

**ОЦЕНКА КАЧЕСТВА РАБОТЫ ОПЫТНОГО ОБРАЗЦА  
КУЛЬТИВАТОРА-ГЛУБОКОРЫХЛИТЕЛЯ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ  
УСЛОВИЯХ**

**Пастухов В.И., д.т.н., проф., Бакум Н.В., к.т.н., проф., Михайлов А.Д.,  
к.т.н., доц., Кириченко Р.В., к.т.н., доц., Козий А.Б., к.т.н., доц.,  
Качанов В.В., инж.**

*Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства  
имени Петра Василенко*

**Гриненко А.А., главный конструктор**

*ТОВ “Украинское конструкторское бюро трансмиссий и шасси”*

*Приведены результаты полевых испытаний опытного образца  
культиватора-глубокорыхлителя производства Лозовского кузнечно-  
механического завода в производственных условиях.*

Постановка проблемы. В последнее время отмечается тенденция негативного влияния интенсификации сельскохозяйственных процессов на почву. Главная проблема заключается в уплотнении почвы после воздействия на нее машинно-тракторных агрегатов (МТА). Это снижает уровень плодородия почвы, что приводит к снижению урожайности сельскохозяйственных культур. После работы мобильной техники происходит распыление верхнего горизонта почвы и уплотнение нижнего. В процессе полевых работ МТА оставляет свои следы на 40,0-80,0% обработанного поля. На поворотные полосы приходится воздействие еще в 8-10 крат больше. А поскольку сельхозтехника становится все более тяжелой, то под негативное влияние кроме пахотного слоя подпадает и подпахотный слой на глубине 1,0-1,5м. Это приводит к возрастанию эрозии, снижению пористости плодородного слоя почвы как общей, так и капиллярной. Из-за повышения уровня плотности, а соответственно и твердости почвы, падает уровень жизнедеятельности микрофлоры земли, что напрямую сказывается на потерях урожая примерно на 20,0-40,0% [1,2].

Еще одна проблема уплотнения почвы может появиться, если злоупотреблять применением отвальных плугов и плоскорезов. Возникает «плужная подошва», суть которой заключается в препятствии свободного проникновения выпадающих осадков в подпахотные слои. Таким образом, влага испаряется из нижних горизонтов, а почва остается пересушенной. Наряду с этим «плужная подошва» способствует возникновению так называемых мокрых «блюдец» на равнинной и низинной местности, а на склонах - водной эрозии. Вследствие этого наступает деградация плодородных земельных участков.

Кроме того эта проблема тесно связана с состоянием экологии как на

сельскохозяйственных угодьях, так и в целом для окружающей среды. Стоки воды с полей по колеям от МТА несут с полей остатки минеральных удобрений, пестицидов, стимуляторов роста и т.п., которые попадают в водоемы, что приводит к множеству негативных последствий. Как видим, проблема уплотнения почвы очень сложная и многогранная, поэтому требует эффективных методов ее решения.

Анализ последних исследований и публикаций. Для уменьшения воздействия на уплотненные слои почвы существуют следующие направления: снижение уплотнения; предотвращение уплотнения; разуплотнение [1,2].

Снижение уплотнения: разработка конструкторами машин с меньшей массой за счет совершенствования ходовой системы энергетических и транспортных агрегатов, создания широкозахватных и комбинированных машин. Применение метода «технологической колеи» во время полевых работ, который заключается в том, что машины в своем передвижении ориентируются на постоянную колею.

Предотвращение уплотнения (способы реализации этого направления находятся в недостаточной разработке): использование приема «нулевой» обработки почвы, внедрение специальных машин на воздушной подушке, применение мостового земледелия.

Разуплотнение: применение глубокорыхлителей для механического рыхления почвы на глубину 0,6 - 0,7м.

Следует отметить, что последнее направление имеет смысл рассматривать с точки зрения глубины слоя почвы, на который направлен метод, так как для разуплотнения «плужной подошвы» до 0,45м обычно применяются чизельные плуги и культиваторы-рыхлители. Этот способ достаточно разработан и освоен. Однако для рыхления слоя глубиной от 0,5м и больше соответствующие орудия применяются недостаточно.

Наблюдая за опытом других стран, следует отметить, что там для глубокого рыхления используют сравнительно простые устройства. Это надежные орудия, состоящие из рамы на опорных колесах, где установлены рыхлительные и щелерезные рабочие органы.

