

1. Уилкинсон, У.Л. Неньютоновские жидкости. Гидромеханика, перемешивание и теплообмен / У.Л. Уилкинсон. – М.: Мир, 1964. – 216 с.
2. Кориат, Г. Бесподстилочный навоз и его использование для удобрения / Г. Кориат; пер. с нем. под ред. П.Я. Семенова. – М.: Колос, 1978. – 271 с.
3. Валентас, К.Дж. Пищевая инженерия: справочник с примерами расчетов / К.Дж. Валентас, Э. Ротштейн, Р.П. Сингх (ред.); пер. с англ. под ред. А.Л. Ивешского. – СПб.: Профессия, 2004. – 848 с.
4. Hahn, S.J. Flow mechanism of thixotropic substances / S.J. Hahn, T. Ree, H. Eyring // Ind. Eng. Chem. – 1959. – № 51. – P. 856.
5. Банк, Г. Заметные успехи внесения полужидкого бесподстилочного навоза / Г. Банк, Х.Х. Ковалевски, К. Герс-Граппенхауз (пер. с нем.) // Landwirtsch. – Вl. Weser-Ems, 1998. – Jg. 145, № 36 (Beil.).

УДК 631.331.022

**Н.Д. Лепешкин, А.Н. Юрин,
Н.С. Высоцкая, С.О. Синяк**
*(РУП «НПЦ НАН Беларуси
по механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь)*

**ОБОСНОВАНИЕ
ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ
РАБОЧИХ ОРГАНОВ
ДЛЯ ГЛУБОКОГО
ПОСЛОЙНОГО
РЫХЛЕНИЯ ПОЧВ**

Введение

Агрономические исследования научных институтов и практика говорят о том, что от качества обработки почвы, ее структуры зависит не только дружность и полнота всходов высеянных семян, но и дальнейшее развитие и в целом судьба урожая.

В настоящее время в республике практически имеется вся необходимая техника для качественной обработки почвы. Нерешенным вопросом еще остается обработка тяжелых глинистых и суглинистых по составу почв, содержащих 25% и более физической глины (частиц размером менее 0,01 мм). Таких почв в республике насчитывается около 700 тыс. га. Наиболее распространены они в Витебской и Могилевской областях.

Эти почвы имеют высокое потенциальное плодородие. По данным Института почвоведения и агрохимии НАН Беларуси, они обладают наибольшими в сравнении с другими почвами республики запасами микроэлементов, таких как магний, хром, ванадий, бор и кобальт, содержащихся в материнских породах. Хотя тяжелые почвы и обладают большими резервами минерального питания растений, они имеют неудовлетворительные водно-физические свойства, связанные со слабой водопроницаемостью и низкой водоотдачей, что является главной причиной их переувлажнения или пересыхания в весенний и осенний периоды. По этим причинам период их оптимальной спелости и пригодности для механической обработки очень короткий. В результате этого вся созданная для безотвальной обработки новая техника, широко испытанная и положительно зарекомендовавшая себя на легких и средних почвах центральной и южной зон республики, является малопригодной для обработки тяжелых почв.

В последнее десятилетие за рубежом все больше создается универсальных почвообрабатывающих машин, способных, благодаря сменным рабочим органам, работать и на тяжелых почвах. Это дисколаповые бороны DXRV фирмы «Gregoire-Besson» (Франция), Trio фирмы «Sumo» (Великобритания), культиваторы Tiger фирмы «Horsch» (Германия) и др.

Одним из основных рабочих органов машин для безотвальной обработки почвы является рыхлительная лапа.

Мировая практика использования тяжелых почв показывает, что рост урожайности возделываемых культур зависит от глубины оструктуренной почвы. Поэтому при подготовке полей под посев, особенно картофеля, свеклы, кукурузы, рапса, структурное рыхление почвы должно вестись на глубину до 35–40 см. Однако известно, что дисковые рабочие органы неспособны обрабатывать почву на глубине более 12 см, а стрельчатые лапы при глубоком рыхлении весьма неравномерно рыхлят слой почвы по глубине. Более того, с увеличением глубины хода лапы более 12 см идет стремительный рост тягового сопротивления и увеличивается содержание комков размером более 50 мм [1].

