

Проверка модели на адекватность по критерию Фишера показала, что $F_{расч} < F_{табл}$ - представленная модель адекватно описывает полученные данные по определению эффективной вязкости при 95%-ной доверительной вероятности.

Проанализировав графики, можно сделать следующие выводы:

1. При уменьшении частоты и амплитуды колебаний эффективная вязкость материала увеличивается. Но возможно такое сочетание параметров вибрации (амплитуды и частоты), при котором дисперсный сыпучий материал переходит в виброкипящее состояние, характеризующееся минимальной вязкостью.

2. С увеличением высоты слоя вязкость увеличивается, что обусловлено ростом давления материала на исследуемую область и затуханием силового импульса.

3. При изменении расположения струны по высоте слоя вязкость принимает максимальное значение в нижней части объема дисперсного сыпучего материала, вследствие давления вышележащих слоев.

Библиографический список

1. Урьев Н.Б. Высококонцентрированные дисперсные системы / Н.Б. Урьев. М.: Химия, 1980. 320 с.

2. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа / Л.Г. Лойцянский. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Наука, 1978. 736 с.

3. Таблицы планов эксперимента для факторных и полиномиальных моделей (справочное издание) / В.З. Бродский, Т.И. Голикова, Е.П. Никитина и др. М.: Металлургия, 1982. 752 с.



УДК 631.372:631.4

С.А. Белокурено,
И.О. Гейнрих



ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ С УЧЕТОМ УПЛОТНЯЮЩЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ХОДОВЫХ СИСТЕМ НА ПОЧВУ

Интенсификация сельскохозяйственного производства, стремление к повышению производительности труда вызвали необходимость создания машин и орудий большой мощности и массы. За последние двадцать лет масса тракторов, например, в расчете на единицу площа-

ди пашни, увеличилась почти в 3 раза. Причем это были колесные трактора с удельным давлением 0,7-1,1 кг/см², а у современных энергонасыщенных колесных тракторов оно выше в 1,5-2 раза.

Исследования Почвенного института им. В.В. Докучаева, Всесоюзного науч-

но-исследовательского института механизации сельского хозяйства, Московской сельскохозяйственной академии им. К.А. Тимирязева, Украинского научно-исследовательского института механизации сельского хозяйства, проведенные в различных регионах страны на почвах разного механического состава, показали, что даже при однократном проходе тяжелых колесных тракторов плотность пахотного слоя почвы возрастает на 20-40%, уплотняющие деформации ее распространяются на глубину 40-60 см, а в отдельных случаях - до 1 м. При этом разрушается ее структура [1].

Для большинства сельскохозяйственных культур оптимальная плотность почвы находится в пределах 1,1-1,3 г/см³. Под воздействием ходовых систем техники она повышается до критических величин - 1,4-1,6 г/см³ и более. Установлено, что даже после одного прохода трактора К-700 и Т-150К черноземные почвы Кубани не восстанавливают плотность до исходного состояния в течение года. Следовательно, идет процесс накопления уплотнения, что ведет к снижению ее влагоемкости и способности удерживать влагу, возрастанию скорости испарения, усилению стока талых и ливневых вод, повышению возможности возникновения водной и ветровой эрозии, ухудшению пищевого и воздушного режимов. В конечном счете, это снижает эффективное и потенциальное плодородие почв и урожайность сельскохозяйственных культур.

По данным Почвенного института им. В.В. Докучаева, даже однократное сплошное «покрытие» оптимально влажной дерново-подзолистой почвы следами колес тракторов К-700 и Т-150К снижает урожайность ячменя на 25%. Ученые Всесоюзного научно-исследовательского института механизации сельского хозяйства установили, что повышение плотности кубанских черноземов при проходах тяжелых колесных тракторов снижает урожай различных культур на 15-45%. А ведь поля при уборке сахарной свеклы, картофеля, кукурузы неоднократно «покрываются» следами ходовых систем и практически не отличаются от грунтовых дорог. При вспашке таких полей, по существу, снимается верхний слой почвы в виде «стружки».

