

ГЛАВА 8. ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИИ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ И СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

Реализация Государственной программы эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации предполагает:

- создание условий для эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения;
- проведение комплексной мелиорации земель сельскохозяйственного назначения;
- повышение водообеспеченности мелиорированных земель, инновационное развитие мелиоративного комплекса и его эффективное организационное и экономическое управление;
- защита и сохранение почвенных ресурсов;
- обеспечение условий эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации.

Для вовлечения земель в сельскохозяйственный оборот необходимо проведение культуртехнических работ.

8.1. Перспективные технологии культуртехнических работ (Балабанов В.И., Леонтьев Ю.П., Макаров А.А.)

Как известно, одним из показателей плодородия почвы является мощность пахотного слоя, которая влияет на урожайность сельхозкультур. Возрастание мощности пахотного слоя положительно влияет на водный режим почвы: происходит более длительная задержка осадков в слое, а избыток влаги уходит в нижние слои, в то время как на почве с мелким пахотным слоем большая часть осадков стекает по поверхности почвы. Увеличение мощности пахотного слоя

увеличивает биологически активный слой, в котором осуществляется полезная деятельность почвенных микроорганизмов.

Физические свойства почвы, а прежде всего, ее плотность, существенно влияют на развитие корневой системы, доступность влаги, аэрацию почвы, тепловой режим и, разумеется, биологическую активность. Уплотнение почвы способствует, снижению общей и некапиллярной пористости, замедлению деятельности микроорганизмов и понижению плодородия почвы, а также сдерживанию развития корневой системы и проникновению ее вглубь подпахотных слоев, что уменьшает. Каждой сельскохозяйственной культуре требуется определенное значение плотности почвы - объёмной массы, так как плотность почвы - наиболее важная характеристика, влияющая на весь комплекс условий роста растений, включая водно-воздушный, тепловой и микробиологический режимы. При превышении «пороговой» плотности урожайность достаточно быстро падает. Оптимальная плотность по своей абсолютной величине индивидуальна для каждого вида сельскохозяйственных растений и типа почв. Поэтому все системы обработки почвы направлены, прежде всего, на регулирование плотности почвы, так как установлено, что увеличение или уменьшение плотности почвы от оптимальной на $0,1 \dots 0,3 \text{ г/см}^3$ приводит к снижению урожая на $20 \dots 40\%$. Наименьшая плотность почвы ($0,9 \dots 1,2 \text{ г/см}^3$) требуется для картофеля, для зерновых культур – $1,20 \dots 1,35 \text{ г/см}^3$. Для большинства сельскохозяйственных культур определены оптимальные значения плотности почвы. влагообеспеченность растений.

В зонах избыточного увлажнения широко распространены суглинистые и глинистые почвообразующие породы, так называемые почвы тяжёлого механического состава, в пахотных горизонтах которых длительно застаивается влага, что задерживает своевременную обработку полей, затягивает период полевых работ, снижает их качество и вызывает угнетение или гибель сельскохозяйственных растений от вымочек. Из-за низкой водопроницаемости подпахотного горизонта, малых уклонов и бессточных понижений происходит переувлажнение пахотного слоя с застоем воды на поверхности. Известна также

проблема вторичного уплотнения почв, на почвообрабатываемых землях, где постоянно используются тяжёлые пневмоколесные трактора, наблюдается переуплотнение не только пахотного, но и подпахотного горизонта на глубину до 1,5 м., что приводит к значительному снижению коэффициентов фильтрации и воздухопроницаемости и увеличению оптимальной плотности на 0,2...0,3 г/см³, застою воды, нарушению водно-воздушного режима, угнетению корневой системы растений, гибели почвенных бактерий и в конечном итоге к снижению урожайности сельскохозяйственных культур на 20...40 % [67].

