

НАУКА – ПРОИЗВОДСТВУ

УДК 631.51:631.6

ЭКСПЛУАТАЦИОННОЕ РЫХЛЕНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ПОЧВ СВЯЗНОГО ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА

А.П.Лихацевич, чл.-кор. НАН Беларуси, доктор технических наук

Н.Н.Погодин, кандидат технических наук

В.А.Болбышко, кандидат технических наук

РУП «Институт мелиорации»

Ключевые слова: плотность почв, эффективность рыхления, средства механизации, диагностическая оценка, контроль качества

Введение

Основной причиной переуплотнения почв является механическое воздействие ходовых систем сельскохозяйственной и другой техники. Уплотняющая деформация при движении машинно-тракторных агрегатов по полю происходит в вертикальном на 35-70 см и столько же в горизонтальных направлениях [1]. Наибольшее уплотнение под действием ходовых систем сельскохозяйственной и другой техники происходит в переувлажненных почвах, а в особенности при содержании в них органического вещества ниже 3 %.

Помимо ходовых систем машинно-тракторных агрегатов отрицательное воздействие на почву оказывают и побочные эффекты от работы некоторых рабочих органов машин. Так, при вспашке почвы традиционными плугами на одну и ту же глубину образуется так называемая «плужная подошва», плотность которой достигает в ряде случаев критических значений (до 1,6 г/см³ и более), что препятствует развитию корневой системы растений [2]. Исследования в Витебском экспериментальном хозяйстве на легкосуглинистой почве показали, что уплотнение за 2, 4 и 6 проходов трактора Т-150К снизило урожай картофеля, соответственно, на 5,4; 13,9 и 33 %, свеклы кормовой – 3,7; 8,0 и 32%, кукурузы – 5,6; 17,5 и 31,2 %.

Атмосферные осадки, концентрируясь над переуплотненной прослойкой в пахотном горизонте приводят к переувлажнению почвы, увеличиваются поверхностный сток и вынос питательных веществ, развиваются эрозионные процессы. В сухой период, в условиях высоких атмосферных температур, корневая система быстро обезвоживается, растения угнетаются. Вода быстро испаряется из маломощного пахотного слоя (15-20 см), уплотненный подпахотный горизонт при этом препятствует капиллярному подпитыванию от грунтовых вод к корневой системе растений. В результате подверженные в весенний период переувлажнению растения оказываются в условиях дефицита влаги,

страдающая уже от недостатка водного, а значит и минерального питания. В течение вегетационного периода такие колебания могут происходить неоднократно.

На мелиорированных землях неудовлетворительные водно- и агрофизические свойства минеральных почв тяжелого гранулометрического состава, вызванные первичным (естественно-генетическим) и вторичным (искусственным) переуплотнением, снижают осушительное действие закрытого дренажа, вызывают переувлажнение корнеобитаемого слоя и ухудшают плодородие почвы.

Искусственному (вторичному) уплотнению подвержены в первую очередь глинистые, суглинистые, а также и связносупесчаные почвы, продолжительное время находящиеся в сельскохозяйственном использовании.

Приемы снижения уплотнения почв и их эффективность

Мероприятия по предупреждению и ликвидации избыточного уплотнения почв можно разделить на три группы: инженерно-технические, организационные и агротехнические [3].

В первую группу входят мероприятия, направленные на увеличение площади опоры обрабатывающей техники, использование колесных тракторов и др. тяжелых машин со сдвоенными шинами, использование движителей на гусеничном ходу, что уменьшает давление на почву.

Вторую группу составляют мероприятия по применению технологий возделывания сельскохозяйственных культур с минимально возможным числом проходов по полю тяжелой, особенно колесной, техники. Эти технологии предусматривают элементы минимальной обработки почвы, использование широкозахватной техники и направляющей технологической колеи в интенсивных технологиях возделывания культур, применение комбинированных орудий и агрегатов, повышение скорости обработки, совершенствование севооборотов, снижение числа передвижений по полям транспортно-технологических агрегатов: автомобилей, тяжелых колесных тракторов с прицепами.

Третья группа – это агротехнические мероприятия по снижению переуплотнения почв, их можно разделить на три подгруппы:

- приемы создания устойчивого рыхлого сложения почв путем обработки их в оптимальные по физической спелости сроки, улучшение структурного состояния с помощью травосеяния, внесения высоких доз органических удобрений и мелиорантов, содержащих кальций;

- разуплотнение почв с помощью культур, имеющих стержневую корневую систему (редька масличная, яровой и озимый рапс и др. с мощной корневой системой), т.е. биологическое рыхление;

- приемы разуплотнения с помощью глубокого (более 0,6 м) или эксплуатационного (до 0,5 м) рыхления почв.

Растения по-разному реагируют на глубину обработки почвы. К первой группе

культур, хорошо отзывающихся на глубокую основную обработку почвы, относятся пропашные: картофель, свекла, кукуруза, а также овощные культуры. Ко второй группе культур, средне отзывающихся на глубокую обработку, относятся: озимая рожь, пшеница, ячмень, горох, гречиха, овес. К третьей группе культур, слабо отзывающихся, или совсем не отзывающихся на глубину обработки почвы относятся: лен, люпин.

