

### *Литература*

1. Жуков, А.В. Теория лесных машин: учеб. пособие / А.В. Жуков. – Минск: БГТУ, 2001. – 640 с.
2. Тракторы: Теория: учеб. / В.В. Гуськов [и др.]; под общ. ред. В.В. Гуськова. – М.: Машиностроение, 1988. – 376 с.
3. Пищов, С.Н. Математическая модель колебаний форвардера 6К6 повышенной проходимости / С.Н. Пищов // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообаб. пром-сть. – 2007. – Вып. XV. – С. 52–55.

---

УДК 631.311

## **О ПРОБЛЕМЕ УПЛОТНЕНИЯ ПОЧВЫ ДВИЖИТЕЛЯМИ СОВРЕМЕННЫХ ТРАКТОРОВ**

*Мащенский А.А., Мащенский Ю.А., Бобровник А.И. (БГАТУ).*

*С ростом энерговооруженности сельского хозяйства значительно возросла интенсивность обработки почвы сельскохозяйственными машинами, что привело к изменению агрофизических свойств и переуплотнению почвы под воздействием тракторных движителей и как результат к снижению ее плодородия.*

### **Введение**

По данным П. Заева, А. Бордовского и И. Панченко [1] при современной технологии раздельной предпосевной подготовки почвы и посева сельскохозяйственных культур ходовой частью тракторов уплотняется 70% полезной площади поля, в том числе за один проход – 30%, за два – 20, за три – 15 и около 5% за четыре и более проходов по одному и тому же месту.

Исследования, проведенные в Белорусском научно-исследовательском институте земледелия показали, что плотность почвы в слоях 0...10 и 10...20 см после пятикратного прохождения трактора тягового класса 1,4 по одному месту увеличивается соответственно с 1,23 и 1,36 г/см<sup>3</sup> до 1,38 и 1,50 г/см<sup>3</sup>.

Замечено, что «нормальную» плотность в посевной период можно создать только в слое 0...10 см, а в слое 10...20 см и ниже почва остается сильно переуплотненной [2].

Расчеты показывают, что при современной традиционной технологии возделывания зерновых культур на полях площадью до 50 га движителями тракторов и сельскохозяйственных машин уплотняется до 80% площади поля, при этом отдельные его участки подвергаются 9-кратному возделыванию [3].

Данные свидетельствуют о всевозрастающем отрицательном воздействии ходовых систем тракторов на почву. Наиболее сильное уплотнение почвы происходит с увеличением числа проходов тракторов по полю в весенний период. Плотные и сухие почвы характеризуются повышенной твердостью. При обработке такие почвы распадаются на большие глыбы (рис. 1) [4]. При 5-кратных проходах движителей по полю плотность увеличивается в 1,74 раза, а глыбистость – в 2,4 раза.

Многократное прохождение тракторов по полю вызывает неравномерное уплотнение почвы, что ведет к снижению всхожести семян и неравномерности густоты стеблестоя, а, следовательно, и к неравномерности созревания культурных растений. Особенно резко ухудшается структура средних и тяжелых по механическому составу почв в местах, где несколько раз по одному и тому же месту прошли колеса (гусеницы) тракторов и сильно спрессовали почву. При дальнейшей обработки они превращаются в плотные глыбы, которые даже при оптималь-

ной влажности не удастся разделить обычными орудиями для поверхностной обработки почвы.

### Основная часть

Изменение физико-механических свойств почвы под воздействием тракторных движителей.

Почвенная влага – один из основных факторов произрастания сельскохозяйственных культур. Процессы фотосинтеза, роста и развития растения регулируются количеством воды, которую растения могут извлечь из почвы и усвоить.

