

УДК 631.372

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки, сельскохозяйственные науки)

ИССЛЕДОВАНИЕ АГРОТЕХНИЧЕСКОЙ ПРОХОДИМОСТИ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА «VECTOR-410» НА ШИНАХ Ф-161

¹Кравченко Владимир Алексеевич
доктор технических наук, профессор
РИНЦ SPIN-код = 9983-4293
E-mail: a3v2017@yandex.ru

¹Кравченко Людмила Владимировна
доктор технических наук, доцент
РИНЦ SPIN-код = 9684-8955
e-mail: lyudmila.vl.kravchenko@yandex.ru

²Магомедов Фахретдин Магомедович
доктор технических наук, профессор
РИНЦ SPIN-код = 4768-7736
E-mail: fahr-59@yandex.ru

²Меликов Иззет Мелукович
кандидат технических наук, доцент
РИНЦ SPIN-код=3194-9952
E-mail: izmelikov@yandex.ru

²Салатова Джаминат Абдурахмановна,
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
РИНЦ SPIN-код=6924-8809
E-mail: djsalatova@yandex.ru

¹ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», г. Ростов-на-Дону, Россия

²ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный аграрный университет имени М.М. Джамбулатова, г. Махачкала, Россия

Цель исследований – проверка агротехнической проходимости комбайна «Vector-410» при уборке зерновых колосовых. Объект исследования – процесс воздействия на почву комбайна «Vector-410» ведущими колёсами на шинах модели Ф-161 при уборке зерновых колосовых. При проведении исследований был применён экспериментальный метод, при котором использовался измерительный комплекс «шинный тестер», а также авто-тракторные весы, планиметр, датчики давлений и напряжений, сушильные шкафы, весы аптекарские, осциллограф К-12-22, персональный компьютер и т.д. Агротехническая проходимость комбайна «Vector-410» осуществлялась при уборке озимой пшеницы с выполнением условий ГОСТ 20915-2011 и ГОСТ 7057-2001. Установлено по стандартным методикам, что по максимальным давлениям (208,4 кПа) и нормальным напряжениям на глубине почвы 0,5 м (81...85

UDC 631.372

4.3.1. Technologies, machinery and equipment for the agro-industrial complex (technical sciences, agricultural sciences)

STUDIES ON THE AGROTECHNICAL PATENCY RATE OF «VECTOR-410» HARVESTER WITH F-161 TIRES

¹Kravchenko Vladimir Alekseevich
Doctor of Technical Sciences, Professor
RSCI SPIN code = 9983-4293
E-mail: a3v2017@yandex.ru

¹Kravchenko Lyudmila Vladimirovna
Doctor of Technical Sciences, Associate Professor,
RSCI SPIN-code = 9684-8955
e-mail: lyudmila.vl.kravchenko@yandex.ru

²Magomedov Fakhretdin Magomedovich,
Doctor of Technical Sciences, professor
RSCI SPIN – code 4768-7736
E-mail: fahr-59@yandex.ru

²Melikov Izzet Melukovich,
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
RSCI SPIN – code=3194-9952
E-mail: izmelikov@yandex.ru

²Salatova Dzhaminat Abdurakhmanovna,
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, RSCI SPIN – code=6924-8809
E-mail: djsalatova@yandex.ru

¹FSBEI HE «Don state technical university», Rostov-on-Don, Russia.

²FSBEI HE «The Dagestan state agrarian University named after M.M. Dzhambulatov», Makhachkala, Russia.

The purpose of the study is to assess the main indices characterizing the agrotechnical patency of the fourth generation of Vector-410 domestic grain harvester. The object of the study is the process of influence of "Vector-410" harvester drive wheels on agrophone. In the study an experimental method with the use of the original design of the "tire tester" measuring complex and other measuring and recording equipment has been used. Assessment of the agrotechnical patency rate of the Vector-410 harvester has been carried out when harvesting winter wheat compliance with the requirements of GOST 7057-2001 and GOST 20915-2011. It has been established that according to the maximum pressures (208.4 kPa) and normal stresses (81... 85 kPa) at 0.5 m soil depth, the Vector-410 harvester, when equipped with F-161 tires does not meet the requirements of GOST R 58655-2019 (not more than 25... 50 kPa). Therefore, it is necessary to install tires of a different design on

