

УДК 631.43

**АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ
УПЛОТНЕНИЯ ПАХОТНОГО СЛОЯ ПОЧВЫ**

Докт.с/х.наук

Ж.С.Туллубаев

Ж.А.Алтеев

А.А.Алиева

Представлены результаты исследований авторов по влиянию уплотнения почв Северного Казахстана ходовыми системами сельскохозяйственной техники на водно-физические свойства.

Многочисленными исследованиями установлено, что под влиянием уплотнения ухудшаются водно-физические свойства почв, что вызывает снижение их плодородия и урожайности сельскохозяйственных культур [1,2].

Длительное применение на полевых работах тяжелых колесных тракторов привело к возрастанию плотности пахотного и подпахотного слоев почвы. Многолетняя обработка тяжелым трактором К-701 уплотняет почву значительно сильнее, чем обработка трактором ДТ-75. Так, если весной на глубине 10-20 см плотность почвы при обработке трактором ДТ-75 составляет 1,12 г/см³, то при обработке К-701 – 1,30 г/см³, осенью – 1,35 и 1,51 г/см³ соответственно. Трактор К-701 деформировал почву, где весной и осенью плотность почвы на 0,06-0,1 г/см³ выше, чем при обработке трактором ДТ-75. Статистически значимое изменение плотности под воздействием движителей наблюдалось на глубину 40-60 см, наибольшее уплотнение отмечалось в слое почвы 10-50 см. При этом следует иметь в виду, что на этих полях осенью ежегодно проводилась зяблевая вспашка, а весной – предпосевная обработка. Под воздействием трактора К-701 максимальное увеличение плотности (на 0,2-0,03 г/см³) наблюдалось в слое 10-20 см и 20-30 см. Если судить по влиянию трактора ДТ-75, то к весне плотность почвы под воздействием переменного увлажнения и высушивания снижается. При обработке трактором ДТ-75 плотность почвы на глубине 30-40 см не превышает 1,26 г/см³. Обработка трактором К-701 не снижает высокой плотности почвы за зимне-весенний период, где она в слое 10-20 см уже весной имеет величину 1,48 г/см³.

Таким образом, когда плотность в результате деформации достигла более $1,40 \text{ г/см}^3$, то интенсивность процессов разуплотнения почвы резко ослабевает и приёмы предпосевной обработки не устраняют повышенного уплотнения почвы. Высокая плотность почвы перед посевом сохраняется в течение всего вегетационного периода - от весны до осени проходило значительное уплотнение почвы и выравнивание плотностей, уплотненных и переуплотненных участков как при обработке почвы трактором ДТ-75, так и трактором К-701.

Определение уплотнения темно-каштановой почвы, вызванного действием ходовых систем трактора К-701 показало, что при движении трактора по полю наибольшая деформация по следу происходит в основном за первые 3 прохода. Повторные проходы по этому же следу изменяют сложение почвы в меньшей степени, хотя и уплотняют ее. Так, после первого прохода объемная масса по следу в слое 0-10 см составила $1,28 \text{ г/см}^3$, в слое 10-20 см - $1,35 \text{ г/см}^3$, в слоях 20-30 и 30-40 см $1,36-1,45 \text{ г/см}^3$, после третьего прохода эти показатели были соответственно $1,35$; $1,39$; $1,44$; $1,50 \text{ г/см}^3$. Если после первого прохода плотность почвы в слое 0-20 см повысилась в среднем на $0,19 \text{ г/см}^3$, то после третьего - всего на $0,05 \text{ г/см}^3$. Примерно на такую же величину ($0,03-0,05 \text{ г/см}^3$) возрастает объемная масса после каждого последующего прохода трактора. После первого прохода трактора плотность почвы в слое 0-20 см достигает предельно-допустимой величины - $1,3 \text{ г/см}^3$. В слое 40-50 см динамика уплотнения имела такой же характер как и в пахотном слое, но величина деформации была здесь незначительной.

В результате многократного прохода трактора К-701 происходит деформация её поверхности и образование колеи. Средняя величина деформации поверхности почв между колесами тракторов варьирует, от 3 см до 10 см. В колее аккумулируются выпадающие атмосферные осадки, которые в связи с уплотнением почвы плохо фильтруются и застаиваются в понижениях после дождя. Колея изменяет микрорельеф, увеличивает поверхность испарения. Усложняет условия проведения механизированных работ, ухудшая количество посева, усиливает неравномерность заделки семян по глубине. Несмотря на последующие поверхностные обработки, микрорельеф, образованный колесами. Практически сохранился в течение всего вегетационного периода. Таким образом, по следам тракторов почва остается более уплотненной, чем вне следов в течение вегетации яровой пшеницы.