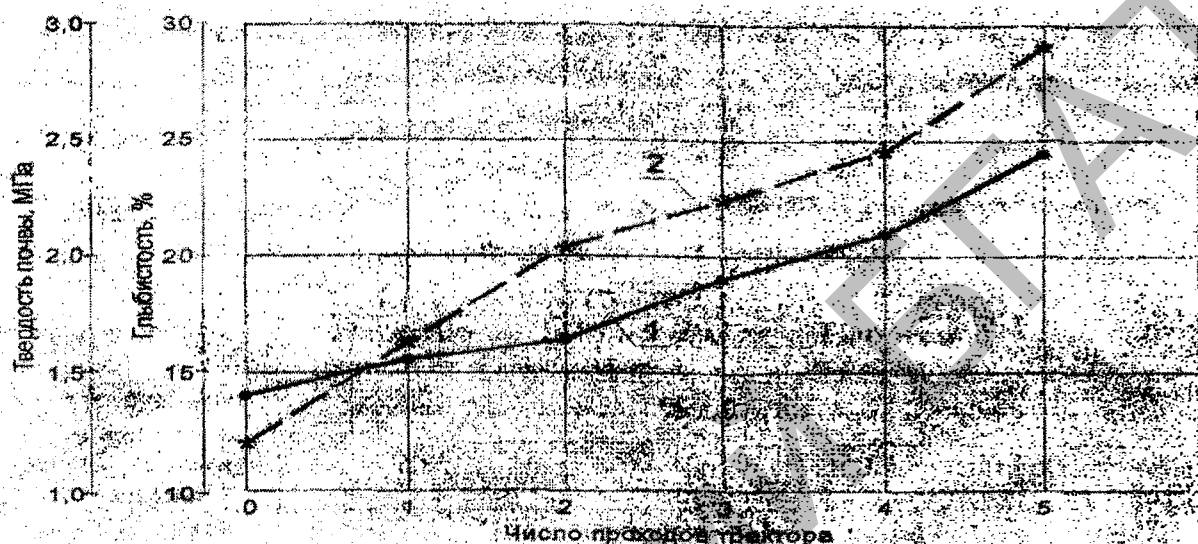


Рисунок 1. Изменение агрофизических свойств почвы в слое 0...20 см в зависимости от числа проходов трактора МТЗ-80.1 по колее: 1 – твердость почвы; 2 – глыбистость

Те же исследования, представленные на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, показали, что с увеличением числа проходов тракторов по колее влажность почвы в слое 0...20 см, как под растениями ячменя, так и на паровых площадях уменьшается (табл. 1).

Таблица 1. Влажность почвы в слое 0...20 см, % в зависимости от числа проходов движителей тракторов

Варианты	Колесный МТЗ-80		Гусеничный Т-74	
	Паровые площадки	Под растениями	Паровые площадки	Под растениями
Без уплотнения	19,3	17,4	19,4	17,3
Однократный проход трактора по колее	17,9	16,9	19,3	19,3
Двукратный проход	17,5	-	18,9	16,5
Трехкратный проход	17,4	15,8	-	16,1
Четырехкратный проход	17,0	15,5	18,1	15,6
Пятикратный проход	16,9	14,9	18,0	15,1

Исследованиями было установлено, что для растений неблагоприятна слишком рыхлая почва и переуплотненная [2].

Все обработки почвы, за исключением прикатывания, направлены на придание пахотному слою рыхлого состояния. Однако одновременно с рыхлением происходит и уплотнение

почвы в необрабатываемом пахотном слое. Наиболее важные изменения в почве происходят во время весенних полевых работ. Уплотняющий эффект зависит от влажности почвы в период обработки и посева, а также от давления сельскохозяйственной технологии на почву. В состоянии физической спелости почва не только хорошо крошится, но максимально уплотняется, что увеличивает ее объемную массу. По данным Г.Д. Белова и А.П. Подолько [4], в слое 10...20 см объемная масса почвы на варианте 1...5-кратным проходом Т-74 по колее в сравнении с равновесной на контроле при посеве (вариант 1) увеличилась на 0,17...0,35 г/см<sup>3</sup> (табл. 2). Причем это уплотнение сохранилось на протяжении всего вегетационного периода. Аналогичная закономерная наблюдалась, когда прикатывание проводили трактором МТЗ-80.