Подпахотный же горизонт годами не затрагивается, в нем идет накопление переуплотнения со всеми негативными последствиями. Это является, видимо, одной из главных причин того, что даже короткий период без дождя в ряде зон растения переносят с трудом из-за резкого ухудшения водно-воздушного режима почв [1].

Допустимое для большинства почв удельное давление на них составляет 0,4-0,5 кг/см² и предельное - 1,0-1,5 кг/см² [2]. Однако современные колесные трактора, а также транспортные средства оказывают давление до 3-4 кг/см² и выше.

В процессе уплотнения почвы уменьшается не только общий объем пор, но и их размер. Но корневые волоски растений не могут расти, если поры по размеру менее 10 мкм. По данным И.Б. Ревута, при увеличении плотности мощного тяжелосуглинистого чернозема с 1,0 до 1,6 г/см³ содержание пор размером более 60 мкм уменьшалось с 13,3 до 1,1%.

Уплотненная почва плохо впитывает и фильтрует влагу, а это при ливневых осадках способствует усиленному поверхностному стоку и смыву, а в итоге снижению обеспеченности растений влагой и пищей. Таким образом, создаются условия для усиления действия засухи. Так, в исследованиях НИИ сельского хозяйства Центрально-черноземной полосы им. В.В. Докучаева (М.А. Шпилов) на обыкновенных черноземах на уплотненной почве водопроницаемость пахотного слоя составляла 0,3-1,13 мм/мин, а на уплотненной она снижалась до 0,009-0,012 мм/мин. Вследствие этого вода, поступающая с осадками, стекала в микропонижения, задерживалась на поверхности и быстро испарялась. После уплотнения влажной почвы и в период достаточного количества осадков испарение из плотной почвы было выше, чем из уплотненной, на 0,5-1,0 мм/сут. [3].

В опытах Омского сельскохозяйственного института (В.Н. Слесарев) на выщелоченном средне- и тяжелосуглинистом черноземе также отмечались ухудшение параметров плотности почвы и снижение урожайности яровой пшеницы при уплотнении почвы движителями различных тракторов [3].

Подпахотный слой почвы постоянно находится в уплотненном состоянии и практически не способен к естественному разуплотнению. Применение энергонасыщенных тяжелых тракторов и самоходных машин значительно усиливает уплотнение его на большую глубину, а при систематической обработке почвы на одну глубину образуется плужная подошва. При этом водопроницаемость нижних слоев почвы резко падает, что приводит к снижению ее биологической активности, ухудшению деятельности дождевых червей, многоножек, мокриц, личинок долгоножек и других живых агентов почвообразования. Поэтому переуплотнение подпахотных слоев почвы даже опаснее, чем пахотного слоя, оно еще больше ухудшает условия жизни сельскохозяйственных растений.

Исследованиями установлена прямая зависимость между уплотнением почвы и ростом энергозатрат на ее обработку, снижением технологических качеств. В течение 23 лет в Северо-Кавказском филиале Всесоюзного НИИ механизации сельского хозяйства изучали влияние уплотнения почвы на сопротивление ее при обработке плугом. Удельное сопротивление обработке почвы на глубину 20-22 см по следам гусеничных и легких колесных тракторов было выше на 12-25%, чем вне следов, по следам тракторов Т-150К и К-701 - на 44%, автомобилей и комбайнов — на 60-64%, транспортных тракторных агрегатов с прицепами - на 72-90%. При этом ухудшается качество крошения пласта почвы. Если вне следов степень крошения пласта составила 67%, то по следам тракторов Т-150К - 83%, К-701 - 56% (И.С. Рабочев) [3].

В полевых условиях корни сельскохозяйственных культур занимают обычно менее 1% объема почвы, тогда как общая порозность составляет 35-50% и более. Теоретически при любом уплотнении корни должны найти себе достаточно места в поровом пространстве, поскольку редко путем уплотнения удастся уменьшить порозность на 10% и более. И все же на практике даже относительно небольшое уплотнение сильно ограничивает рост корней в длину, они развиваются слабее и располагаются ближе к поверхности почвы.