Статистически значимое повышение твердости темно-каштановой карбонатной почвы под воздействием ходовых систем тракторов прослеживается на глубину 30 см при обработке почвы трактором ДТ-75 в 3 и 5 следов на глубину 50 см при обработке почвы трактором К-701. С глубиной нарастание твердости почв под воздействием ходовых систем тракторов по сравнению с контрольным (без уплотнения) снижается.

Наибольшее значение твёрдости почвы в слое 0-10 см ($2,84 \cdot 10^6 \text{Па}$) достигало в колее трактора К-701 после 5-и проходов. В колее трактора ДТ-75 максимальная твёрдость этого слоя была $2,3 \cdot 10^6 \text{Па}$. При обработке такой почвы плотность снижается, но при этом образуются глыбы, и уменьшается способность почвы к крошению. По данным В.В. Медведева усилие, которое требуется для разрушения уплотнённых слоев почвы для разрушения уплотненных слоев почвы по следам трактора Т-150К, в 10 раз превышает усилие, которое нужно для разрушения почвы вне колес. М.А. Шипилов отмечает, что повышение твёрдости при уплотнении почвы трактором К-701 способствует ухудшению качества предпосевной обработки почвы, увеличению глыбистости, неравномерности заделки семян, снижению водопроницаемости.

Как известно, высокое содержание водопрочных агрегатов крупнее 1 мм, которые являются каркасом, препятствующим сильному уплотнению почв, обеспечивает поддержание пахотного слоя в состоянии оптимальной плотности и пористости.

Деформация темно-каштановой почвы ходовыми системами тракторов вызывает разрушение структуры пахотного и подпахотного слоев. Что выражается в снижении содержания агрономически ценных агрегатов, увеличении количества пыли и глыбистости пахотного слоя почвы. Для выявления изменений структурного состояния при уплотняющем действии тракторов изучен структурный состав и водопрочность структуры. В пахотном горизонте после прохода К-701 водопрочность почвенной структуры на 6-7% меньше, чем при проходе трактора ДТ-75. В то же время водопрочность на контрольном превышает 50% агрегатов больше 0,25 мм. Выявленные различия в структурном составе являются следствием разрушения агрегатов при давлении на них ходовых систем трактора.

Важной характеристикой структуры является коэффициент структурности, рассчитанный по соотношению агрегатов более 1 мм к агрегатам и менее 1 мм. На почве без уплотнения коэффициент структурности составляет 1,2, при уплотнении трактором ДТ-75 он равен 0,7, а при уплотнении трактором К-701, величина коэффициента снижается до 0,5. Наиболее важным следствием уплотнения почвы является увеличение её глыбистости (крупнее 10 мм) по следам прохода трактора, что создает неравномерные условия для глубины заделки семян и появления нормальных всходов яровой пшеницы. Наблюдение показали, что под воздействием ходовых систем сельскохозяйственной техники ухудшается её структурное состояние. Под воздействием ходовых систем тракторов, в пахотном слое повышается содержание агрегатов более 10 мм, что свидетельствует о повышении глыбистости, т.е. ухудшении структуры почвы. Наибольшие изменения в структурном состоянии отмечены в слое 0-20 см после 3-х кратного уплотнения почвы

трактором К-701. Глыбистость по следу трактора К-701 возрастает в слое 0-10 см более, чем в 2 раза, а после 3-х следов в 2,6 раза.

Нами была определена дифференциальная пористость. С учетом существующих классификаций пор по размерам были выделены группы пор с эффективным диаметром выходных отверстий > 300, 300-10, 10-3, < 3 мкм. Характер изменения дифференциальной пористости под влиянием уплотнения изучен в образцах почв, помещенных в цилиндры и доведенных до заданной плотности. Уменьшение общей пористости почв при уплотнении происходит, в первую очередь, за счёт резкого уменьшения пор, регулирующих передвижение и доступность влаги. При уменьшении пор этого размера снижается водо- и воздухопроницаемость почвы. Максимальное содержание пор с эффективным диаметром более 300 мкм отмечается при наиболее рыхлом состоянии (17,2%) поры этого размера практически исчезают в почве при плотности 1,6 г/см³ (0,8%). Поры размером 300-10 мкм при уплотнении с 14,0 до 2,6%, а поры размером 10-3 с 5,2 до 1,2%. Объём пор диаметром меньше 3 мкм при уплотнении возрастает с 25,4 до 35,4%. Полученные материалы позволяют объяснить природу ухудшения физических свойств при уплотнении, так как корневые волоски не могут расти в почве, если поры по размеру меньше 10 мкм.