Исследования показали высокую эффективность разуплотнения почв рыхлителями различной конструкции на глубину 40-45 см. В опытах за счет этого приема урожайность картофеля повышалась на 25-73 ц/га, корнеплодов – 60-120, кукурузы – 50-80 и зерновых на 4-7 ц/га. Положительное влияние этого приема сохранялось в течение 2-3 лет [4, 5].

В табл. 1 приведены результаты исследований на временно переувлажняемой связносупесчаной почве (Молодечненский р-н Минской обл., СПК «Полочаны»), где наибольшая эффективность получена при разуплотнении подпахотного слоя почв различными типами рыхлителей под картофель. Причем прибавка урожая наблюдалась также и на второй год в последствии, где на участке после картофеля высевали ячмень; она составила 7,8-8,6% по отношению к контролю.

Таблица 1. Урожайность культур при различных способах разуплотнения подпахотного слоя

| Вариант опыта | Картофель (2001-2004) | | | Озимая рожь (2001-2003) | | | Ячмень последствие (2002-2004) | | |
|--|-----------------------|----------------------|-------|-------------------------|----------------------|-------|--------------------------------|----------------------|------|
| | урожайность, ц/га | отношение к контролю | | урожайность, ц/га | отношение к контролю | | урожайность, ц/га | отношение к контролю | |
| | | ц/га | % | | ц/га | % | | ц/га | % |
| Вспашка 20 см | 230 | - | - | 42,2 | - | - | 46,3 | - | - |
| Вспашка с одновременным рыхлением РПП-20 на 20 см (20+20 см) | 267 | +37 | +16,1 | 47,1 | +4,9 | +11,6 | 49,9 | +3,6 | +7,8 |
| Рыхление чизельным плугом ПЧ-4,5 на 40 см | 264 | +34 | +14,8 | 46,1 | +3,9 | +9,2 | 50,3 | +4,0 | +8,6 |

Наибольший экономический эффект от рыхления получен на участках с картофелем – 189-194 долл. США, на участках с озимой рожью прибавка от рыхления составила 18-22 долл. США на 1 га возделываемой площади (табл. 2).

Разуплотнение чизельным плугом проводится в основном отдельной операцией, после вспашки, что значительно удорожает этот прием. В опыте рыхление проводили без предварительной пахоты, т.е. сочетали безотвальную обработку и разуплотнение. Однако частое проведение безотвальной обработки приводит к увеличению засоренности возделываемых культур, поэтому безотвальные обработки необходимо чередовать в севообороте с отвальной вспашкой.

Широкая производственная проверка в других хозяйствах Республики Беларусь показала, что эксплуатационное рыхление на глубину 0,4-0,5 м в любые по метеорологи-

Таблица 2. Экономическая эффективность приемов обработки почвы

| Вариант опыта | Урожайность, ц/га | Затраты на производство 1 га продукции, долл. США | Доход с 1 га, долл. США | Прибавка от рыхления 1 га, долл. США |
|---|-------------------|---|-------------------------|--------------------------------------|
| Озимая рожь (средние значения за 2001-2003 гг.) | | | | |
| Вспашка 20-22 (контроль) | 42,2 | 181 | 96 | - |
| Вспашка 20-22 с одновременным рыхлением РПП-20 на 20 см | 47,1 | 189 | 118 | +22 |
| Чизелевание ПЧ-4,5 на 40 см | 46,1 | 193 | 114 | +18 |
| Картофель (средние значения за 2001-2004 гг.) | | | | |
| Вспашка на 20-22 см (контроль) | 230 | 1464 | 290 | - |
| Вспашка на 20-22 см с одновременным рыхлением РПП-20 на 20 см | 267 | 1516 | 484 | +194 |
| Рыхление чизельным плугом ПЧ-4,5 на 40 см | 264 | 1534 | 479 | +189 |

ческим условиям годы обеспечивает прибавку урожайности сельскохозяйственных культур на 10-30 %. От прибавки урожая пропашных культур прибыль составляет 40-200, а зерновых – 12-22 долл. США на 1 га возделываемой площади.

Технология проведения эксплуатационного рыхления почв

Рыхление, проведенное через несколько лет после строительства мелиоративных систем для поддержания благоприятных водно-физических свойств почвы и повторяемое затем периодически, а также выполняемое на автоморфных переуплотненных почвах называется эксплуатационным [6].

Увеличение глубины разрыхленного слоя почвы приводит к повышению водопроницаемости и, соответственно, к уменьшению поверхностного стока воды и смыва почвы. Применение эксплуатационного рыхления на мелиорированных уплотненных почвах позволяет увеличивать сток из дренажных систем в 1,5-3,0 раза.

Эксплуатационное рыхление под пропашные культуры целесообразно проводить осенью при запашке органических удобрений. Под картофель рыхление можно проводить и в весенний период. Под озимые культуры рыхление необходимо проводить не ранее, чем за три недели до их посева. Под яровые культуры рыхление проводится при зяблевой вспашке.

В специальной литературе эксплуатационное рыхление иногда называют поверхностно-агрономическим [7]. Условия применения эксплуатационного рыхления представлены в [8]. Эксплуатационное рыхление не рекомендуется проводить на землях грунтового и грунотно-напорного водного питания, на неосушенных землях избыточного увлажнения, осушенных вторично заболоченных, при неудовлетворительном состоянии закрытой осушительной сети, а также при наличии каменистых включений объемом более 0,5% от объема почвы и содержащих отдельные крупные камни с максимальным размером более 0,2 м. Нецелесообразно также рыхление и щелевание в замкнутых понижениях и у подножия склонов в местах скопления поверхностных вод.

