлен ниже (рис. 2) [5, 8, 9, 10].

Эффективность применения автоматического гидрокорректирования вертикальных нагрузок за счет перераспределения тяговых усилий между основ-



- 1 – сцепной крюк; 2 – демпфирующая пружина; 3 – шток; 4 – направляющие штока; 5 – задняя крышка; 6 – корпус; 7 – фиксатор пружины; 8 – дистанционная шайба; 9 – шарнир малой тяги; 10 – двуплечий рычаг; 11 – малая тяга; 12 – большая тяга; 13 – регулятор; 14 – подъемные рычаги навески; 15 – траверса; 16 – дополнительная связь; 17 – демпфирующая пружина дополнительной связи; 18 – прицеп; 19 – фиксатор верхнего наконечника троса; 20 – рукоятка управления СР (ПР); 21 – гидроцилиндр навески

Рисунок 2 – Схема догрузки ведущих колес транспортного агрегата

ной и дополнительной силовыми связями трактора с груженым прицепом по критериям производительности агрегата и удельного расхода топлива при использовании ГСВ, СР и ПР для некоторых дорожных условий в нижеуказанных публикациях [1, 2].

В данной статье дается оценка эффективности применения этих автоматических устройств, а также выявляется их влияние на изменение тягового усилия в основной и дополнительной силовых связях (усилие в дышле прицепа  $P_{кр}$  и в тросе  $P_m$ ), давления масла в гидроцилиндре навески  $P_ц$ .

Запись этих величин осуществлялась тензометрически. Датчиками являлись тензометрические звенья для замера усилий, датчик давления масла ТДД-100 и тензомездозы с пределом измерений 0-15 кН для определения вертикальных нагрузок на колеса.

Из записанных данных определены среднее значение  $m_x$ , среднее квадратическое отклонение  $\delta_x$  и коэффициент вариации  $v$  усилий и давления масла в гидроцилиндре. Эти результаты представлены в таблице 1. Результаты обра-

ботки осциллограмм мездоз (максимальной вертикальной нагрузки на колеса трактора и трактора и прицепа при наезде на мездозы колес) представлены в таблице 2.

Таблица 1

Способы гидродогрузки	$P_{кр}$			$P_m$			$P_{ц}$		
	$m_x$ , кН	$\delta_x$ , кН	$v$ , %	$m_x$ , кН	$\delta_x$ , кН	$v$ , %	$m_x$ , МПа	$\delta_x$ , МПа	$v$ , %
Без гидродогрузки	3,81	1,92	50,4	0	0	0	0	0	0
ГСВ	0,52	0,18	34,6	2,36	1,42	60,2	2,36	0,26	11,0
ПР	0,41	0,21	51,2	2,34	1,55	65,7	2,41	0,82	34,0
СР	1,47	0,72	49,0	1,66	1,08	64,6	1,68	0,42	25,0

Таблица 2 – Вертикальные нагрузки на колеса трактора

Способ гидродогрузки	Нагрузки на колеса, кН			
	трактора		прицепа	
	передние	задние	передние	задние
Без гидродогрузки	12,47	20,55	26,00	25,95
ГСВ	11,07	23,72	24,20	26,00
ПР	10,66	24,74	23,50	26,10
СР	11,39	22,95	24,66	25,95

Результаты тензометрических измерений показали, что при всех автоматических способах корректирования вертикальных нагрузок на колеса давлением масла в гидроцилиндре навески обеспечивается создание усилия  $P_m$  в дополнительной силовой связи и снижение усилия  $P_{кр}$ . Это приводит, по сравнению с работой без гидродогрузки, к увеличению вертикальной нагрузки на задние колеса трактора за счет частичной разгрузки передних колес трактора и прицепа.

Получено синхронное изменение  $P_{кр}$ ,  $P_m$  и  $P_{ц}$ . Так, при использовании СР увеличение усилия на крюке от заданного настройкой регулятора значения вызывает коррекцию на увеличение давления масла в гидроцилиндре, перемещение подъемных рычагов навески и дополнительное натяжение троса, что приводит к снижению  $P_{кр}$ , из-за этого деформация силового датчика регулятора уменьшается, золотник регулятора переводится в нейтральное положение, давление масла  $P_{ц}$  и усилие  $P_m$  стабилизируются. При уменьшении  $P_{кр}$  от заданного настройкой регулятора уровня происходит коррекция на снижение  $P_m$  и  $P_{ц}$ ,  $P_{кр}$  возрастает. Изменение  $P_{кр}$  осуществляется в пределах нечувствительности силового регулятора.