Таблица 2. Динамика изменения объемной массы слоя почвы 10...20 см в среднем за 1973-1975 гг. по фазам развития ячменя сорта Московский 121, г/см<sup>3</sup> [8]

Варианты	Посев	Полные всходы	Кущение	Трубкавание	Колошение	Молочная спелость	Полная спелость
1. Без уплотнения (контроль)	1,26	1,31	1,29	1,32	1,31	1,32	1,31
2. Однократный проход Т-74 по колее	1,43	1,41	1,39	1,39	1,38	1,42	1,41
3. То же двухкратный	1,49	1,49	-	1,46	1,46	1,47	1,46
4. То же трехкратный	1,56	1,49	-	1,49	1,49	1,48	1,49
5. То же четырехкратный	1,58	1,52	1,49	1,49	1,51	1,50	1,50
6. То же пятикратный	1,61	1,55	1,53	1,51	1,52	1,52	1,52
2. Однократный проход МТЗ-80.1 по колее	1,46	1,42	1,42	1,39	1,38	1,38	-
3. То же двухкратный	1,52	1,49	1,47	1,47	1,47	1,47	1,39
4. То же трехкратный	1,55	1,52	1,52	-	1,50	1,50	1,46
5. То же четырехкратный	1,58	1,58	1,57	1,57	-	1,55	1,55
6. То же пятикратный	1,64	1,59	1,61	1,60	1,59	-	1,57

Увеличение количества глыб размером более 5 см обуславливает неравномерность заделки семян, что ведет к пестроте посевов. Разница в появлении всходов на контроле и в варианте с пятикратным проходом МТЗ-80 была 5 дней, а в опыте с пятикратным проходом Т-74 – три дня.

Данные свидетельствуют о всевозрастающем отрицательном воздействии ходовых систем тракторов на почву. Например, в Дании установили, что в результате проезда техники по полю весной в период предпосевной обработки почвы поверхность поля опускается примерно на 4 см, что соответствует уменьшению порозности почвы на 8...10%, причем влажная почва выдерживает весной без нарушения структуры почвы давление до 0,1 МПа, летом сухая почва до 0,3 МПа. На сухой почве давление 0,06 МПа (60 КПа) сказывается на глубину до 25 см, на влажной – на глубину до 40 см. В результате сильного уплотнения почвы урожай сельскохозяйственных культур снижается в среднем на 20%. В Швеции в результате переуплотнения почвы урожайность зерновых снижена на 25% пахотных земель страны. От неоднократного

прохода техники по полю весной в период ее обработки урожай сахарной свеклы снижался на 60 ц/га [2].

Опытами, проведенными в университете Аубурн [5] (штат Алабама, США), установлено, что на уплотненных участках (колеи) из 50 мм осадков теряется в виде поверхностного стока 45 мм, а на неуплотненных (вне колеи) – 5мм.

#### Уплотнение почвы и корневая система растений.

Весной в период предпосевной обработки почва имеет повышенную влажность и способна к наилучшему крошению, в то же время она подвержена максимальному уплотнению после прохода тракторных движителей. В этот период каждый дополнительный след трактора на поле приводит к резкому изменению сложения почвы, а именно: увеличивается объемная масса, снижается порозность почвы, причем в первую очередь сокращается объем крупных пор, которые необходимы для водопроницаемости и воздухообмена. Все это сказывается на развитии корневой системы, которая обуславливает рост вегетативной надземной массы.

Корни растений как органическое вещество является одним из факторов, оказывающих прямое влияние на плодородие почв. Чем больше корней остается в почве после уборки культуры, тем больше органического вещества накапливается в ней.

Ведущим фактором, обуславливающим развитие корневой системы, является микробиологическая деятельность почвы, которая протекает в аэробных условиях. С увеличением плотности почвы ухудшается газообмен между почвой и приземным воздухом, и аэробные процессы, постепенно затухая, переходят в анаэробные.

Снижение воздухообмена также уменьшает кислородное снабжение корней растений, в связи с чем способность корневой системы преодолевать механическое сопротивление почвы уменьшается. Поэтому и вес корневых остатков по данным [4] снижается с увеличением числа проходов трактора по следу (табл. 3).