кПа), комбайн «Vector-410» на ведущих колёсах с шинами Ф-161 превышает нормативы, установленные ГОСТом Р 58655-2019: то есть комплектовать движители комбайна «Vector-410» следует шинами радиальными или диагонально-параллельными. Однако прямые измерения значений нормальных напряжений в почве (17 кПа) по следу ведущих колёс комбайна, показывают, что шина Ф-161 может устанавливаться на движители комбайна «Vector-410», при его работе в Ростовской области на чернозёмной почве. Кроме того вычисленный по данным изменения плотности сложения почвенного покрова по следу левого ведущего колеса, как наиболее нагруженного, комбайна «Vector-410» коэффициент уплотнения пахотных слоёв в сравнении с агрофоном не превышает значение 1,1, а в подпахотных слоях почвы, особенно на глубине 0,5 м, – практически равен единице. Причём, фактическая величина плотности сложения почвы по следам движителей комбайна на шине Ф-161 во всех слоях не выходит за пределы её равновесного значения. Следует признать, что методика ГОСТ 26954-2019 не является совершенной и требует уточнения

Ключевые слова: КОЛЁСНАЯ МОБИЛЬНАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ТЕХНИКА, КОЛЁСНЫЙ ДВИЖИТЕЛЬ, ШИНА, ПОКАЗАТЕЛИ АГРОТЕХНИЧЕСКОЙ ПРОХОДИМОСТИ, МАКСИМАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ, НАПРЯЖЕНИЕ В ПОЧВЕ

the drive wheels of the "Vector-410" harvester. However, direct measurements of the values of normal stresses (17 kPa) in the soil in the tracks of harvester drive wheels show that the F-161 tire can be installed on the propulsors of the Vector-410 harvester, when it works on Chernozem type of soil in the Rostov region. In addition, the obtained data on the change in the density of soil composition in the tracks of the most loaded propulsors of Vector-410 harvester compared to the agrophone have showed the average coefficient of arable horizon compaction not higher than 1.1, and in the sub-arable horizons of the soil, especially for layers located at 0.5 m depth, is almost one. Moreover, the actual value of the soil density in the tracks of harvester propulsors with the F-161 tire in all layers does not go beyond the limits of its equilibrium value. It should be admitted that the GOST 26954-2019 method is not perfect and requires clarification

Keywords: WHEELED MOBILE AGRICULTURAL MACHINERY, WHEELED PROPULSOR, TIRE, INDICES OF AGROTECHNICAL PATENCY RATE, MAXIMUM PRESSURE, STRESS IN THE SOIL

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-201-019>

Введение. Основной задачей, стоящей перед работниками агропромышленного комплекса, является повышение эффективности производства продукции для населения и необходимого для промышленности сырья, обеспечивая продовольственную безопасность и независимость страны. Согласно стратегии устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации до 2030 года повышение эффективности производства сельскохозяйственной продукции требует решения технического перевооружения за счёт внедрения новой и усовершенствованной мобильной сельскохозяйственной техники (МСТ) [1]. Наибольшее распространение в Российской Федерации получили МСТ на колёсных движителях [1].

На полях нашей страны, в том числе и в Ростовской области, при уборке зерновых культур используются высокопроизводительные комбай-

<http://ej.kubagro.ru/2024/07/pdf/19.pdf>

ны отечественного производства, в том числе и «Vector-410», обладающие большой переменной массой. А это является для сельскохозяйственного производства серьёзной **проблемой**, так как высокая масса МСТ негативно сказывается на изменении структуры и свойств почвы агрофонов, что приводит, в конечном счёте, к снижению её плодородия [2].

В соответствии с современными требованиями к движителям МСТ машин целесообразно оценивать их по агротехнической проходимости на разных по типу и влажности почвах.

Согласно ГОСТ Р 58655-2019 показателями агротехнической проходимости являются максимальное давление на почву движителей и возникающие в почве на глубине 0,5 м напряжения после прохода МСТ.