Неблагоприятно складываются в уплотненной почве и микробиологические условия для роста корней. Все это говорит о необходимости уменьшения воздействия движителей тракторов на почву [3].

Разработка и быстрее внедрение комплекса мер по снижению уплотняющего воздействия ходовых систем тракторов и сельхозмашин на почву является в настоящее время актуальной задачей. Этот комплекс сейчас известен, он включает три группы:

1. Технологическое, заключающееся в совершенствовании технологии возделывания сельскохозяйственных культур, включая уменьшение числа проходов, рациональную маршрутизацию движителя машин, применение комбинированных и широкозахватного агрегатов, минимальную обработку почвы, устройство постоянных полос для проезда техники, использование перегрузочной технологии при взаимодействии с транспортными средствами и др.

2. Агрономическое, заключающееся в повышении способности почвы противостоять уплотняющим и сдвигающим нагрузкам благодаря внесению органических удобрений и соблюдению всех качественных показателей при обработке почвы, введении дополнительных операций разуплотнения (глубокого рыхления).

3. Конструкторское, заключающееся в совершенствовании тракторов, сельскохозяйственных машин и их движителей в направлении устранения или снижения вредного воздействия на почву. Оно обеспечивает сохранение почвы от переуплотнения в условиях невозможности применения первых двух методов.

Среди этих приемов можно выделить приемы, уменьшающие контактное воздействие движителя тяговой машины на почву.

На практике центр давления МТА редко совпадает с центром опорной поверхности. В связи с этим эпюра нормальных давлений на почву может иметь вид, представленный на рисунке 1. Наиболее приемлемым является вариант, когда нагрузка на осях одинаковая (рис. 1).

При работе современного энергонасыщенного трактора создается неравномерное, значительное тяговое усилие, которое, в свою очередь, создает оп-

рокидывающий момент, и максимальное давление эпюры смещается к задней оси. При равномерном распределении нагрузки по осям площадь опорной поверхности могла бы обеспечить приемлемое давление на почву, но на практике такой вариант встречается крайне редко.

Одним из перспективных путей уменьшения воздействия движителей на почву является способ стабилизации оптимальной эпюры давления на опорную поверхность ведущей частью движителя тягового средства путем полного или

частичного уравнивания результирующего опрокидывающего момента от силы тяжести и тягового сопротивления машины-орудия перенеся часть веса почвообрабатывающего орудия на трактор.

В зависимости от нагрузки на крюке будет создаваться момент обратного направления (через гидроцилиндр навесного устройства), поддерживающий эпюру, близкую к оптимальной. Принцип действия предлагаемого устройства аналогичен ГСВ (гидроувеличителя сцепного веса) тракторов МТЗ.