Обычную вспашку с оборотом пласта и одновременным рыхлением нижележащего слоя рыхлителями плужной подошвы называют почвоуглублением. По своему характеру почвоуглубление относится к агротехническим мероприятиям. Оно целесообразно, главным образом, при вторичном переуплотнении подпахотного слоя мощностью до 20 см. Применяется также в тех случаях, когда ниже переуплотненного профиля залегает слой с неблагоприятными характеристиками (неплодородная подпочва с неудовлетворительным химизмом), вызывающими ухудшение свойств пахотного слоя при перемешивании с подпочвой. В таком случае целесообразно увязать почвоуглубление с интенсивным внесением органических и минеральных удобрений, а в случае необходимости – с известкованием и включением в севооборот культур с глубоко укореняющейся корневой системой (клевер, люцерна и т.д.).

Чизелевание – это безотвальная сплошная обработка почвы чизельными орудиями с рыхлительными или стрельчатыми лапами, установленными на раме орудия, с обработкой пласта по ширине захвата и образованием неразрушенных гребней над дном борозды и разрыхленного слоя почвы над гребнями. Оно занимает промежуточное положение между агротехническими и агромелиоративными мероприятиями и направлено на улучшение структуры подпахотного горизонта. Применение целесообразно при наличии вторичного переуплотнения до глубины 0,45 м.

Почвоуглубление и чизелевание следует проводить прежде всего на окультуренных почвах, чистых от многолетних сорняков и при отсутствии мощного дернового покрова. Чизелевание может заменять отвальную вспашку.

Рыхление-щелевание – прием разуплотнения, когда разрыхленные призмы почвы в верхней зоне не пересекаются, т.е. происходит не сплошное рыхление, а в виде отдельных полос. Расстояние между стойками рыхлителей в зависимости от класса трактора и категории почвы обычно составляет 0,7-1,2 м.

Рыхление-щелевание является агромелиоративным приемом для улучшения

водно-физических свойств слабофильтрующих переуплотненных минеральных почв и мелкозалежных торфяников, повышения плодородия лугопастбищных угодий, защиты почв от водной эрозии, используется также для влагонакопления и повышения плодородия склоновых земель.

Эксплуатационное рыхление выполняется по загонной и челночной схемам. Челночная схема применяется при широкой поворотной полосе, а загонная – при узкой (рис. 1).

Основной схемой остается загонная, когда поле разбивают на загоны с шириной, кратной

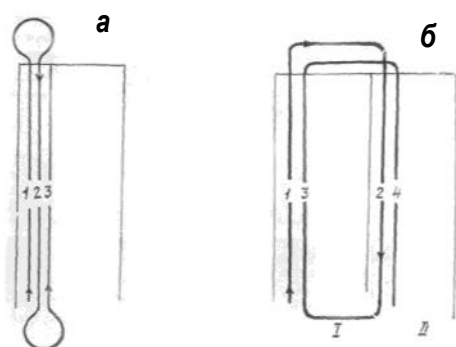


Рис.1. Схемы эксплуатационного рыхления:
а – загонная; б – челночная; 1, 2, 3 – проходы агрегата; I, II – загоны

ширине захвата агрегата, умноженной на 35-50.

При эксплуатационном рыхлении оборудование устанавливается на трассу первого прохода и заглубляется при плавающем положении гидронавески трактора, машинист поддерживает курс первого прохода по вешкам или по ориентиру, а в дальнейшем, в зависимости от выбранной схемы движения агрегата, – по предварительной разметке участка.

Во время работы запрещается резко поворачивать трактор при заглубленном рабочем органе. Выглубление рабочего органа рыхлителя производят по ходу трактора постепенно.

Направление рыхления следует ориентировать в зависимости от характера рельефа местности и расположения дренажа. Так, на ровной местности без дренажа рыхление выполняется параллельно более длинной стороне участка, при наличии дренажа и уклонах поверхности до 1° – перпендикулярно дренажам, а при уклоне до 3° – под острым углом к горизонталям, а при уклонах более 3° рыхление осуществляется по горизонталям местности.

Последующую агротехническую обработку при уклонах до 1° целесообразно проводить перпендикулярно к направлению рыхления, при уклонах 1-3° – под допустимым углом к горизонталям, уклонах более 3° – по горизонталям местности.

Технологии обработки почвы рекомендуется дополнять специальными противоэрозионными приемами.

Контурная, или поперечная, обработка почвы проводится по направлению, перпендикулярному склоновому стоку. На односкатных склонах обработка на всем протяжении тракторного гона осуществляется прямолинейно – в одном направлении, а на склонах с различной экспозицией соответственно изменяют и направление обработки с тем, чтобы она была перпендикулярной склоновому стоку.

При работе с почвоуглубителями склоны целесообразно пахать с оборотом пласта вверх по склону.

Холм можно пахать контурно с оборотом пласта вверх по склону двумя способами – фигурным и загонным. При фигурном способе вспашку начинают с вершины холма и продолжают до боковых подошв холма.