Однако следует учитывать тот факт, что плотность сложения (объёмная масса) почвы, являясь одним из основных регуляторов доступности питательными веществами корнями растений [3], многие учёные-почвоведы считают главным показателем, характеризующим потенциальное плодородие агрофона. Ими для всех типов почв определены значения предельной и допустимой равновесной величины этого показателя. Например, для предкавказского карбонатного чернозёма они соответственно составляют $1,45 \text{ г/см}^3$ и $1,25...1,27 \text{ г/см}^3$ до $1,30 \text{ г/см}^3$. Наиболее благоприятная для произрастания большинства сельскохозяйственных культур величина плотности сложения чернозёма равна $1,15...1,17 \text{ г/см}^3$. Следовательно, в зависимости от убираемой культуры – кормовая с последующим её произрастанием и новым скашиванием или зерновая – допускаемое значение плотности сложения почвы в условиях Ростовской области может быть соответственно $1,17 \text{ г/см}^3$, или $1,27 \text{ г/см}^3$ [3]. То есть, эти данные значения плотности сложения являются основными при оценке агротехнической проходимости зерноуборочных комбайнов в указанной зоне.

Целью исследований данной работы является оценка основных по-

казателей агротехнической проходимости отечественного зерноуборочного комбайна «Vector-410» при уборке зерновых колосовых.

В качестве **объекта исследования** рассматривались процесс воздействия на почву комбайна «Vector-410» ведущими колёсами на шинах модели Ф-161 при уборке зерновых колосовых.

Методы и материалы исследований. При исследовании нами был принят *экспериментальный метод* с применением измерительного комплекса оригинальной конструкции «шинный тестер» [4], а также автотракторных весов, планиметра, малогабаритных потенциометрических датчиков измерения давлений движителя на почву и напряжений, возникающих в различных слоях почвы после прохода движителя, сушильных шкафов, весов аптекарских, осциллографа К-12-22, персонального компьютера и т.д.

На колёса ведущего моста ходовой системы зерноуборочного комбайна «Vector 410» четвёртого поколения могут устанавливаться шины модели Ф-161 (таблица 1).

Таблица 1 – Характеристика шины модели Ф-161

| № п/п | Параметры шины | Ед. изм. | Значение параметров |
|-------|--------------------------------------|----------|---------------------|
| 1 | Масса, приходящаяся на шину | кг | 6150 |
| 2 | Внутришинное давление воздуха | кПа | 171 |
| 3 | Наружный диаметр | мм | 1640 |
| 4 | Ширина профиля | | 712 |
| 5 | Высота профиля в свободном состоянии | | 486 |
| 6 | Высота профиля под нагрузкой | | 360 |
| 7 | Шаг грунтозацепов | | 250 |
| 8 | Высота грунтозацепов | | 55 |
| 9 | Статический радиус | | 690 |
| 10 | Относительная радиальная деформация | % | 25,9 |

Для поддержания максимальной нагрузки, которая создаётся при полных бункере и копнителе на левое колесо ведущего моста комбайна, производилось заполнение бункера и коппителя комбайна балластными грузами. Такая же нагрузочная масса создавалась на колесо с шиной моде-

ли Ф-161 и при его установке на «шинный тестер» для исследования процесса взаимодействия протектора испытываемой шины с агрофоном.

При исследовании на агротехническую проходимость зерноуборочного комбайна «Vector 410» и его ведущего колеса на шине Ф-161 строго выполнялись условия по ГОСТ 20915-2011 и ГОСТ 7057-2001 (таблица 2).