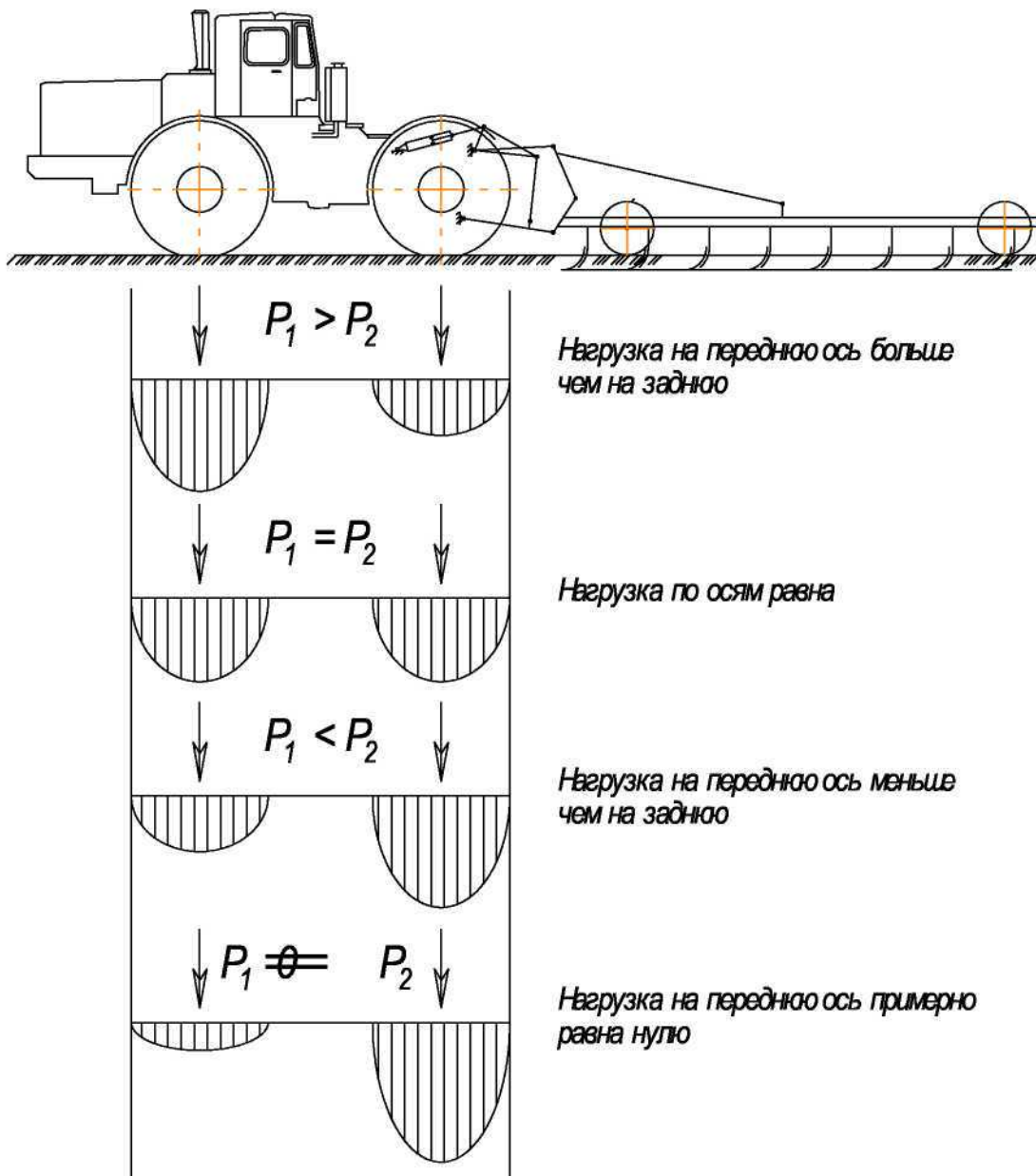


Рис. 1. Эпюры нормальных давлений движителя на почву

На рисунках 2, 3 представлены некоторые возможные нагрузки на осях МТА (К-700 + ПН-8-35) для различных нагрузочных режимов и различных давлениях создаваемых ГСВ.

Таким образом, расчеты показывают, что работа с предлагаемым устройством выравняет нагрузки по осям, то есть при давлении в силовом гидроцилиндре 3,73 МПа эпюра давления становится наиболее оптимальной при этом давление на опорные колеса плуга уменьшается с 19,2 кН до 5,26 кН, что,

в свою очередь, уменьшит сопротивление перемещению, уплотнение почвы и износ ступиц. Давление в гидроцилиндре навесного устройства можно автоматически менять в зависимости от нагрузочного режима МТА.

Следовательно, введение относительно недорогого, отработанного, серийно выпускаемого ГСВ позволит оптимизировать нагрузку по осям, уменьшив отрицательное воздействие ходовых систем на почву.