Для снижения и предупреждения переуплотнения почвы и ускорения внутрипочвенного стока применяют организационно – технические, агротехнические и технические способы. Агротехнические мероприятия по ускорению внутрипочвенного стока включают три эффективных способа — кротование, глубокое мелиоративное рыхление с внесением высоких доз органических удобрений, мелиорантов, и чизелевание. Одним из основных условий улучшения водно – воздушного режима и оструктуривания тяжёлых и вторично – уплотнённых почв является механическое (силовое воздействие) на плотные слои почвы с целью разрушения (рыхления) их структуры пассивными и активными рабочими органами на глубину до 1,2 м.

Одним из мероприятий комплекса культуртехнических работ, является глубокое рыхление, с целью уменьшения плотности грунта, повышения водо- и воздухопроницаемости, улучшения фильтрации. По результатам исследований ряда авторов, периодическое проведение глубокого рыхления позволяет увеличить урожайность сельхозкультур в 2...3 раза. Как показывает практика, эффект от глубокого рыхления сохраняется на протяжении до трёх лет.

Разработанные первоначально для изменения неблагоприятных физических свойств и гидрологического режима тяжёлых почв глубокие рыхлители почти одновременно начали использовать для решения ряда других задач в различных почвенно-климатических зонах. Так, в степной и лесостепной зонах глубокое рыхление оказалось эффективным для предупреждения эрозии на склонах путём перевода части поверхностного стока

во внутрпочвенный. Глубокое рыхление в настоящее время применяют для механического разрушения плотных солонцовых и подсолонцовых горизонтов степной и сухостепной зон, для повышения коэффициента фильтрации засоленных почв перед промывкой для форсирования процесса рассоления солончаковых и солончаковатых почв, а также для сокращения общего расхода воды на промывки. Однако наиболее широкое распространение глубокое мелиоративное рыхление получило в Нечернозёмной зоне.

Эффективность глубокого рыхления исследовалась на осушаемых минеральных землях Нечерноземной зоны России в Московской, Владимирской и Смоленской областях. Данные исследования проводили В. С. Казаков, В.Я. Черенков и Х.И. Стариков, Леонтьев Ю. П., Макаров А. А. [83] и другими. В результате опытов было установлено, что рыхление на глубину до 0,6 м способствует уменьшению плотности почвы до 30%. Рыхление таких почв способствует значительному увеличению их водопроницаемости в 2 и более раз. Этот эффект сохраняется в течение первых двух трёх лет после проведения глубокого рыхления.

Проблемы переуплотнения почв сельскохозяйственной техникой характерны также для многих развитых стран Европы, Азии и США. Глубокое рыхление и щелевание на глубину до 0,8 м применяются в этих странах достаточно широко в качестве метода борьбы с уплотненными прослойками и «плужной подошвой». Последствия данного агротехнического приёма зависят от физических и агрохимических свойств подпахотного слоя, биологических особенностей сельскохозяйственных растений, климатических и погодных условий, вида и количества вносимых мелиорантов. Положительное действие глубокого рыхления составляет от 2 до 5 лет.

Глубокое рыхление на переувлажнённых тяжёлых почвах применяют на фоне закрытого дренажа в комплексе с планировкой и другими мероприятиями по организации поверхностного стока (устройство водоотводящих колодцев в понижениях рельефа и др.). При осушении минеральных тяжёлых почв закрытый дренаж во влажные годы и периоды

вегетации недостаточно эффективен. В этих условиях его следует применять в комплексе с агромелиоративными мероприятиями, наиболее эффективным из которых является глубокое рыхление.

В комплекс работ с глубоким рыхлением может также входить внесение химических мелиорантов, к которым относятся известь, минеральные и жидкие комплексные удобрения и др. Глубокое рыхление необходимо сочетать с применяемой техникой полива, агротехникой, местными почвенно-климатическими условиями.