Средства механизации для эксплуатационного рыхления переуплотненных почв

Для эксплуатационного рыхления ранее широко применялись чизельные плуги ПЧ-2,5, ПЧ-4,5; ПЧК-2,5 и ПЧК-4,5. Главное назначение – безотвальное глубокое рыхление почвы на глубину до 40-45 см, разрушение плужной подошвы и углубление пахотного слоя, безотвальная обработка почвы вместо зяблевой и весенней пахоты.

Чизельные плуги снабжены сменными рабочими органами: долотами для рыхления почвы на глубину до 45 см; стрельчатыми лапами для обработки на глубину до 30 см, используемыми для лучшего подрезания сорной растительности и увеличения площади сплошного рыхления верхнего слоя.

В конструкции чизельных плугов предусмотрена возможность навешивания приспособлений для поверхностной обработки почвы ПСТ-2,5 или ПСТ-4,5, при помощи которых проводится рыхление верхнего слоя почвы и ее выравнивание. Для предохранения рабочих органов и рамы от поломок при встрече с непреодолимым препятствием у плугов ПЧ-2,5 и ПЧ-4,5 служит срезной болт, а у плугов ПЧК-2,5 и ПЧК-4,5 – пневмогидрозащита.

В РУП «Институт мелиорации» разработано к противокаменистым плугам общего назначения типа ПГП сменное рабочее оборудование для рыхления подпахотного слоя минеральных почв – рыхлитель плужной подошвы РПП-20. Он позволяет в едином технологическом процессе со вспашкой производить также и разуплотнение плужной подошвы на глубину до 20 см ниже уровня дна борозды, что увеличивает поступление питательных веществ, воды и воздуха к корням растений и улучшает условия для проникновения их в более глубокие слои почвы.

Рыхлители плужной подошвы РПП-20 монтируются за отвалами на грядили корпусов плуга по одному на корпус. Краткая техническая характеристика рыхлителя при работе на связносупесчаной почве представлена в табл. 3.

Таблица 3. Краткая техническая характеристика рыхлителя плужной подошвы РПП-20

| № пп | Наименование параметров | Значение |
|------|---|--|
| 1 | Состав агрегата | Рыхлитель РПП-20 + плуг ПГП-7-40 + трактор К-701 |
| 2 | Производительность агрегата, га/ч: -основного времени - эксплуатационного времени | 1,9-2,4 1,3-1,7 |
| 3 | Рабочая ширина захвата агрегата, м | 2,8 |
| 4 | Глубина обработки (вспашка + рыхление), см: в том числе: вспашка рыхление РПП-20 | 42 22 20 |
| 5 | Рабочая скорость движения, км/ч | 7,0-8,6 |
| 6 | Транспортная скорость, км/ч | До 12 |
| 7 | Пределы регулирования глубины рыхления подпахотного слоя, см | 20; 15; 10 |
| 8 | Расстояние между следами рыхлителей РПП-20 в агрегате, см | 40 |
| 9 | Количество рыхлителей РПП-20 в комплекте на плуг ПГП-7-40, шт. | 7 |
| 10 | Масса одного рыхлителя, кг | 25 |
| 11 | Тяговое сопротивление агрегата (по данным госиспытаний), кН (кгс) | 49,3-52,2 (4930-5220) |
| 12 | Тяговое сопротивление комплекта рыхлителей, кН (кгс) | 8,2 (820) |
| 13 | Усредненный расход топлива на комплект рыхлителей (7 шт.), кг/га | 3,2 |
| 14 | Удельный расход топлива агрегата за основное время работы (по данным госиспытаний), кг/га | 17,4 – 19,1 |
| 15 | Обслуживающий персонал, чел. | Тракторист |

На почвах с малым гумусовым слоем, на которых глубокую вспашку производить нельзя, использование рыхлителей плужной подошвы РПП-20 наиболее эффективно, так как малая глубина вспашки здесь в большой мере компенсируется глубоким рыхлением подпахотного слоя без перемешивания его с верхним плодородным, т.е. обеднение почвы питательными веществами не происходит.

Наибольший эффект от рыхления достигается при установке семи стоек РПП-20 с глубиной рыхления ниже лемеха плуга на 15-20 см. На сильно переуплотненных почвах и при недостаточности тягового усилия трактора возможна работа с шестью корпусами (один снимается) или с установкой рыхлителя плужной подошвы РПП-20 на грядиле плуга через один.

В РУП «Институт мелиорации» разработано также рыхлительное оборудование РКЛ-50, которое предназначено для рыхления-щелевания почвы среднего и тяжелого гранулометрического состава, а также щелевания сенокосов и пастбищ с целью улучшения водно-физических свойств корнеобитаемого слоя. РКЛ-50 представляет собой сменное рабочее оборудование к плугам общего назначения (типа ПГП) с гидравлической защитой, агрегируемых с тракторами класса тяги до 50 кН. Корпуса плуга с рамы снимаются и вместо них, в зависимости от марки плуга и категории почвы, через 0,7-1,2 м устанавливается оборудование РКЛ-50.

Краткая техническая характеристика рыхлительного оборудования РКЛ-50 на базе плугов общего назначения приведена в табл. 4.