Анализ конструкций рабочих органов показывает, что наиболее подходящим для выполнения операции для глубокой безотвальной обработки почвы является рабочий орган, выполняющий послойное рыхление. Такой рабочий орган представляет собой последовательно установленные на жестких стойках на разной глубине почворезущие элементы. Впервые конструкция рабочего органа для послойного рыхления была обоснована в Кировоградском национальном техническом университете [2, 3].

Принцип послойного безотвального глубокого рыхления почвы эффективен и в почвенно-климатических условиях Беларуси при обработке тяжелых по механическому составу почв. Однако рекомендации по конструктивным и технологическим параметрам разработанного орудия в чистом виде не могут быть приняты из-за значительного различия почвенно-климатических условий Беларуси и Украины.

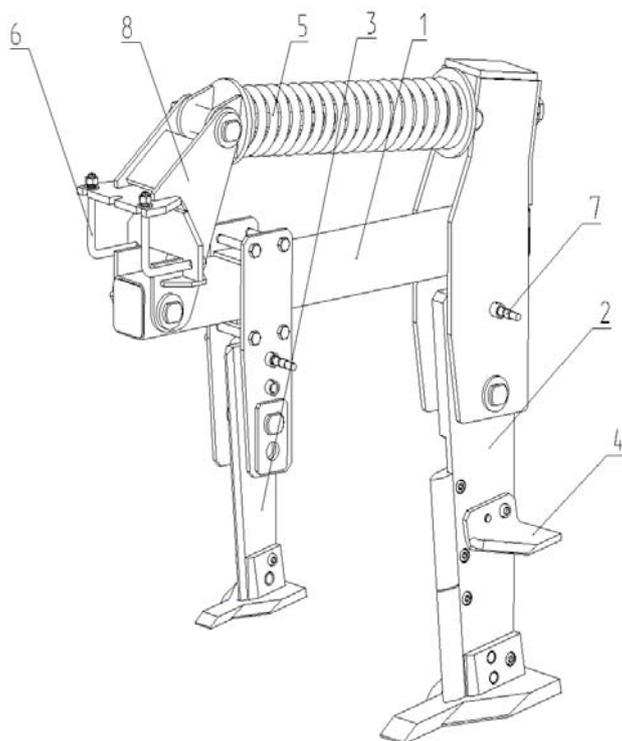
Поэтому для применения безотвального глубокого послойного рыхления тяжелых почв в республике требуется детальное рассмотрение их свойств и влияния на характер взаимодействия с почвообрабатывающими элементами.

Экспериментальные исследования и их анализ

С 2010 года РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» занимается задачей обоснования параметров и режимов работы рабочего органа для глубокого безотвального послойного рыхления. Его экспериментальный образец представлен на рисунке 28.

Исследовательские испытания экспериментальных образцов рыхлительных рабочих органов проводились лабораторией обработки почвы и посева РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» с целью определения соответствия конструкции требованиям по безопасности и экологии, выявления их конструктивных недостатков, определения основных пока-

зателей технической характеристики и агротехнических показателей их работы, а также соответствия техническим требованиям.



- 1 – рама; 2 – основной рыхлитель; 3 – дополнительный рыхлитель; 4 – «крыловидный» рыхлитель; 5 – пружинный предохранитель; 6 – скоба; 7 – срезной штифт; 8 – кронштейн

Рисунок 28 – Схема рабочего органа

Испытания проводились по разработанной программе и методике осенью 2010 г. на полях испытательного полигона РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» (п. Ждановичи, Минский район) на экспериментальной установке, изготовленной из переоборудованного чизельного культиватора КНЧ-4,2, в агрегате с трактором класса 5 («Беларус-2522») в имитирующих реальные условиях работы (рисунок 29а), а также в почвенном канале научно-практического центра (рисунок 29б).