Глубокое рыхление направлено на регулирование и оптимизацию таких агрофизических свойств почв как строение, плотность, пористость и структурное состояние, водно-воздушный и пищевой режимы, в результате создаются более благоприятные условия для роста и развития растений. Способствует преобразованию поверхностного стока во внутripочвенный, повышению активной порозности почв, их фильтрации, более глубокому проникновению корней растений это приводит к увеличению мощности плодородного слоя мелиорируемых почв и увеличению урожайности с/х культур на 30%. Глубокая обработка грунта должна удовлетворять современным требованиям качества (таблица 8.2). Качество обработки грунта зависит от конструкции и регулировки используемых машин и рабочих органов. Существенно влияют на качество обработки технологические или физико-механические свойства почвы, которые определяют степень рыхления, крошения и уплотнения. Обработка почвы влияет на размер почвенных агрегатов. Оптимальный размер и взаимное расположение почвенных агрегатов обеспечивает лучшее соотношение объемов твердой, жидкой и газообразной фаз.

Разработаны и применяются на практике при обработке почвы достаточное количество рабочего оборудования сельскохозяйственного назначения. Для разуплотнения пахотного слоя на глубину до 0,45 м разработаны и используются чизельные плуги, культиваторы, рыхлители и плоскорезы. Однако рабочее оборудование и технология разуплотнения более

глубоких слоёв почвы (от 0,5 до 1,2 м) на данный момент пока недостаточно разработаны и обоснованы. Существуют в виде опытных моделей и конструктивных разработок несколько типов рыхлителей пассивного и активного действия, которые способны осуществлять рыхление на эту глубину. Каждый из известных рыхлителей имеет определённую область применения, достоинства и недостатки.

Основные параметры глубокого рыхления – глубина, ширина захвата, интервалы, направление, полнота рыхления, величина разрыхления и однородность разрыхления обрабатываемого объема грунта, образование почвенных отдельностей – фракций различных размеров зависят от технологических и физико – механических свойств почв. Это вызвало создание большого числа рыхлителей различных по назначению и конструкции, параметрам и другим показателям.

Наибольшее распространение для рыхления прочных грунтов до III категории включительно получили рыхлители пассивного действия. Пассивные рыхлители имеют рабочие органы клыкового или зубового типа с лемехами, установленными на концах стоек. К известным, ранее применявшимся, относятся виды рабочего оборудования для рыхления почвы такие как: РУ – 65.2,5; РС – 0,6...0,8, а также в настоящее время применяются современные чизельные плуги, щелерезы и плоскорезы ПЧ – 2,5...4, 5; ПРГ – 3,0Н; ПГН – 3...5; ПРПВ – 5 – 50, ПРПВ – 8 – 50; ГРН – 3 (ВИСХОМ); ЩРК 1,6 (ВНИИГиМ); ГК – 4,5; ПРБ – 4А; ГЧН – 4,5; БДМ-ПНЧ-3,2; ГР – 3,4; ПЧП – 6,0, зарубежные рыхлители “Paraplow”, “Terraplow”, “Bomford” (Германия) и другие (рисунок 8.1). Рабочее оборудование пассивного действия обеспечивает рыхление в основном от воздействия лемеха на массив грунта, и придания грунту дополнительной энергии для осуществления крошения пласта. Наряду со стоечными рыхлителями, чизельными плугами, щелевателями – кротователями известны выпускавшиеся ранее серийно отдельными партиями рыхлители пассивного действия с V – образной формой рабочего органа объемного типа РГ – 1,2; РГ – 0,5; РГ – 0,8., разработанные ВНИИГиМ, а так же

бестраншейные дреноукладчики 25/20V Mastenbroek and Co (Англия) и выпускающийся в настоящее время Van Damme DRAINADGE 1.8 (Нидерланды). Агромелиоративным требованиям в полной мере отвечает разработанный В. С. Казаковым «Способ объемного рыхления почвогрунтов при рациональных технологии и организации производства работ, конструкции и параметрах рабочего органа. При этом происходит отделение части грунта при помощи лемеха, подъем ее с частичным разрыхлением, а затем обжатии движущегося объема боковыми стойками, прикрепленными к боковым кромкам лемеха и дополнительном разрыхлении при отделении призмы грунта от рабочего органа по действием силы тяжести при этом происходит рыхление и смещение почвенных слоев вверх и вперед по ходу движения по всему обрабатываемому профилю.