Интегральным показателем физических свойств почвы является её водопроницаемость, по которой можно судить о плотности сложения и структурности. Уплотнённая почва плохо впитывает и фильтрует влагу, что при выпадении ливневых осадков способствует усилению поверхностного стока, эрозии и в целом снижению влагообеспеченности растений, создаёт предпосылки для более частого проявления засухи.

Так, в исследованиях М.А. Шипилова на обыкновенных черноземах водопроницаемость пахотного слоя неуплотненной почвы составила 0,3-1,13 мм/мин, тогда как на уплотненной она снижалась до 0,0009-0,0012 мм/мин. Вследствие этого вода, поступающая с осадками, стекала в уплотненные микро понижения и, задерживаясь на поверхности, быстро испарялась. В опытах Н.Н. Болокана установлено, что на уплотненных следах ходовых систем сельскохозяйственных агрегатов водопроницаемость падает в десятки раз по сравнению с неуплотненными полосами.

Повсеместное применение в целинных областях Казахстана на полевых работах тяжёлых тракторов в плоскорезной обработке на глубину 12-14 см привело к резкому возрастанию плотности почвы на глубине 20-30 см, которая ухудшает скорость впитывания талых вод и атмосферных осадков. Образует труднопреодолимый барьер для корневых систем и формирует сток талых вод на полях ничтожным уклоном менее 1°. Поэтому улучшение водного режима темно-каштановых почв

в Центральном Казахстане, прежде всего, связано с повышением водопроницаемости пахотных почв, уплотненных тракторами.

На наш взгляд, вопрос о влиянии переуплотнения почвы ходовыми системами сельскохозяйственных машин на ее водопроницаемость и усвоение выпадающих интенсивных осадков исследован недостаточно. Как известно, удельное давление колесных тракторов на почву ($1,4-1,7 \cdot 10^5$ Па) намного больше, чем у гусеничных ($0,4-0,5 \cdot 10^5$ Па), а уплотнение почвы начинается уже при нагрузке $0,2 \cdot 10^5$ Па.

В лабораторных условиях нами были проведены опыты с почвенными образцами искусственного сложения с плотностью 1,0; 1,1; 1,2; 1,3; 1,4; 1,5 г/см³. Опыты проводили в специальных цилиндрах при подаче воды на поверхность дождеванием под давлением напорного слоя 1 см. Опыты показали, что водопроницаемость почвы при плотности 1,5 г/см³ в конце пятичасового опыта была в десятки раз меньше, чем при плотности 1,1 г/см³.

Различная плотность почвы, созданная при проходе тракторов создает дифференцированное распределение влаги по полю. Плотность пахотного слоя почвы на следах трактора достигает 1,4 г/см³, а вне следов 1,23 г/см³. на неуплотненных полосах вода инфильтруется в нижние слои почвенной толщи, а не уплотненных — вода задерживается верхним слоем, а затем быстро испаряется.

Определение водопроницаемости в почве, обрабатываемых тракторами с различным удельным давлением, показало, что на поле, обрабатываемым тяжелым трактором коэффициент фильтрации был значительно ниже.

Применение энергонасыщенных тяжелых тракторов способствует резкому падению водопроницаемости нижних слоев. При обработке почвы трактором К-701 коэффициент фильтрации снижался с поверхности на 0,40, с глубины 20 см — на 0,38 и с глубины 40 см — на 0,10 мм/мин по сравнению с обработкой трактором ДТ-75, обеспечивающим меньшее уплотнение. Снижение коэффициента фильтрации обусловлено более высокой плотностью почвы и ухудшением структурного состояния пахотного и переуплотнение подпахотных слоев почвы еще больше ухудшает условия возделывания сельскохозяйственных растений. Резко контрастные данные получены при изучении водопроницаемости по следу трактора К-701.

Уплотнение почвы трактором К-701 более чем в 3 раза снижает водопроницаемость, что естественно сказывается на водном режиме почвы. При этом следует отметить, что действие уплотнения почвы, вызванного ходовыми системами тракторов на фильтрацию, накопление и испарение влаги, в большей степени определяется метеорологическими условиями вегетационного периода. В нормальные, по увлажнению и температуре, годы содержание продуктивной влаги в метровом слое почвы в среднем за вегетацию яровых культур на уплотненных делянках было ниже в сравнении с контрольным на 10-14%. В за-

сушливые годы запас продуктивной влаги в метровом слое на делянках уплотненных тракторами снижался до 20-30% от контрольной делянки. В годы с повышенным выпадением осадков процессы инфильтрации осадков на уплотненных делянках протекали медленнее, и содержание продуктивной влаги в метровом слое почвы не отличалось от контрольной делянки.