Что касается глубокорыхлителя, то его рабочий орган представляет собой прямую или криволинейную стойку, на которой закреплено фигурное долото. Дополнительно могут крепиться уширители для увеличения области рыхления. Для проведения кротования (прокладки дренажа) стойку сзади дополняют дреном.

После наблюдений за эффективностью работы глубокорыхлителей было отмечено, что высота неразрушенного гребня, который остается на дне борозды после прохода орудия, зависит от ширины долота, а также междуследия. Поэтому в последнее время многие зарубежные фирмы занялись выпуском глубокорыхлителей с наклонными или криволинейными стойками вместо прямых в области поперечной плоскости. За счет таких изменений в конструкции можно ожидать значительно меньшие по высоте неразрушенные гребни или же их абсолютное отсутствие.

Глубокорыхлитель может выполнять сплошную или полосную обработку

почвы (в зависимости от расстановки рабочих органов). Если применяется полосное рыхление, то участки, которые остаются неразрыхленными, служат своеобразной опорой для движения тракторов во время последующих проходов. Это повышает продолжительность эффективности разрыхленных полос. Если на участках существует проблема мокрых «блюдеч», то полосное глубокое рыхление применяется с одновременным дренированием. Для глинистой почвы междуполосное расстояние делают около 2,0 - 2,5м, а для суглинистой почвы - 3,0 - 4,0м.

Сплошное глубокое рыхление рекомендуется проводить осенью на склоновых и равнинных землях, где необходимо обработать стерневые фоны пропашных и зерновых культур. Такой метод может применяться вместо зяблевой вспашки.

Долговечность этой обработки почвы напрямую зависит от уровня влажности последней в момент проведения глубокого рыхления. Наиболее оптимальной является влажность 60,0-80,0%. Если подпахотный слой характеризуется влажностью выше предела пластичности, то более эффективным будет глубокое рыхление после дренирования на глубину 0,4 - 0,5м, когда почва подсушена до оптимального уровня влажности.

Для того, чтобы повысить водопроницаемость отдельных участков, полезно применять щелевание склоновых земель на глубину 0,4 - 0,5м. Это способствует увлажнению пахотных и подпахотных горизонтов, а также равномерному распределению влаги. Эффективность такого приема состоит еще и в том, что при его проведении на глубину 0,3 - 0,6м с междущелевым расстоянием 1,0 - 1,5м, значительно сокращается ущерб от водной эрозии. За счет нарезания щелей шириной 2,5 - 4,0см стоковые воды отводятся в нижележащие слои и смыв почвы уменьшается.

Метод щелевания наиболее эффективен на посевах многолетних трав, озимых культур, а также на зяби. Чтобы увеличить долговечность щелей практикуют заполнять их органическими остатками урожая (например, измельченной соломой) или плотными комками почвы со стерней или дерниной.

Во многих странах Западной Европы, США и Канаде [1,2] щелевание и глубокое рыхление почвы, после переуплотнения, имеют широкое распространение. Положительный эффект от глубокого рыхления может длиться от 2 до 5 лет. Это зависит от следующих факторов: физико-механических и агрохимических свойств пахотного и подпахотного горизонтов; биологических и погодных условий; характера мульчирующих материалов вносимых в щель и др.

Таким образом, глубокое рыхление - это способ обработки почвы, главная сущность которого заключается в рыхлении, крошении, частичном перемешивании, но без оборачивания, вследствие чего происходит разуплотнение почвы, направленное на предотвращение водной эрозии. Стерня при этом должна оставаться на поверхности для закрепления почвы и предотвращения сдувания ее ветром. Главным орудием для проведения указанных сельскохозяйственных работ есть глубокорыхлители.

Что касается их рабочих характеристик, то нужно отметить в первую очередь наличие гидравлического привода. Он отвечает за изменение положения зубьев в плане их подъема и опускания, за регулировку угла наконечника зуба, за управление механизмом перемещения стойки, за изменение шага зубьев. Еще одной характерной особенностью конструкции глубокорыхлителей являются амортизаторы, с помощью которых уменьшается передача пиковой динамической нагрузки на почву.

Цель исследований. Выполнить оценку качества работы опытного образца культиватора-глубокорыхлителя в производственных условиях.

Результаты исследований. Производственные испытания проводилось на опытном поле «Мерчанское» ХНТУСХ им. П. Василенко в осенний период 2014 года для определения агротехнической, технологической оценки и надёжности работы опытного образца культиватора-глубокорыхлителя.

Фон, на котором проводились испытания, представлял собою стерню после уборки озимой пшеницы (рис. 1). Количество остатков стеблей озимой пшеницы составляло в среднем 430,0шт./м<sup>2</sup>.