а)



б)

а) в полевых условиях; б) в почвенном канале

Рисунок 29 – Экспериментальный образец рабочего органа для глубокого безотвального послойного рыхления почв

Опыты проводили в сплошной и полусплошной среде, то есть около прохода, образованного впереди идущей лапой. В опытах скорость изменялась в

широких пределах. В пределах скорости 1,2–2,8 м/с прирост удельного сопротивления составлял для сплошной среды 0,3 кг/см², для полусплошной – 0,09 кг/см² с увеличением скорости на 1 м/с (рисунок 30). Сопротивление для сплошной среды растет в три раза быстрее, чем для полусплошной при одинаковом увеличении скорости. Увеличение сопротивления рабочих органов при более высоких скоростях можно объяснить увеличением напряжения в деформируемой почве, возрастанием сил трения и инерции.

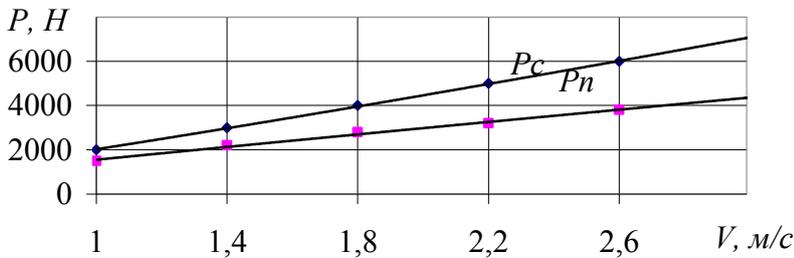


Рисунок 30 – Зависимость сопротивления почвы от скорости обработки

рабочих органов меньше, чем для сплошной, за счет рассеивания напряжений у открытой стенки.

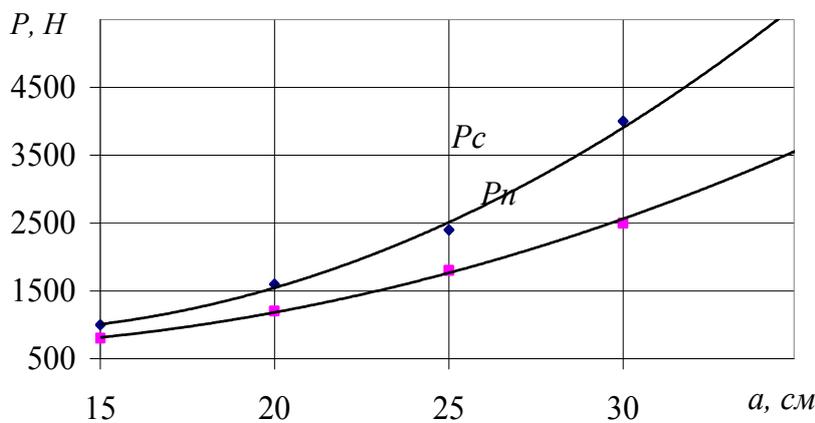


Рисунок 31 – Зависимость сопротивления почвы от глубины обработки

Расстановка рабочих органов по ходу оказывает значительное влияние на их тяговое сопротивление. Лапа, открывающая борозду, выносилась вперед, назад, устанавливалась рядом по отношению к динамометрируемой лапе. С уменьшением вылета передней лапы удельное сопротивление увеличивается.

В процессе экспериментальных исследований изучалось также влияние величины выноса дополнительного рабочего органа перед основным на удельное сопротивление почвы. Вылет рабочего органа изменялся посредством перемещения кронштейна его крепления на балке основного рабочего органа. Удельное сопротивление имеет минимальное значение при вылете

Глубина обработки изменялась в пределах 16–33 см. Глубже 20 см тяговое сопротивление изменяется по восходящей кривой (рисунок 31). Для сплошной среды она круче. Для полусплошной среды тяговое сопротивление

Также повторное воздействие динамометрируемой лапы на почву требует меньшего усилия. Повышение удельного сопротивления почвы при мелком рыхлении связано с наличием в верхних слоях почвы развитой корневой системы.

Расстановка ра-

30–40 см для сплошной и полусвободной сред (рисунок 32). Увеличение удельного сопротивления с изменением вылета от 30–40 см в обе стороны можно объяснить изменением вида деформации почвенного пласта.