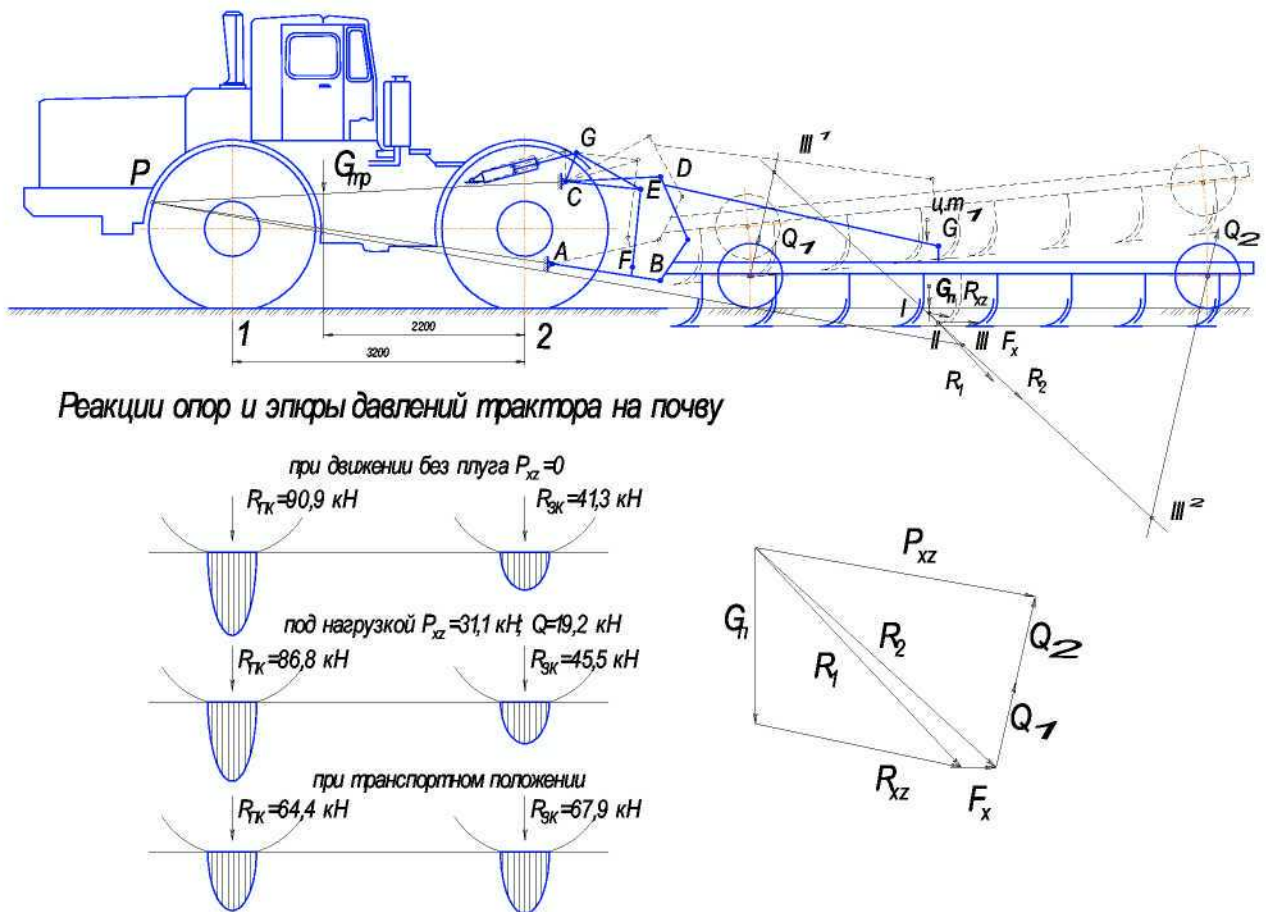


Рис. 2. Реакции движителя и эпюры нормальных давлений на почву для различных нагрузочных режимов МТА