Рисунок 1 - Вид стерневого поля на котором проводились испытания опытного образца культиватора-глубокорыхлителя с трактором ХТЗ-17021

В период проведения испытаний на этом фоне была сухая и жаркая погода. Влажность почвы в слое обработки (15,0см) была 20,6-26,5%, твердость почвы - 3,95мПа.

Характеристика фона и показатели характеризующие его представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Характеристика условий испытаний ОПЫТНОГО образца культиватора-глубокорыхлителя в осенний период 2014 года

Показатели	Единицы измерений	Характеристика фона
Дата определения показателей		04.09.2014
Площадь поля	га	20,0
Твердость почвы в слоях, см:		
0-5	МПа	1,14
5-10	МПа	2,50
10-15	МПа	3,70
15-20	МПа	3,95
Влажность почвы в слоях, см:		
0-5	%	26,5
5-10	%	22,2
10-15	%	20,6
Стерня	шт./м <sup>2</sup>	430,0
Высота стерни	см	10...15
Предшественник		Озимая пшеница
Рельеф		Волнистый

При проведении агротехнической оценки работы культиватор-глубокорыхлитель агрегатировался с трактором ХТЗ-17021. В соответствии с методикой при испытаниях определялись следующие показатели, характеризующие качество его работы: глубина обработки и её равномерность, гребнистость поверхности, качество рыхления почвы, степень подрезания сорняков. При испытаниях определение указанных показателей проводилось при установочной глубине 20,0см (рис. 2).

Результаты агротехнической оценки представлены в табл. 2. Анализ данных таблицы показывает следующее. Фактическая глубина обработки в основном меньше установочной. Отличие составляет 1,2см по поверхности и 7,4см по борозде. Коэффициент вариации неравномерности по глубине соответственно 20,0% и по борозде 33,0%. Такое различие объясняется довольно высокой твердостью почвы на глубине обработки, из-за чего лапы культиватора-глубокорыхлителя не заглублялись на заданную глубину.

Гребнистость почвы была довольно высокой и что наблюдалось визуально.

Испытания показали, что по качеству рыхления почвы опытный образец культиватора-глубокорыхлителя не отвечает требованиям ТУ. Размер комков почвы диаметром 100,0мм в два раза больше чем требуется по ТУ [3 - 8].

По степени подрезания сорняков культиватор-глубокорыхлитель обеспечивает (98,0%) близкое к требуемой ТУ величине - 99,0%.





а)



б)

Рисунок 2 - Работа культиватора-глубококорыхлителя с установочной глубиной 20,0см в осенний период (поле после уборки озимой пшеницы):

а) - вид с боку, б) - вид сзади

Результаты производственных испытаний показали, что культиватор глубокорыхлитель обеспечивает удовлетворительное качество работы. Однако заданная глубина обработки в значительной степени зависит от твердости почвы.

Таблица 2 - Результаты агротехнической оценки работы культиватора-глубококорыхлителя

Показатели	Единицы измерения	По результатам испытаний
Дата проведения агрооценки		04.09.2014
Глубина обработки, при установочной 20,0см	см	18,8±0,68
Гребнистость поля при установочной глубине 20,0см	см	12,6±1,05
При установочной глубине 20,0см комков диаметром:		
- свыше 100,0мм;	%	38,7
- менее 100,0мм;	%	34,7
- менее 1,0мм	%	26,5
Степень подрезания сорняков при установочной глубине 20,0см	%	98,0

Следует отметить, что положительным фактором является то, что культиватор-глубококорыхлитель производства ЗАТ “Лозовской кузнечно-механический завод” (ЛКМЗ) г. Лозовая Харьковской области предназначен как для безотвального глубокого рыхления почвы с возможностью одновременного рыхления верхних и средних слоёв почвы, так и для подрезания сорняков. Культиватор-глубококорыхлитель - универсальное орудие (три орудия в одном), может использоваться как плуг чизельный, а также стерневой, либо как паровой культиватор. Таким образом, орудие может выполнять одним и тем же рабочим органом три технологические операции: глубокое рыхление (чизелевание) на глубину до 40,0см, культивацию (в том числе по стерне) и глубокое рыхление с подрезанием и измельчением почвы и растительных остатков на глубине 5,0 - 20,0см.

Зубчатые катки увеличивают пористость почвы на поверхности, способствуя проникновению влаги и насыщению почвы.