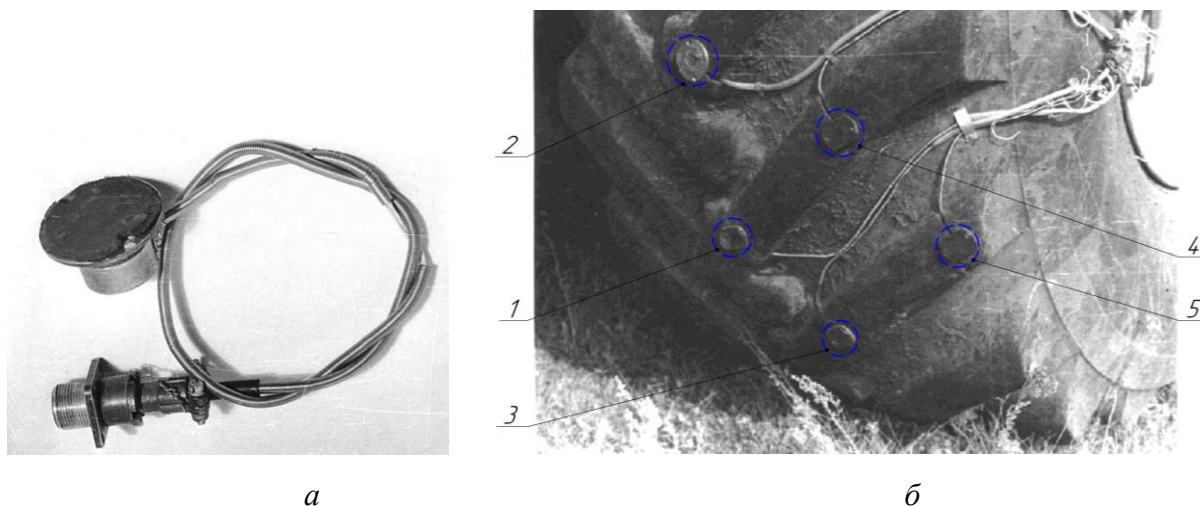
Движение комбайна и «шинного тестера» осуществлялось со скоростью 5...6 км/ч. Расстояние между соседними проходами 5...6 м.

Максимальные нормальные давление шин Ф-161 на поверхность агрофона и напряжения в почве на глубине 0,5 м под одиночным движителем определялись двумя способами: по стандартной методике (см. ГОСТ Р 28656-2019 и ГОСТ 26954-2019) и специальной методике.

Таблица 2 – Характеристика поля на стерне озимой пшеницы

| № п/п | Показатели | | Значения |
|-------|---|---------|----------|
| 1 | Микрорельеф поля, мм | | 4,8 |
| 2 | Высота стерни, см | | 10 |
| 3 | Наличие пожнивных остатков, % | | 3...4 |
| 4 | Влажность почвы в слоях, % | 0...10 | 16,0 |
| | | 10...20 | 18,5 |
| | | 20...30 | 17,5 |
| | | 30...40 | 18,7 |
| | | 40...50 | 21,1 |
| 5 | Плотность сложения почвы в слоях, г/см ³ | 0...10 | 1,11 |
| | | 10...20 | 1,18 |
| | | 20...30 | 1,19 |
| | | 30...40 | 1,24 |
| | | 40...50 | 1,26 |

Специальная методика предусматривала установку малогабаритных потенциометрических датчиков (рисунок 1 а) на протекторе шин между экваториальной и плечевой зонами (рисунок 1 б).



1, 2, 3, 4, 5 – места размещения датчиков на шине ведущего колеса

Рисунок 1 – Общий вид датчиков для измерения давления комбайна на почвенное основание (а) и их установка на шине ведущего колеса (б)

Длина участка для исследования агротехнической проходимости комбайна была 400...500 м, что обеспечивало 50...60-ти кратную повторяемость измерений.

При определении значений средних давлений пневматического колеса на почву производился долевой учёт показаний всех установленных на шине датчиков. То есть, величина среднего давления определялась графоаналитическим интегрированием данных записей сигналов от каждого датчика.

При вычислении средних давлений на почвенное основание на грунтозацепах $q_{\text{выст}}$ и во впадинах и $q_{\text{вп}}$ нами предварительно была разделена площадь контакта по её длине от 20-ти до 24-х участков (в зависимости от места расположения датчика), и тогда:

$$q_{\text{выст}} = \frac{\sum q_i^{\text{выст}} \cdot l_i \cdot S_i}{\sum l_i \cdot S_i}, \quad (3)$$

$$q_{\text{вп}} = \frac{\sum q_i^{\text{вп}} \cdot l_i \cdot S_i}{\sum l_i \cdot S_i}, \quad (4)$$

где l_i , S_i – соответственно длина и ширина конкретной площадки.

Среднее давление $q_{\text{ср}}$ шины на почву рассчитывалось, учитывая выражения (3 и 4), по зависимости:

$$q_{\text{ср}} = \frac{q_{\text{выст}} \cdot F_{\text{выст}} + q_{\text{вп}} \cdot F_{\text{вп}}}{F_{\text{выст}} + F_{\text{вп}}}. \quad (5)$$

При измерении напряжений прямым способом в слоях почвы от 5 до 50 см (см. по чертежу на рисунке 2) применялись специальные датчики 1 (рисунок 2 а), которые устанавливались с небольшим натягом в специальные углубления 2 (рисунок 2 б), сделанные в вертикально расположенной скважине 3.