Представляет значительный интерес рассмотреть динамику водопроницаемости почвы в зависимости от кратности обработки почвы тяжелым трактором. Результаты исследований темно-каштановой почвы показали, что скорость водопроницаемости, прежде всего, связана с состоянием поверхности и сложением пахотного слоя.

При переуплотнении темно-каштановой почвы особенно резкое снижение водопроницаемости почвы происходит после первого прохода тяжелого трактора К-701. На четвертом часу наблюдений разница с контрольным вариантом становится менее резкой. После 5-го прохода трактора по одному следу водопроницаемость выравнивается, и дальнейшее уплотнение практически не влияет на фильтрацию. Таким образом, водопроницаемость почвы на протяжении всего вегетационного периода на уплотненных участках меньше, чем на неуплотненных. В результате уплотнения ухудшаются агрофизические свойства, уменьшается пористость, которая играет главную регулирующую роль в гидрологическом режиме почвы. При сплошном уплотнении всего участка поля, выпадающие осадки часто образуют поверхностный сток и стекают воды за его пределы, образуя внутри полевою эрозию и смыв почвы. Влажность почвы определялась в среднем по полю: 4 повторности в уплотненных трактором К-701 колеях и 4 повторности без уплотнения.

Результаты исследования показали, что уплотнение почвы снижает запасы продуктивной влаги вследствие ухудшения водопроницаемости почвы. Однако существенные различия по запасам влаги при уплотнении в 3 и 7 следов не отличается. Непосредственно с влажностью почвы связано изменение плотности темно-каштановых почв опытных участков. В темно-каштановых почвах минимальная плотность наступает при 18% весовой влажности, а затем при увеличении влажности она быстро растет и достигает максимального значения при влажности равной 32%, потом плотность плавно падает. С дальнейшим увеличением влажности почва не уплотняется и приобретает вязкопластические свойства.

Таким образом, для темно-каштановых почв влажность 18-32% следует считать предельно допустимой. В этом диапазоне влажности можно ожидать повышенную уплотненность почвы от воздействия тяжелых сельскохозяйственных машин и агрегатов.

Наибольшее значение плотности и твердости почвы отмечено в колее трактора К-701 после 7-10 проходов. В колее трактора ДТ-75М показатели уплотнения и твердости значительно ниже. Водопроницае-

мость почвы после прохода тракторов ДТ-75 и К-701 уменьшилась в 1,3-1,9 раза соответственно. Образующаяся в результате деформации колея ухудшает рельеф поля, увеличивает испарение, снижает полевую всхожесть яровой пшеницы.

На основании полученных данных можно утверждать, что темно-каштановая почва Центрального Казахстана в малой степени способна противостоять деформации, оказываемой на нее движителями тяжелых тракторов.

Литература

1. Доспехов Б.А. и др. Влияние ходовых систем тракторов на дерново-подзолистую почву. Вестник сельскохозяйственной науки. 1979, №7, с. 74-77.
2. Бондарев А.Г. Изменение физических свойств и плодородия почв Нечерноземья под воздействием ходовых систем. Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1983, №5.
3. Кравченко В.И. Некоторые вопросы прогнозирования уплотнения почв машинами. В сб.: Влияние сельскохозяйственной техники на почву. Научные труды ГИ им.В.В.Докучаева. Москва, 1981.с.10-13.
4. Медведев В.В. и др. Исследование крошения предварительно уплотненной почвы. Труды Харьковского СХИ. 1976. с. 50-57.
5. Шипилов М.А. Влияние уплотнения почвы на урожай. Земледелие. 1982, №11. с. 17-19.
6. Болокан Н.Н. Воздействие сельскохозяйственных культур и агротехнических приемов на водопроницаемость почвы. Кишинев, 1986. 148с.
7. Тулеубаев Ж.С. Уплотнение темно-каштановых почв Северного Казахстана сельскохозяйственной техникой. Алматы, Рауан, 1994. 320с.

Таразский государственный университет им.М.Х.Дулати

ТОПЫРАҚТЫҢ ЖЫРТЫЛАТЫҢ ҚАБАТЫНЫҢ ТЫҒЫЗДАЛУЫНЫҢ АГРОЭКОЛОГИЯЛЫҚ ПРОБЛЕМАЛАРЫ

А/Ш.ҒЫЛ.ДОКТ.

Ж.С.Төлеубаев

Ж.А.Алтеев

А.А.Алиева

Мақалада ауыл шаруашылығы техникасының әсерінен Солтүстік Қазақстан топырағының тығыздалуының сулық және физикалық қасиеттері сипатталған.