Оценка надежности культиватора-глубококорыхлителя показала, что во время производственных испытаний имели место отказы конструктивного и производственного характера.

В процессе испытаний при работе опытного образца культиватора-глубококорыхлителя отмечены следующие недостатки: нагромождение почвы перед лапами и катками, забивание лап сорняками и почвой, что приводит к снижению производительности, так как с одной стороны нагромождение увеличивает сопротивление почвы на культиватор-глубококорыхлитель, а с другой - забивание лап почвой и сорняками требует частых остановок агрегата для их очистки. Увеличение сопротивления почвы на культиватор-



глубококорыхлитель ведет к повышению расхода топлива.

Из-за нагромождения сорняков перед рабочими органами и налипания почвы образуются борозды, что снижает качество обработки почвы и является одной из причин обрыва предохранительных болтов крепления стоек.

При эксплуатации культиватора-глубококорыхлителя (при наработке 15,0 га) произошло разрушения корпусов подшипников зубчатых катков. Причиной разрушения подшипников на наш взгляд является то, что основная нагрузка приходится на зубчатые катки, так как они служат опорными при установке глубины. Для устранения этого недостатка на культиватор-глубококорыхлитель рекомендуется установить опорные колёса.

**Выводы.**

1.Целью проведения производственных испытаний культиватора-глубококорыхлителя является определение качественных показателей и надёжности работы опытного образца культиватора-глубококорыхлителя, его доводка до работоспособного состояния, отладка технологического процесса, проверка правильности выбора материалов и технологии изготовления, а также соответствие его требованиям технических условий (ТУ).

2.Агротехническая оценка работы культиватора-глубококорыхлителя показала, что фактическая глубина обработки в основном меньше установочной. Отличие составляет 1,2см по поверхности и 7,4см по борозде. Коэффициент вариации неравномерности по глубине, соответственно, 20,0% по поверхности и по борозде 33,0%.

3.По качеству рыхления почвы опытный образец культиватора-глубококорыхлителя не отвечает требованиям ТУ. Размер нежелательных комков диаметром 100,0мм в два раза больше допустимых по ТУ.

4.По степени подрезания сорняков культиватор-глубококорыхлитель практически соответствует требованиям ТУ. Отличие от требований ТУ составило 1,0%.

5.Рекомендуется проводить дальнейшую доработку конструкции и производственные испытания культиватора-глубококорыхлителя на различных фонах на различную глубину в разные периоды.

## **Список использованных источников**

1. Глубококорыхлитель. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://t-it.com.ua/glubokoryhlitel.html>.
2. Сельскохозяйственная техника. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.smscz.cz/zemedelske-stroje/ru/katalog/glubokorykhritel/>.
3. Испытание сельскохозяйственной техники. Машины и орудия для поверхностной обработки почвы. Программа и методы испытаний ОСТ.70.4.4-80 - М.:1980.
4. Техника сельскохозяйственная. Методы эксплуатационно-технологической оценки. ГОСТ 24055-88 - М: 1988.
5. Техніка сільськогосподарська. Методи визначення умов випробувань.



КНД.46.16.02.08-95.

6. Техніка сільськогосподарська. Тривалість та агросроки проведення випробувань. КНД.46.16.02.16-97.
7. Надежность в технике. Система обработки информации, планирование наблюдений, ГОСТ 27.502-83 - М.: 1983.
8. Тракторы и машины сельскохозяйственные. Надежность. Испытание в условиях эксплуатации ОСТ 70/23.2.7-73 - М.: 1974.

## **Анотація**

### **ОЦІНКА ЯКОСТІ РОБОТИ ДОСЛІДНОГО ЗРАЗКА КУЛЬТИВАТОРА-ГЛИБОКОРОЗПУШУВАЧА У ВИРОБНИЧИХ УМОВАХ**

Пастухов В., Бакум М., Михайлов А., Кириченко Р., Козій О., Качанов В.,  
Гриненко О.

*Наведені результати польових випробувань дослідного зразка культиватора-глибокорозпушувача виробництва Лозівського ковальсько-механічного заводу у виробничих умовах.*

## **Abstract**

### **PERFORMANCE ASSESSMENT PROTOTYPES ROW DEEPLY RIPPERS IN A PRODUCTION ENVIRONMENT**

V. Pastukhov, N. Bakum, A. Mikhailov, R. Kyrychenko, A. Koziy,  
V. Kachanov, A. Grynenko

*The results of field trials of a prototype of the cultivator, chisel plows production Lozovsky forging-mechanical plant in the production environment.*