В количественном отношении догружающий эффект для разных способов регулирования неодинаков. Наибольший эффект по гидродогрузке, определяемый по

средним значениям замеряемых показателей получен при использовании ПР и ГСВ. Среднее тяговое усилие  $P_{кр}$  без гидродогрузки получено равное 3,81 кН, для обеспечения наибольшего догружающего эффекта, когда  $P_{кр}$  близко к нулю, давление масла в гидроцилиндре не превышало 2,5 МПа. Что было достигнуто за счет использования ПР и СР. Силовой способ регулирования при его максимальной догружающей настройке (рукоятка управления регулятором установлена начале сектора) обеспечил меньший догружающий эффект, чем при ГСВ и ПР, среднее значение  $P_{кр}$  составило 1,47 кН. Это вызвано повышенной нечувствительностью СР, выявленной его стендовыми испытаниями. Так как буксование ведущих колес трактора на испытуемом почвенном фоне (сухой рыхлый песчаный грунт) не превышает допустимого по максимуму уровня тягового КПД (у колесных тракторов допустимое буксование принимают равным 12 ... 16 %), то нет необходимости иметь полную тяговую разгрузку по основной силовой связи (через дышло прицепа).

Наименьшее колебание всех параметров (табл. 1) получено при использовании ГСВ, снижение колебаний при силовом регулировании, как показывает опыт наших исследований, можно достигнуть уменьшением нечувствительности СР и корректирование его скорости срабатывания. При использовании ПР получены более высокие значения  $\delta_x$ , чем при ГСВ и СР, что вызвано влиянием неровностей поверхности поля на продольно-угловые колебания трактора и прицепа. Последнее приводит к изменению всех силовых параметров, если не корректировать в процессе работы агрегата положение подъемных рычагов навески.

Догрузка ведущих колес трактора за счет использования вышеуказанных трех догружающих устройств получена в пределах 2,4-4,2 кН, примерно такое же значение имеет суммарная разгрузка передних колес трактора и прицепа (табл. 2), что свидетельствует о достоверности полученных результатов.

### **Выводы**

1 При увеличении усилия  $P_m$  в дополнительной силовой связи усилие на крюке  $P_{кр}$  снижается.

2 При работе агрегата в режиме коррекции возрастает нагрузка на задние колеса трактора за счет частичной разгрузки передних колес трактора и прицепа.

3 На примере применения гидрорегулятора сцепного веса, силового и позиционного регулирований при коррекции вертикальных нагрузок результаты испытаний свидетельствуют о том, что при наличии двух силовых связей трактора с прицепом (основной и дополнительной, наклоненной к горизонту), перераспределение между ними тяговых усилий для повышения сцепления ве-

душих колес с почвой может быть достигнуто использованием любого из трех автоматических устройств навески трактора (ГСВ, СР и ПР); повысить эффективность силового регулятора можно снижением его нечувствительности и выбором рационального значения скорости срабатывания.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Гребнев, В. П. Нагруженность трансмиссии технологического агрегата / В. П. Гребнев, В. И. Прядкин // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2000. – № 3. – С. 34-36.

2 Гребнев В. П., Бочаров А. В. Эффективность автоматического корректирования вертикальных нагрузок на колеса тракторного транспортного агрегата // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2001, № 7. – С. 5- 7.

3 Поливаев, О. И. Тракторы и автомобили. Конструкция : учебное пособие / О. И. Поливаев, В. П. Гребнев, А. В. Ворохобин, А. В. Божко ; под. общ. ред. О. И. Поливаева. – М. : КРОКУС, 2013. – 252 с.

4 Тракторы МТЗ-80 и МТЗ-82 / Учебники и учеб. пособия для подгот. Кадров массовых профессий. – М., «Колос», 1975. – Т 65 – 248 с.

5 Щитов С. В., Бумбар И. В., Кузнецов Е. Е., Евдокимов В. Г. Перераспределение сцепного веса в звене «Прицеп – колесное энергетическое средство» тракторно-транспортного агрегата // Дальневосточный аграрный вестник. – 2017 – № 2.

6 Щитов С. В., Кузнецов Е. Е., Панова Е. В., Шарипова Т. В., Кузин В. Ф. Повышение тягово-сцепных свойств тракторно-транспортных агрегатов за счет использования межколесного регулятора // Дальневосточный аграрный вестник. – 2017 – № 2.

7 Городецкий К. Н., Лавлинский А. М., Алендеев Е. М. Нагружение трактора на тяговых испытаниях при силе тяги, поставленной под углом // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2016. – № 8.

8 Пат. 2297938 РФ, МПК В62D 53/04. Сцепное устройство для соединения колесного трактора с прицепом / В. П. Гребнев, В. И. Панин, А. В. Ворохобин (Россия) – 5 с.

9 Пат. 2137652 РФ, МПК В62D 53/04. Устройство для повышения проходимости колесных тракторов при работе с прицепами / В. П. Гребнев, В. И. Панин, А. В. Бочаров (Россия) – 3 с.

10 Пат. 2190549 РФ, МПК В62D 53/04. Устройство для повышения проходимости колесных тракторов при работе с двухосными прицепами / В. П. Гребнев, В. И. Панин, С. В. Хвастунов (Россия) – 3 с.