При работе на старопашотных почвах дисковый нож снимается, возможно снятие прикатывающего катка. На эродированных почвах, с целью создания валка для задержания поверхностных вод, прикатывающий каток также снимается. Данным агрегатом мож-

Таблица 4. Краткая техническая характеристика рыхлительного оборудования РКЛ-50 на базе плугов общего назначения

| Наименование параметров | Показатели | |
|---|----------------------------|------------------------|
| | РКЛ-50 | РКЛ-50 |
| 1. Тип агрегата | Навесной | |
| 2. База для монтажа (рама плуга) | Плуг ПГП-3-40Б | Плуг ПГП-7-40 |
| 3. Агрегируется с тракторами тягового класса | 20 кН (МТЗ-1221, МТЗ-1523) | 50 кН (К-701; К-700А) |
| 4. Производительность, га/ч: основного времени эксплуатационного времени | 0,84-1,28 0,63-0,96 | 2,24-2,75 1,68-2,06 |
| 5. Рабочая ширина захвата, м | 1,6 | 3,2 |
| 6. Скорость движения, км/ч: рабочая транспортная | 6-8 До 12 | 7,0-8,6 До 12 |
| 7. Масса одного рыхлителя, кг | 110 | |
| 8. Масса комплекта на базу, кг | 220 | 330, 440 |
| 9. Расстояние между следами рыхлящих стоек, см | 80 | 80, 120 |
| 10. Глубина рыхления (щелевания), см | 40-50 | |
| 11. Глубина прорезания дернины дисковым ножом, см | 8-12 | |
| 12. Высота вспучивания по щели после обработки, см: лугопастбищных угодий эксплуатационное рыхление | Не более 8 До 15 | |
| 13. Ширина щели после прохода у поверхности дернины, см | Не более 4 | |
| 14. Обслуживающий персонал | Тракторист | |

но выполнять и сплошное рыхление почвы. Для этого оборудование РКЛ-50 устанавливается на каждое крепление снятых корпусов плуга.

Диагностическая оценка необходимости проведения эксплуатационного рыхления и выбор рыхлительного оборудования

Точным способом, выявляющим вторичное переуплотнение подпахотного слоя, является определение плотности сухой почвы на глубине 0,2-0,5 м.

Методика определения принимается следующая. Исследуемый участок (поле) разбивается на квадраты размером 100х100 м. В центре каждого квадрата отрывается шурф глубиной до 0,5 м. Отрываются шурфы и по окраинам поля с целью определения плотности почвы на поворотных полосах. Из открытых шурфов послойно на глубине 0,25 (горизонт 0,2-0,3 м), 0,35 (0,3-0,4), 0,45 (0,4-0,5 м) с трехкратной повторностью отбираются пробы почвы режущими кольцами объемами 50 см³ (на определение плотности и влажности почвы). Одновременно на тех же горизонтах определяются плотность (плотномером Ревякина или другими аналогичными плотномерами) и категория почвы по числу С (с помощью ударника ДорНИИ). Осредненные данные по плотности почвы на глубине 0,25, 0,35 и 0,45 м наносятся на соответствующий узел сетки измерений (рис. 2). На полученных таким образом рисунках обозначаются точки, где на исследуемой глубине плотность превышает критическое значение. Эти точки соединяются линией, которая таким образом выделяет часть участка с переуплотнением на заданной глубине. При одновременном вычерчивании схем переуплотнения на трех глубинах получается схема сплошного распространения переуплотнения по вертикальному профилю (рис. 3).

На основе полученных данных и схем переуплотнения определяются два основных параметра рыхления: необходимая глубина и контур участка, который требует рыхления. В зависимости от расположения дренажной сети, крутизны и направления склона на плане участка наносятся схемы движения рыхлителя.

Таблица 5. Классификация категорий почвы по числу ударов С динамического плотномера (ударник ДорНИИ)

| Категория почвы | I | II | III | IV |
|-----------------|-----|-----|------|-------|
| Число ударов С | 1-4 | 5-8 | 9-16 | 17-34 |

По трудности механизированной разработки почва делится на четыре категории (табл. 5), каждая из которых соответствует определенному числу ударов (числу С) динамического плотномера ДорНИИ (ГОСТ 17343-83), конструктивная схема которого приведена на рис. 4.

На протяжении летнего периода в результате иссушения почв их категория существенно изменяется. Суглинки и глины из II категории могут переходить в III, а на горизонте 0,2-0,4 м в ряде случаев в IV категорию, что приводит к существенному снижению производительности рыхлительного оборудования и даже невозможности его применения.

Критические значения пенетрометрического сопротивления (твердость почвы), при которых целесообразно проводить рыхление, приведены в табл. 6 [9].