После установки в специальных углублениях (нишах) 2 датчиков и вывода измерительных проводов 4 на поверхность поля к записывающему устройству 5 скважина 3 закупоривалась безззорно заглушкой 6. Это было необходимо для исключения осыпания почвы внутрь скважины при проходе над ней мобильного средства или «шинного тестера».

Вертикальные скважины на участке проведения испытаний выполнялись по одной линии с расстоянием между ними 25...30 м. При движении комбайна, или «шинного тестера» испытываемое колесо продольной осью перемещалось над скважиной, в которой располагались датчики напряжений. Запись показаний датчиков напряжений производили на расстоянии 10...12 м до подхода к первой скважине комбайна или «шинного тестера», а оканчивали её по мере удаления их от последней скважины на такое же расстояние. Таким образом, получалась тридцатикратная повторяемость при одном варианте измерений напряжений.

Первичным материалом при определении давления ведущего колеса комбайна «Vector 410» на почву и нормальных напряжений в её слоях являлись осциллограммы, которые обрабатывались на персональном компьютере по имеющимся в нём программном обеспечении.

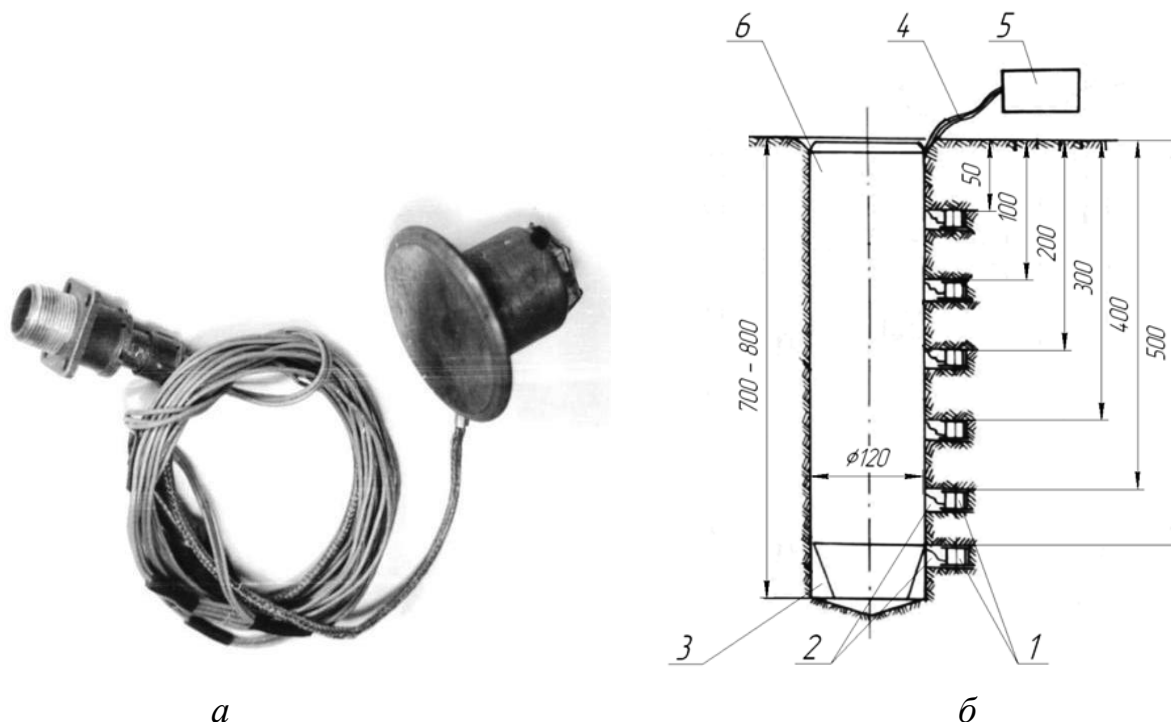


Рисунок 2 – Общий вид датчика напряжений (а) и схема установки его в почве (б)