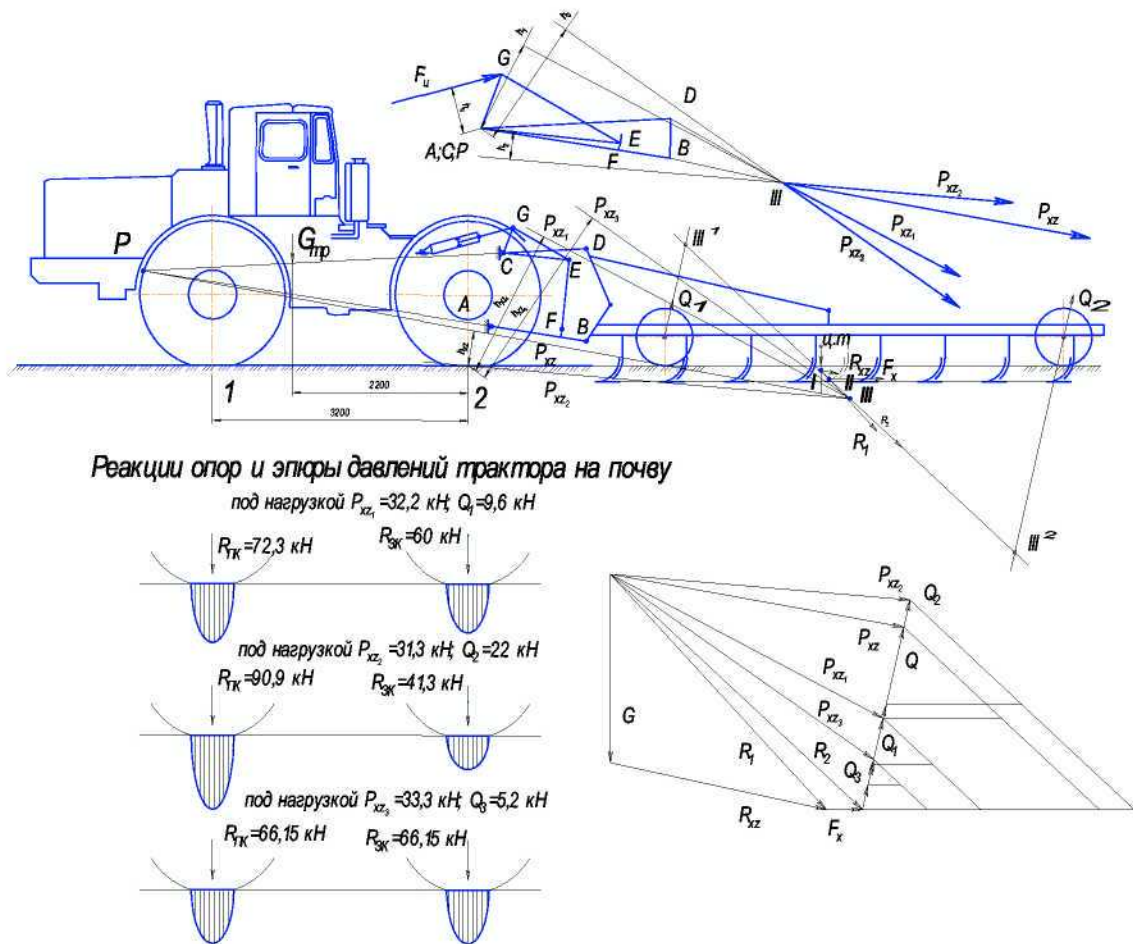


Рис. 3. Реакции движителя и эпюры нормальных давлений на почву для различных нагрузочных режимов МТА

Библиографический список

1. Воробьев Г.Я. Беречь почву от переуплотнения техникой / Г.Я. Воробьев // Земледелие. 1987. № 9. С. 15-16.
 2. ГОСТ 26955-86. Техника сельскохозяйственная мобильная. Нормы допустимого воздействия движителей на почву.

3. Макаров И.П. Долг ученых / И.П. Макаров // Земледелие. 1987. № 9. С. 17-18.
 4. Распределение нормальных напряжений в средах с различными характеристиками / В.А. Русаков, П.Н. Джугра // Труды почвенного института им. Докучаева. Влияние сельскохозяйственной техники на почву. М., 1984.