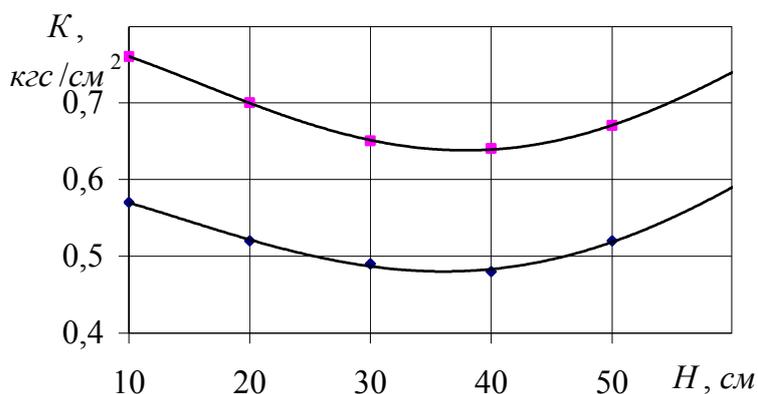


Рисунок 32 – Зависимость удельного сопротивления почвы от вылета дополнительного рабочего органа перед основным

При близком расположении дополнительного рабочего органа по отношению к основному происходит вспушивание почвы узкой высокой полосой. Основной рабочий орган работает в неразрушенной почве. При вылете 30–40 см стойка основного рабочего органа воздействует на

почвенный пласт, который только сошел со стойки дополнительного рабочего органа. При вылете более 40 см стойка основного рабочего органа рвет разрушенный пласт на куски значительного размера, связанные корневой системой, и отбрасывает их в разные стороны. Возникают дополнительные силы на перемещение связанной корнями почвы. Кроме того, происходит сгуживание разрушенной почвы.

Глубина установки дополнительного рабочего органа изменялась в диапазоне от 10 до 16 см. Удельное сопротивление имеет минимальное значение при глубине, равной 16 см. Увеличение общего удельного сопротивления рабочего органа при глубине 10 см связано с тем, что лапа дополнительного рабочего органа следует в слое почвы, сильно насыщенном корневыми системами растений, для разрушения которых требуется больше усилия. При глубине более 14 см удельное сопротивление остается неизменным, что говорит о нецелесообразности увеличения глубины установки дополнительного рабочего органа.

Во время опытов изучалась также зависимость удельного сопротивления почвы от угла наклона стойки основного рабочего органа. Отклонение нижней части стойки вперед уменьшает удельное сопротивление по линейной зависимости на $10^\circ - 0,04 \text{ кгс/см}^2$. Уменьшение удельного сопротивления лапы с увеличением угла отклонения нижней части стойки можно объяснить изменением вида деформации.

Для предотвращения размыва поверхность обработанной почвы должна быть покрыта растительной мульчей, а также иметь высокую вспушенность с целью увеличения водопроницаемости и водовместимости. В процессе эксперимента определено, что сохранность стерни возрастает с увеличением глубины обработки рабочими органами и составляет 70–82%. Увеличение сохран-

ности стерни при увеличении глубины обработки можно объяснить снижением величины деформации от лапы рабочего органа при заглублении в поверхностный слой почвы.

Вспушенность почвы с увеличением скорости растет в сплошной и полусплошной средах, достигает максимума при скорости 2 м/с, а затем уменьшается.

Наибольшая вспушенность наблюдается в интервале глубины обработки 20–30 см. При увеличении глубины обработки ухудшается проработка пласта, при уменьшении связанной корнями растений верхний пласт хуже рыхлится, поэтому в данных случаях вспушенность снижается. На вспушенность почвы оказывает влияние также расстояние между лапами по ходу агрегата. С 50 см начинается взаимодействие между лапами рабочих органов. С уменьшением расстояния вспушенность для лап, работающих в сплошной и полусвободной средах, растет и становится равной при установке их рядом (46,4%).

Из опытных данных следует, что с возрастанием высоты подъема пласта выше 7 см вспушенность не возрастает. Вспушенность почвы при вылете дополнительного рабочего органа перед основным максимальна при 30–40 см и составляет для сплошной среды 43,4%, полусплошной – 40,0%, так как стойка основного рабочего органа при таком расположении интенсивнее рыхлит почвенный пласт, который начинает сходиться с дополнительного рабочего органа.