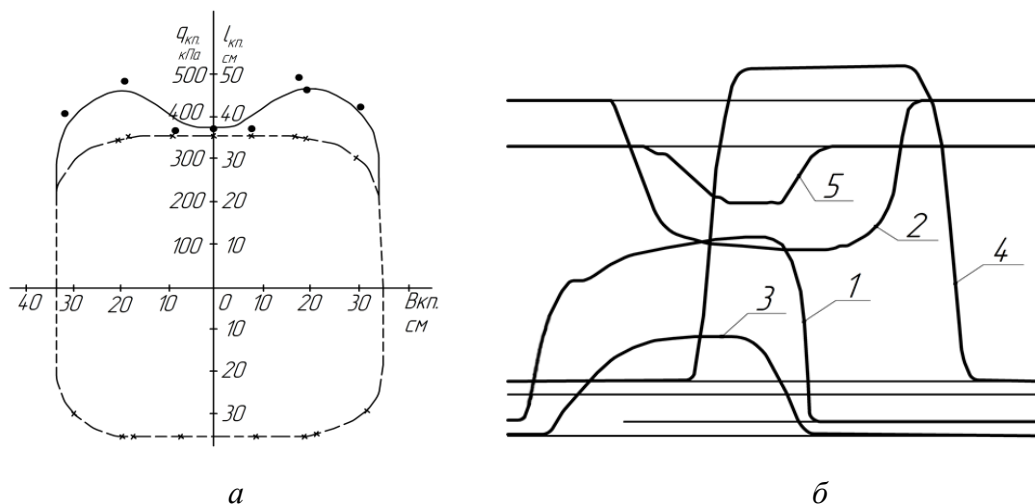
Влажность почвы и её объёмная масса определялась общеизвестным способом.

Результаты исследований. С целью определения значений величин максимального давления движителя комбайна на почвенное основание по стандартной методике (ГОСТ Р 58656-2019) были последовательно определены контурная площадь контакта колеса с помощью планиметра, площадь контакта движителя комбайна со стернёй озимой пшеницы, среднее и максимальные давления комбайна на почвенное основание (таблица 4, рисунок 3 а).

Анализ данных таблицы 4 показывает, что по вычисленному значению максимального давления (208,4 кПа) ведущего колеса на почвенное основание, комбайн «Vector-410» на шинах Ф-161 можно применять на чернозёмных почвах Юга России с влажностью не более 0,5 НВ.

Таблица 4 – Данные определения и расчётов показателей контакта протектора шины Ф-161 (по ГОСТ Р 58656-2019) при её установке на ведущий мост комбайн «Vector-410»

| Показатели | Ед. изм. | Величина |
|---|-----------------|----------|
| Площадь контакта шины колеса с жёстким опорным основанием | см ² | 3885 |
| Площадь контакта шины колеса с агрофоном (стерня пшеницы) | | 4080 |
| Среднее давление шины на агрофон (стерня пшеницы) | кПа | 147,9 |
| Максимальное давление шины на агрофон (стерня пшеницы) | | 208,4 |



1, 2, 3, 4, 5 – давления соответственно от середины до края протектора шины; ———— – давление; - - - - - – площадь отпечатка

Рисунок 3 – Эпюры давления ведущего колеса комбайна «Vector-410» на шинах модели Ф-161 по ширине (а) и длине контактного отпечатка (б) на стерне зерновых колосовых

При определении действительных максимальных давлений, создаваемых движителями комбайна «Vector-410» на стерне озимой пшеницы по специально разработанной методике после обработки осциллограмм было установлено, что распределение давлений по ширине протектора шины движителя имеет явно выраженный провал в экваториальной зоне (см. рисунок 3 а), а по длине контакта – близкое к трапецеидальному (рисунок 3 б).

Первое показывает определённую перегруженность шин, а второе вообще характерно для шин низкого давления [5] и, очевидно, свидетельствует о значительном напряжённом состоянии резинокордной оболочки.

Обработка данных осциллограмм регистрации давлений датчиков,

установленных на протекторе шин Ф-161 колёс ведущего моста комбайна «Vector-410», подтвердила ограниченность применения по величине максимальных давлений требованиям (ГОСТ Р 58655-2019) при работе на полях Ростовской области. Поэтому желательно комплектовать ведущие колёса комбайна радиальными шинами с оптимальным внутренним строением или диагонально-параллельными [6] такого же типоразмера 28-26.