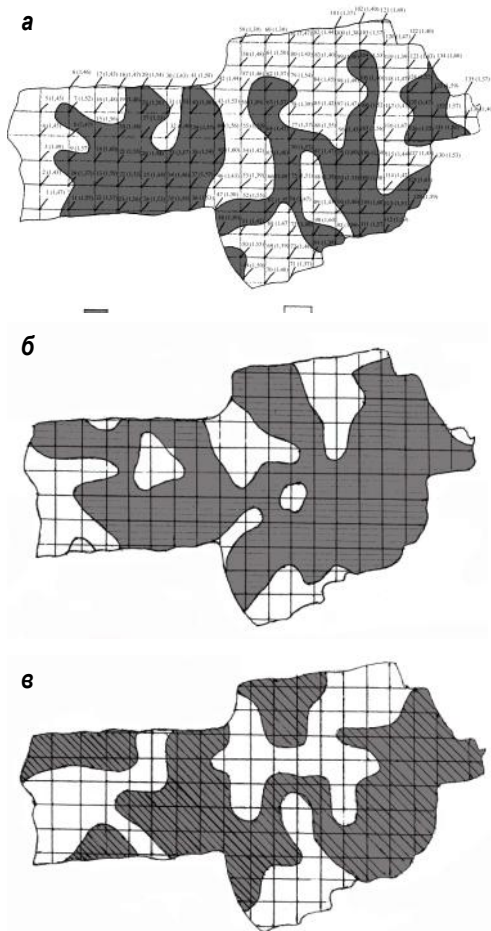


Рис. 2. Уплотнение связноупесчаной почвы на глубине 0,25 (а); 0,35(б) и 0,45 м (в)

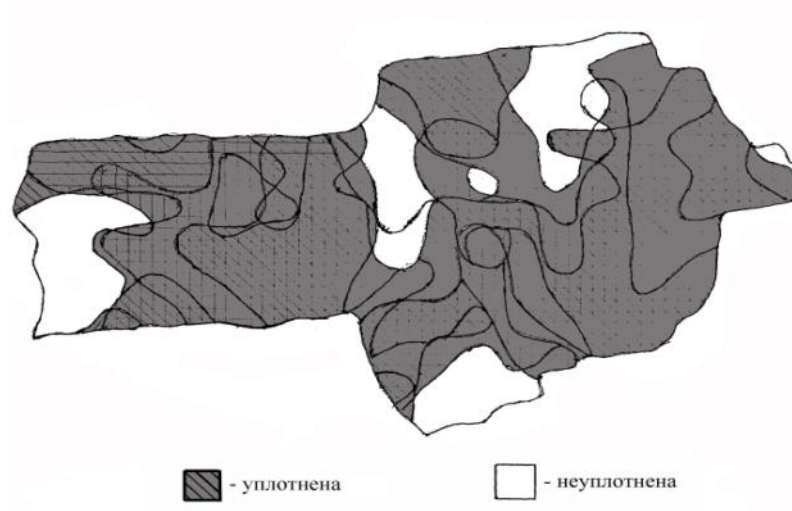


Рис. 3. Схема общего уплотнения связноупесчаной почвы на глубине 0,2-0,5 м

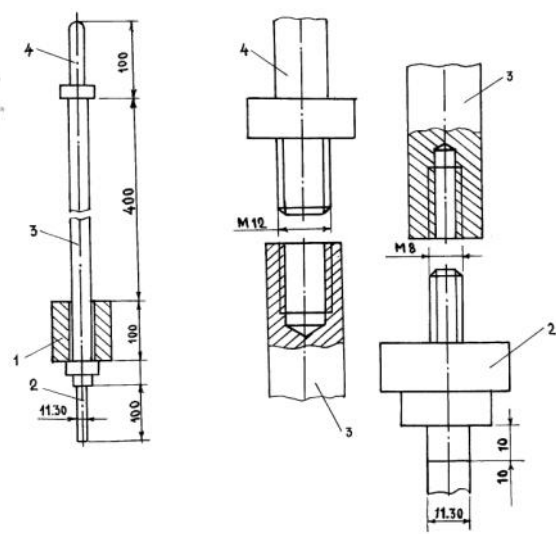


Рис.4. Схема конструкции динамического плотнера (ударника ДорНИИ, размеры деталей указаны в мм).
1 – груз весом 2,5 кг; 2 – цилиндрический наконечник круглого поперечного сечения площадью 1 см²; 3 – штанга круглого поперечного сечения; 4 – рукоятка.

Груз весом 2,5 кг падает с высоты 0,4 м на цилиндрический наконечник, производя за каждый удар работу, равную 1 кг·м. Число ударов С, необходимое для погружения в грунт цилиндрического наконечника с углом заострения $\beta = 180^\circ$ на глубину $H = 10$ см,

Число С и твердость почвы в определенных пределах влажности взаимосвязаны. Взаимосвязь прослеживается в интервалах абсолютной влажности для связносупесчаной почвы 12-15%, суглинка легкого 14-18, суглинка среднего 16-19 и глины легкой 21-25%, а также в интервалах числа С – 4...10. Исходя из твердости почвы, приведенной в табл. 6, рыхление следует проводить при числе С 6...8, что соответствует второй категории почвы (см. табл. 5).

Для выбора рыхлительного оборудования РКЛ-50 (количество стоек, устанавливаемых на раму плуга) необходимо учитывать тяговые усилия РКЛ-50 (табл. 7) и технические характеристики базового трактора (табл. 8, 9). С учетом пробуксовки трактора, которая зависит от состояния поверхности и твердости почвы расчетная скорость может уменьшаться до 15 %.

Таблица 6. Критические значения пенетрометрического сопротивления

| Критическое свойство | Вид почвы | | | |
|---|-----------|---------|---------|-----|
| | Г | ТС | СС | СП |
| Пенетрометрическое сопротивление почвы, МПа | 2,8-3,2 | 3,2-3,7 | 3,7-4,2 | 5,5 |
| Влажность почвы от массы, % | 28-24 | 24-20 | 18-16 | 12 |

Примечание: Г – глины; ТС, СС – тяжелые и средние суглинки; СП – связные супеси.