Таблица 3. Изменение плотности почвы, массы корневой системы и урожайности после прохода движителей тракторов по полю

Варианты	Трактор МТЗ-80.1			Трактор Т-74		
	Плотность почвы в слое 0...20 см, г/см <sup>3</sup>	Масса корневой системы в слое 0...20 см, г/м <sup>2</sup>	Урожайность, ц/га	Плотность почвы в слое 0...20 см, г/см <sup>3</sup>	Масса корневой системы в слое 0...20 см, г/м <sup>2</sup>	Урожайность, ц/га
Без уплотнения	1,29	143,9	35,9	1,29	143,9	35,9
При однократном проходе	1,37	137,8	34,9	-	-	35,5
При двухкратном проходе	1,43	116,7	33,6	1,38	140,5	35,2
При трехкратном проходе	1,45	107,5	32,7	1,40	136,8	34,6
При четырехкратном проходе	1,48	100,3	30,1	1,42	115,9	33,1
При пятикратном проходе	1,50	97,8	30,6	1,44	102,9	32,7

На вариантах с пятикратным проходом трактора Т-74 по следу, а также с 3-х, 4-х и 5-ти кратном проходом МТЗ-80 в слое 10...20 см корни отсутствовали. Это объясняется тем, что при увеличении чисел проходов трактора по следу в слое почвы 10...20 см накапливается уплотнение, и плотность почвы здесь достигает пределов, тогда корни не в состоянии преодо-

леть ее. Следовательно, чем выше давление трактора на почву и чем больше кратность проходов по следу, тем хуже условия жизни корневой системы растений и тем меньше их масса.

#### Влияние почвенных условий на структуру и урожай зерновых культур.

Урожай зерновых культур характеризуется такими показателями, как число продуктивных стеблей на единице площади, число и масса зерна в полосе и т.д. С увеличением числа проходов трактора по следу количество стеблей на  $1 \text{ м}^2$  снижалась, так же как и количество стеблей с колосом. При однократном проходе Т-74 количество стеблей с колосом на  $1 \text{ м}^2$  было 667 шт, при 2-х кратном – 643 и пятикратном 532 шт. При однократном проходе МТЗ-80.1 на  $1 \text{ м}^2$  насчитывалось 618 растений и с увеличением числа проходов до 5 количество стеблей с колосом снижалось до 447 шт на  $1 \text{ м}^2$ .

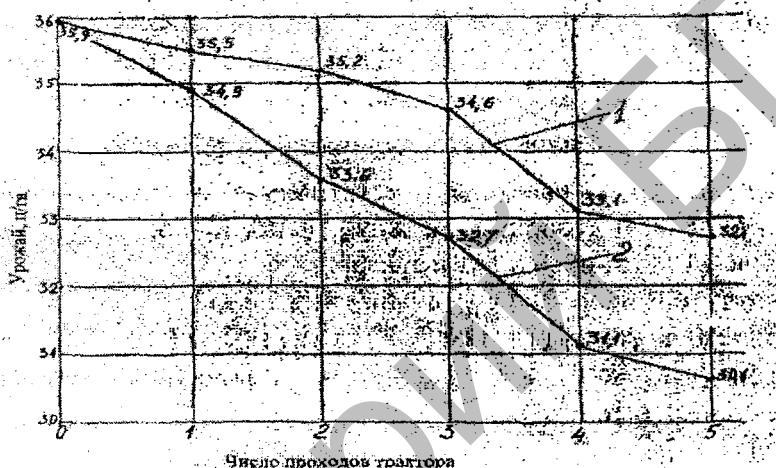


Рисунок 3. Влияние кратности прохода трактора по колее на урожайность ячменя: 1 – Т-74, 2 – МТЗ-80.1

С увеличением числа проходов трактора по следу снижалась также общая кустистость. Так на варианте без уплотнения общая кустистость составила 2,98, при 2-х кратном проходе МТЗ-80 она уменьшилась до 2,58, а при 5-ти кратном – до 2,13, т.е. была на 29% ниже, чем при контроле. Такая же закономерность присуща и показателю продуктивной кустистости. Каждый дополнительный проход трактора МТЗ-80 снижает продуктивную кустистость почти на 4%, а каждый дополнительный проход Т-74 – на 3% [2].

Уплотнение почвы, вызванное многократными проходами тракторов по следу, оказывает влияние на сохраняемость растений. С увеличением числа проходов трактора по колее весной в период предпосевной обработки почвы снижается на единице площади количество сохранившихся за вегетацию растений. Если в период полных всходов на варианте при 5-ти кратном проходе МТЗ-80 по следу было 312 растений, то к концу вегетации сохранилось только 261, что составляет 83,5%, хотя на контроле сохраняемость (выживаемость) равнялась 90%.