В результате обработки осциллограмм с помощью программного обеспечения, имеющегося в персональном компьютере, получены данные (таблица 5) о величине нормальных напряжений в почве на различной глубине.

Таблица 5 – Значения показателей (напряжение и плотность сложения) почвы на различной глубине по колее, создаваемого ведущим колесом «Vector-410»

| Глубина расположения слоя почвы | Ед. изм. | Показатели | |
|---------------------------------|----------|-------------------|--------------------|
| | | Напряжение | Плотность сложения |
| | | Единицы измерения | |
| | | кПа | г/см ³ |
| 0...10 | см | 343 | 1,23 |
| 10...20 | | 187 | 1,24 |
| 20...30 | | 96 | 1,25 |
| 30...40 | | 69 | 1,26 |
| 40...50 | | 17 | 1,26 |

Анализом данных таблицы 5 установлено, что в пахотном горизонте почвы (0...30 см) величина напряжений составляет около 208 кПа. Причём при низкой влажности почвы величина этих напряжений обусловлена нагрузкой на испытываемое колесо.

В подпахотном горизонте величина напряжений, создаваемых движителями комбайна «Vector-410», с увеличением глубины залегания слоёв почвы уменьшается. На глубине 50 см величина напряжений составляет 17 кПа, что по ГОСТ Р 58655-2019 вполне приемлемо, так как допускаемые значения для различных условий функционирования исследуемого комбайна составляют 25...50 кПа. Между тем, расчёт этого же напряжения по методике ГОСТ 26954-2019 даёт величину порядка 81...85 кПа и, сле-

довательно, шины требованиям по напряжениям в почве не удовлетворяют. Такое несоответствие между результатами испытаний и расчётов можно объяснить тем, что стандартная методика, предложенная в ГОСТ 26954-2019, является несовершенной, так как в ней не отражается влияние на процесс уплотнения почвы её физико-механические свойства.

В результате обработки отобранных образцов почвы были определены значения её плотности сложения. Следует отметить, что при достоверности 0,1 наименьшая существенной разницы (НРС) по колее ведущего колеса «Vector-410» и фону составляет 0,03...0,05 г/см³. Поэтому, приведённые в таблице 5 данные показывают, что уплотнение почвы в пахотном горизонте существенно, в подпахотном горизонте несущественно. Такая тенденция для плотности сложения, характеризующей остаточные процессы в почве при её уплотнении, согласуется с приведёнными ранее данными по максимальным нормальным напряжениям в почве, фиксируемыми действием на неё движителя только в процессе контакта.

В целом, плотность сложения почвы, изменившаяся под воздействием движителей комбайна «Vector-410» в её горизонтах не превышает критического для предкавказского карбонатного чернозёма значения.

Выводы и рекомендации. Анализ данных исследований показал, что по величине максимального давления на почву, значения которого получены как прямым измерением, так расчётным путём по ГОСТ Р 58656-2019, комбайн «Vector-410» с шинами Ф-161 на ведущем мосту, можно применять на уборочных работах при влажности почвы не более 0,5 НВ. Поэтому в других условиях на ведущие мосты комбайна «Vector-410» необходимо устанавливать радиальные или диагонально-параллельные шины.

После прохода ведущих колёс комбайна напряжения в почве на её глубине 0,5 м, рассчитанные по методике, предлагаемой в ГОСТ 26954-2019 (81...85 кПа), не соответствуют нормам воздействия (ГОСТ Р 58655-2019) движителей на почву (не более 25...50 кПа). Однако прямое измерение воз-

никающих напряжений в почве на нормируемой глубине показывает (17 кПа), что комбайн «Vector-410» по этому показателю агротехнической проходимости вполне отвечает требованиям, предъявляемым к современной сельскохозяйственной технике.

Уплотнение почвы в её пахотном горизонте существенно (средняя величина коэффициента уплотнения пахотного горизонта равна 1,1), в подпахотном горизонте – несущественно. А фактическое значение плотности сложения почвы по следам движителей комбайна на испытываемых шинах не выходит за предел равновесного для неё значения. Это доказывает несовершенство стандартной методики определения агротехнической проходимости, поэтому она требует уточнения.