Таблица 7. Тяговые усилия рыхлительного оборудования РКЛ-50 при глубине рыхления 0,5 м

| Число С | Категория почвы | Рыхлительное оборудование РКЛ-50 (одна стойка, ширина лемеха 70 мм) Тяговое усилие, кН |
|---------|-----------------|--|
| 5-8 | II | 7-10 |
| 9-12 | IIIa | 11-14 |
| 13-16 | IIIб | 15-19 |

Таблица 8. Краткие технические характеристики тракторов К-700А и К-701

| Марка трактора | Номинальная мощность, кВт (л.с.) | Масса трактора, т | Расчетная скорость движения, км/ч (числитель) и тяговое усилие, кН (знаменатель) на передачах | | | | Режим |
|---------------------|----------------------------------|-------------------|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------|
| | | | I | II | III | IV | |
| К-700А "Кировец" | 147,1 (200) | 11,80 | <u>2,60</u> 60,00 | <u>3,10</u> 60,00 | <u>3,80</u> 60,00 | <u>4,60</u> 60,00 | I |
| | | | <u>6,80</u> 60,00 | <u>7,70</u> 55,00 | <u>9,20</u> 44,50 | <u>11,10</u> 36,00 | II |
| | | | <u>7,00</u> 60,00 | <u>8,50</u> 49,00 | <u>10,30</u> 40,00 | <u>12,40</u> 32,00 | III |
| | | | <u>17,20</u> 25,00 | <u>20,80</u> 20,00 | <u>25,10</u> 16,00 | <u>30,20</u> 13,00 | IV |
| К-701 "Кировец" | 198,6 (270) | 12,50 | <u>2,9</u> 65,0 | <u>3,5</u> 65,0 | <u>4,2</u> 65,0 | <u>5,1</u> 65,0 | I |
| | | | <u>7,1</u> 65,0 | <u>8,6</u> 62,0 | <u>10,3</u> 50,5 | <u>12,4</u> 41,0 | II |
| | | | <u>7,8</u> 65,0 | <u>9,5</u> 55,5 | <u>11,5</u> 45,0 | <u>13,8</u> 36,0 | III |
| | | | <u>19,2</u> 27,5 | <u>23,3</u> 22,0 | <u>28,0</u> 18,0 | <u>33,8</u> 14,0 | IV |

Таблица 9. Краткие технические характеристики тракторов Беларус 1221 и 1523

| Показатели | Единица измерения | Беларус 1221 | Беларус 1523 |
|---|-------------------|--------------|--------------|
| Номинальная эксплуатационная мощность | кВт | 96 | 115 |
| | л.с. | 130 | 156 |
| Тяговое усилие | кН | 20 | 30 |
| Удельный расход топлива при номинальной эксплуатационной мощности | г/кВт·ч | 226 | 220 |
| Масса эксплуатационная | кг | 4640 | 5000 |

Контроль качества выполнения эксплуатационного рыхления

Требования к качеству и приемке работ по рыхлению почвы представлены в табл. 10.

В целях контроля качества работ по эксплуатационному рыхлению производят проверку глубины рыхления зондированием (по бороздам рыхления выборочно металлическим щупом диаметром 1,0 см). Зонд должен надавливанием рукой свободно, без усилий погружаться на глубину 45-50 см при работе РКЛ-50 и на 35-40 см при работе РПП-20.

Для контроля расстояний между бороздами рыхления одновременно с зондировани-

Таблица 10. Требования к качеству и приемке работ

| Процессы, подлежащие контролю | Предмет контроля | Инструмент и способ контроля | Время контроля | Ответственный | Технические критерии оценки качества |
|-------------------------------|--|---|---------------------|---|---|
| Возможность рыхления | Влажность почвы, категория почвы | Термостатно-весовой метод, ударник ДорНИИ | Перед началом работ | Инженер ПТО | Влажность почвы 0,6-0,8 НВ, что соответствует абсолютной влажности тяжелосуглинистых почв 19-25%, среднесуглинистых 18-23, легкосуглинистых 13-18 и супесчаных 12-17%, категория почвы |
| Эксплуатационное рыхление | Глубина рыхления | Визуально, щуп, линейка измерительная | В процессе работы | Инженер по надзору, мастер или прораб эксплуат. участка | Глубина рыхления 35-40 см РПП-20 и 45-50 см РКЛ-50 |
| | Соблюдение расстояний (шага) между взрыхленными полосами | Рулетка металлическая | В процессе работы | То же | Расстояние между отдельными взрыхленными полосами согласно проекта |
| Состояние поля | Величина вспученных гребней | Линейка измерительная металлическая | В процессе работы | » | После рыхления РКЛ-50 допускается наличие на поверхности вспученных гребней высотой до 15 см. При щелевании лугопастбищных угодий до 8 см. При работе РПП-20 состояние поля согласно инструкции по эксплуатации соответствующего плуга. |

ем глубин производят необходимые промеры с устройством траншей для определения про