Наибольшая вспушенность соответствует углам раствора лапы 60–100°, за счет лучшей проработки пласта стойкой лапы. При увеличении угла наклона нижней части стойки от вертикали вперед вспушенность возрастает, назад – уменьшается, что объясняется условиями деформации почвы.

Заключение

1. Анализ конструкций рабочих органов показывает, что для выполнения технологической операции глубокого рыхления тяжелых почв необходимо использовать рабочий орган для послойного рыхления.

2. Экспериментальные исследования рабочего органа для глубокого безотвального послойного рыхления почвы показали, что он соответствует своему функциональному назначению и в полной мере удовлетворяет агротехническим требованиям к глубокой безотвальной обработке.

3. Для сохранения на поверхности большинства стерни и растительных остатков и устранения забивания расстояние от рамы орудия до поверхности обрабатываемого поля должно составлять не менее 300 мм, а вылет дополнительного рабочего органа перед основным должен составлять 300–400 мм.

4. Для обеспечения наименьшего тягового сопротивления рабочего органа глубина обработки дополнительным рабочим органом должна составлять 12–14 см при глубине хода основного 30–35 см. Угол наклона стойки основного рыхлителя должен быть в пределах 10–15°. Угол крошения обоих рыхлительных лап должен составлять 10 град.

01.08.11

Литература

1. Бурченко, П.Н. Механико-технологические основы почвообрабатывающих машин нового поколения / П.Н. Бурченко. – М.: ВИМ, 2002. – 212 с.
2. Листопад, Г.Е. О деформации почвы рабочими органами пчвообрабатывающих машин / Т.Е. Листопад, Ф.М. Кошеваров // ВАСХНИЛ: доклады. – 1973. – № 10. – С. 42-44.
3. Щиров, В.Н. Обоснование параметров комбинированного почвообрабатывающего агрегата нового поколения для глубокой безотвальной послойной обработки почвы / В.Н. Щиров, Г.Г. Пархоменко // Проблемы эксплуатации транспортных и транспортно-технологических колесных и гусеничных машин: сб. науч. тр. / Азово-Черномор. гос. агроинженер. акад. – 2004. – С. 111-116.

УДК 631.312.44

И.М. Лабоцкий,
Н.А. Горбацевич, Е.В. Гордей
*(РУП «НПЦ НАН Беларуси по
механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь)*

**ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ
ГРЕБНЕФОРМИРУЮЩЕГО
УСТРОЙСТВА К СОШНИКАМ
СЕЯЛОК ТОЧНОГО ВЫСЕВА
ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ
КУКУРУЗЫ В ГРЕБНЯХ**

Введение

Гребневая технология возделывания кукурузы является широко известным агроприемом. Эта технология применяется для выращивания кукурузы в почвенно-климатических условиях с недостаточностью тепла и влагообеспечения и может быть использована на суглинистых труднопрогреваемых почвах в зонах с умеренным климатом [1, 2].

Новизна разработки заключается в том, что технические решения по гребнеформирующему устройству направлены на уменьшение количества технологических операций для возделывания кукурузы по гребневой технологии при сохранении ее достоинств.

Гребневая технология обладает следующими достоинствами в сравнении с гладкой технологией:

- проявление в более сильной степени естественного воздействия погодных факторов (температурных колебаний в ранневесенний период) на улучшение структуры почвы;
- более быстрое прогревание почвы в гребнях весной, что позволяет получить более ранние всходы и более устойчивый рост кукурузы;
- более благоприятные условия для регулирования в почве водного, воздушного, теплового и пищевого режимов, а в годы с продолжительной дождливой весной – предохранение семян кукурузы от вымокания и загнивания, снижение процессов коркообразования;
- возможность проведения довсходовой междурядной обработки почвы, что позволяет вести надежную борьбу с сорняками с минимальным локальным внесением гербицидов или вовсе без их внесения;
- совмещение ряда технологических операций при формировании гребней и проведении междурядных обработок;