Литература

1. Терновых, К.С. Состояние и тенденции развития технической базы сельскохозяйственных предприятий / К.С. Терновых, К.С. Четверова // *International agricultural journal*. – 2022. – № 6. – С. 1051-1067. Doi: 10.55186 / 25876740_2022_6_6...25.
2. Русанов, В.А. Проблемы переуплотнения почв движителями и эффективные пути её решения / В.А. Русанов. – Москва: ВИМ, 1998. – 368 с.
3. Наумов, В.Д. География почв. Почвы России Часть 2: Учебник / В.Д. Наумов; Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева. – Москва: РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, 2022 – 212 с. – Текст: электронный. ISBN 978-5-9675-1871-3
4. Патент 2107275 Российская Федерация, С1 6 G01 М 17/02. Шинный тестер / Кравченко В.А., Яровой В.Г., Пархоменко С.Г., Меликов И.М., Яровой А.В., заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО АЧГАА. – № 96109279/28; Заявл. 05.05.1996; Опубл. 20.03.1998, Бюл. № 8. – 8 с.
5. Перспективные мобильные средства на шинах сверхнизкого давления для сельскохозяйственного производства / З.А. Годжаев, В.И. Прядкин, П.А. Колядин, А.В. Артёмов // *Тракторы и сельхозмашины*. – 2022. – Т. 89. – № 4. – С. 277-286.
6. Патент 2677817 Российская Федерация, МПК В60С 9/07; В60С 9/09. Пневматическая шина для мобильного энергетического средства / В.Г. Яровой, В.А. Кравченко, И.М. Меликов, Ф.М. Магомедов; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВО Дагестанский ГАУ. – № 2017135896; заявл. 09.10.2017; опубл. 21.01.2019, Бюл. № 14. // *Изобретения. Полезные модели*. – 2019. – № 3.

References

1. Ternovyh, K.S. Sostoyanie i tendencii razvitiya tekhnicheskoy bazy sel'skhozayajstvennyh predpriyatij / K.S. Ternovyh, K.S. Chetverova // *International agricultural journal*. – 2022. – № 6. – p.p. 1051-1067. Doi: 10.55186 / 25876740_2022_6_6...25.
2. Rusanov, V.A. Problemy pereuplotneniya pochv dvizhitelyami i effektivnyye puti eyo resheniya / V.A. Rusanov. – Moskva: VIM, 1998. – 368 p.

3. 6. Naumov, V.D. Geografiya pochv. Pochvy Rossii Chast' 2: Uchebnik / V.D. Naumov; Rossijskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet – MSHA imeni K.A. Timiryazeva. – Moskva: RGAU-MSHA imeni K. A. Timiryazeva, 2022 – 212 s. – Tekst: elektronnyj.

ISBN 978-5-9675-1871-3.

4. Patent 2107275 Rossijskaya Federaciya, C1 6 G01 M 17/02. Shinnyj tester / Kravchenko V.A., Yarovoj V.G., Parhomenko S.G., Melikov I.M., Yarovoj A.V., zayavitel' i patentoobladatel' FGOU VPO AChGAA. – № 96109279/28; Zayavl. 05.05.1996; Opubl. 20.03.1998, Byul. № 8. – 8 p.

5. Perspektivnye mobil'nye sredstva na shinah sverhnizkogo davleniya dlya sel'skohozyajstvennogo proizvodstva / Z.A. Godzhaev, V.I. Pryadkin, P.A. Kolyadin, A.V. Artyomov // Traktory i sel'hozmashiny. – 2022. – T. 89. – № 4. – p.p. 277-286.

6. Patent 2677817 Rossijskaya Federaciya, MPK V60S 9/07; V60S 9/09. Pnevmaticheskaya shina dlya mobil'nogo energeticheskogo sredstva / V.G. Yarovoj, V.A. Kravchenko, I.M. Melikov, F.M. Magomedov; zayavitel' i patentoobladatel' FGOU VO Dagestanskij GAU. – № 2017135896; zayavl. 09.10.2017; opubl. 21.01.2019, Byul. № 14. // Izobreteniya. Poleznye modeli. – 2019. – № 3.