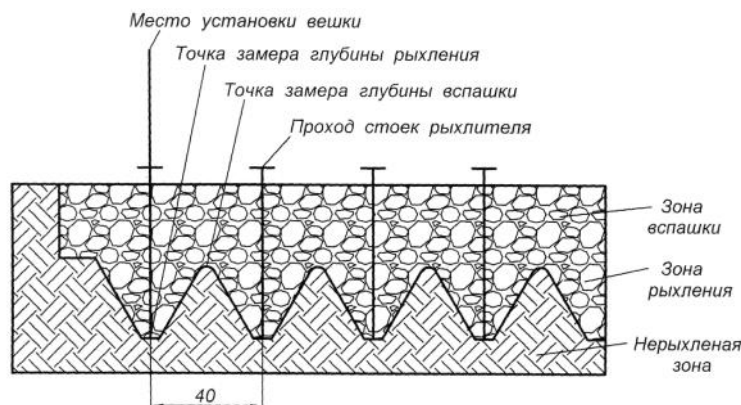


Рис. 5. Профиль рыхления после прохода плуга ППП-3-40 с установкой на нем рыхлителя плужной подошвы РПП-20

филя разрыхленной зоны. Количество зон-

дировочных точек и линейных промеров на 10 га площади должно быть не менее 5.

Отклонение замеряемых величин от проектных допускается в пределах:

- а) для глубин $\pm 10\%$;
- б) для расстояний между осями борозд $\pm 15\%$.

Глубина рыхления рыхлителями плужной подошвы РПП-20 определяется следующим образом. После прохода плуга с РПП-20 на дно борозды устанавливается вешка, затем примерно через 20 м устанавливается вторая вешка (рис. 5).

Измерение глубины рыхления (вспашка + почвоуглубление) осуществляется щупом по створу вешек через 0,35 м при установке РПП-20 на плуг ППП-3-35 и через 0,4 м при установке на плуг ППП-3-40, ППП-4-40 и ППП-7-40. Промеряется также промежуточное расстояние для определения глубины вспашки.

Качество рыхления устанавливается путем визуальной оценки всего профиля рыхления и посредством закладки траншей глубиной 50 см. Место устройства такой траншеи тщательно фиксируют: абрис рыхления, установленный в натуре, переносят на миллиметровую бумагу с М 1:10. Контур рыхления документируют не менее чем по 5 бороздам рыхления. Этот материал хранят в мелиоративной организации наряду с другими документами по выполнению скрытых работ.

Направление полос рыхления по отношению к расположению дренажа должно соответствовать требованиям проекта. Бессистемное выполнение вышеуказанных мероприятий не допускается.

По окончании рыхления на план должны быть нанесены контуры площадей, на которых были выполнены мероприятия, а также их фактические показатели (глубина, направление, шаг полос).

Результаты проверки качества работ по эксплуатационному рыхлению фиксируются в акте приемки объекта (или этапа) рабочей комиссией. Все обнаруженные недостатки и дефекты подлежат устранению перед окончательной сдачей объекта (этапа).

Литература

1. Заленский, В.А. Обработка почвы и плодородие / В.А. Заленский, Я.У. Яроцки. – Мн.: Беларусь, 2004. – С. 261-274, 100, 168-171.
2. Труфанов, В.В. Рекомендации по применению чизельных орудий / В.В. Труфанов [и др.] – М.: Изд-во АгроНИИТЭИНТО, 1988. – 26 с.
3. Черепанов, Г.Г. Уплотнение пахотных почв и пути его устранения / Т.Т. Черепанов, В.М. Чудиновских. – М., 1987. – С. 6-17.
4. Афанасьев, Н.И. Влияние глубокого рыхления на физические свойства дерново-подзолистых почв и урожайность сельскохозяйственных культур / Н.И. Афанасьев, А.Ф. Черныш // Почвоведение и агрохимия: сб. науч. трудов. – Мн., 2004. – Вып. 33. – С. 33-37.
5. Бачило, Н.Г. Энергосберегающие системы обработки почвы / Н.Г. Бачило // Современные технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. материалов. – Мн., 2005. – С. 12-18.
6. Черненко, В.Я. Руководство по глубокому рыхлению осушаемых минеральных почв. ВТР – 11-27-80./ В.Я.Черненко, Ш.И.Брусиловский, Д.А. Тютюнник [и др.]. – М., 1981. – 40 с.
7. Гулюк, Г.Г. Руководство по мелиорации полей. / Г.Г.Гулюк, М.Б.Черняк, В.И.Штыков, Ю.Г.Янко. – Санкт-Петербург, 2007. – С. 188-199.
8. Погодин, Н.Н. Технология и средства механизации для проведения эксплуатационного рыхления почв связного гранулометрического состава / Н.Н.Погодин, В.А.Болбышко, Ф.А. Барсукевич, С.В.Шатило // Мелиорация. 2009. № 2 (62). – С. 126-132.
9. Руководство по глубокому рыхлению минеральных почв первичного и вторичного уплотнения. – Мн., 1985. – С. 11-13.

Summary

A.P. Likhatchevich, N.N. Pogodin, V.A. Bolbyshko. Functional Cultivation of Mineral Soils of

Cohesive Granulometric Composition

In the article described: Three groups of procedures on prevention and elimination of excess soil consolidation as well as procedure and economic efficiency of functional cultivation of overconsolidated soils. Presented: brief technical characteristics of developed rippers equipment, ways of its selection depending on the category of soil. In the work described: procedures of diagnostic evaluation of need for conducting functional cultivation and quality control of the works performed.

Поступила 14 января 2010 г.