Длина стебля и колоса находится в прямой зависимости от массы корневой системы. Накопленные в почве уплотнения ухудшают условия развития корневой системы, что отрицательно сказывается на наращивании наземной массы растений. Поэтому там, где трактор МТЗ-80 прошел 5 раз по следу, колос был на 1,9 см короче колоса на контроле и соответственно в колосе было меньше зерен. Характерным является и то, что масса зерен этого колоса меньше, чем масса зерен колоса, выращенного на почве без уплотнения.

Качественной характеристикой зерна является масса 1000 семян.

При прохождении трактора МТЗ-80 по следу 5 раз показатели этой характеристики снижаются на 13%. Проведенные исследования [1...3, 5] показывают, что структура урожая зависит от степени уплотнения почвы: чем больше плотность в пахотном слое, тем хуже эти показатели (рис. 3). Так, на контроле (без уплотнения) урожай ячменя был 35,9 ц/га. При проходе по следу один раз МТЗ-80.1 урожай снизился до 34,9, 2 раза – до 33,6, 3 – до 32,7, 4 – до 31,1, 5 – до 30,6 ц/га, т.е. был на 4,7 ц/га меньше, чем при контроле. Недобор урожая на этом варианте составляет 13,3%.

Многочисленные проходы трактора Т-74 с удельным давлением 48 кПа несколько в меньшей степени сказались на урожайности ячменя по сравнению с проходами трактора МТЗ-80.1.

Урожайность зерна по вертикали составила: при проходе по колее один раз – 35,5, 2 – 35,2, 3 – 34,6, 4 – 33,1 и 5 – 32,7 ц/га. Снижение урожая зерна в варианте с пятикратным проходом по сравнению с контролем составило 2,7 ц/га или 7,4%.

### **Выводы**

1. На основании данных исследований можно сделать вывод, что при каждом дополнительном проходе трактора по одному месту происходит накопление уплотнения почвы, ухудшаются показатели сложения пахотного горизонта, что ведет к снижению урожая. В целях сохранения и повышения плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур необходимо стремиться к сокращению числа проходов трактора по полю в период предпосевной ее обработки. Это достигается при механической обработке почвы внедрением в производство агрегатов, позволяющих, не нарушая общепринятой технологии возделывания зерновых, до минимума сократить число проходов трактора по полю, т.е. при минимальной механической обработке почвы (за один проход машинно-тракторного агрегата).

2. Значительного снижения уплотняющего воздействия на почву можно добиться при использовании прочных и широкопродольных шин, сдваивании колес использования активных рабочих органов и привода колес прицепа, пневмогусениц, резинопластмассовых гусениц, тракторов со всеми ведущими колесами

### **Литература**

1. Заев П., Бордовский А., Панченко И. Обработка почвы, совмещенная с посевом льна. – «Земледелие», 1974, №3, с. 12 – 15.
2. Белов Г.Д., Дьяченко В.А. Техника и плодородие. Мн.: Ураджай, 1978. – 184 с.
3. Белов Г.Д., Дьяченко В.А. Комбинированные машины и агрегаты для возделывания сельскохозяйственных культур. – Мн.: Ураджай, 1980. – 200 с.
4. Белов Г.Д., Подолько А.П. Изменение плотности почвы под воздействием тракторных двигателей. – «Земледелие», 1977, №12, с. 8 – 12.
5. Аура Е. Влияние уплотнения почвы на урожай сахарной свеклы. – «Земледелие и химизация», 1975, №8, с. 3 – 8.

УДК 631.311

## **РАЦИОНАЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ПОЧВЫ КАК ФАКТОР СОХРАНЕНИЯ ЕЕ ПЛОДОРОДИЯ**

*Мащенко А.А., Мащенко Ю.А., Варфоломеева Т.А., (БГАТУ)*

*Директивными материалами и программами, принятыми на республиканском уровне, предусматривается повсеместный рост урожайности сельскохозяйственных культур. Одним из резервов в решении этой задачи является повышение плодородия почвы. Это достигается, прежде всего, рациональной обработкой почвы*