Рыхлители V – образной формы типа РГ -0,8 состоят из лемеха и двух наклонных под углом к горизонту 45° стоек. Ширина захвата в трехстоечного рыхлителя составляет 3,3 метра. При работе рыхлители опираются на колеса, переустановкой которых определяется глубина хода рабочие органы навешиваются на стандартную заднюю сельскохозяйственную навеску (рисунок 8.1).



Рисунок 8.1. – Конструкции глубокорыхлителей: а – РГ-0,8; б – РС-0,8; в – РГ-1,2

Полевые испытания рыхлителей, проводимые в Московской области на грунтах II категории на глубину 0,5 – 0,6 метров показали достаточно высокую производительность – 3,0 га/ч при агрегатировании с трактором К – 701, грунт рыхлился на 30 – 40%, а его поверхность равномерно приподнималась на 20 –

25 см. Глубокое мелиоративное рыхление полностью заменило отвальную вспашку, которую проводили на этих землях. Рыхлители данного типа позволяют за один проход осуществлять рыхление всего объёма грунта по ширине захвата без оборота пласта на глубину до 1,2 м в зависимости от вида уплотнения, возделываемых культур, типа почвы с производительностью большей чем у стоечных рыхлителей в 2...5 раз. Коэффициенты разрыхления и полноты рыхления не уступают или выше, чем у стоечных рыхлителей в 1,05 и 1,5 раза соответственно. Они сводят к минимуму не разрыхлённые зоны на дне борозды при той же ширине захвата, что и у стоечных рыхлителей.

Анализ работы рыхлителей данного типа показал, что у них имеются существенные недостатки – они требуют больших тяговых усилий, неравномерно рыхлят пласт по глубине - образуют на поверхности 16 % агрегатов почвы свыше 200 мм, требующих дополнительного их измельчения. Рыхлители объёмного типа по сравнению с другими в большей степени удовлетворяют агротехническим требованиям при обработке почвы на глубину до 0,8...1,2 м, обеспечивая однородность разрыхленного грунта по всей глубине и в пахотном слое, полноту рыхления при незначительной гребнистости поверхности почвы. Конструкция рабочего оборудования довольно простая, надёжная, не большой стоимости, практически не требующая технического обслуживания. Существенным недостатком рыхлителей является большое тяговое сопротивление, однако, при наличии современных тракторов большой мощности эта проблема решается. Поэтому рыхлители такого типа представляют особый интерес с точки зрения совершенствования конструкции рабочих органов.

Выпуск разработанных различных конструкций глубокорыхлителей ограничивается небольшими партиями из-за имеющихся недостатков. В то же время в разуплотнении почвы с помощью глубокорыхлителей нуждаются более половины сельхозугодий, а в зонах водной эрозии – все пахотные площади.

Условия взаимодействия рабочих органов объёмных рыхлителей с грунтом существенным образом отличается от рабочих органов землеройных

машин, а именно: заблокированное резание, большая глубина, увеличение плотности грунта нижних слоёв, требования к определенной степени и полноте рыхления. Более подробно изучены процессы резания ножевыми рабочими органами и режущими периметрами экскаваторных ковшей, рабочими органами сельскохозяйственных машин. Как показали экспериментальные исследования усилий резания объемным рыхлителем, полученные значения отличаются от расчетных, рекомендуемых для профилей экскаваторных ковшей. Различие результатов более заметно при увеличении глубины рыхления. Это можно объяснить тем, что с увеличением глубины рыхления меняется характер деформации грунта лобовой поверхностью рабочего органа. В верхней зоне, непосредственно примыкающей к дневной поверхности, рабочий орган взаимодействует с грунтом уже нарушенного сложения, где происходит дробление, сдвиг и выпирание в сторону поверхности массива грунта. Начиная с определенной глубины, грунт подвергается периодическому сжатию с последующим отрывом его от материка. Влияние открытой поверхности массива на напряженное состояние грунта постепенно уменьшается по мере увеличения глубины [83].

Для изучения процесса деформации грунта при рыхлении и исследования влияния некоторых параметров объемного рыхлителя на образование почвенной структуры и тяговое сопротивление был выполнен комплекс экспериментов на грунтовом канале с моделями рабочих органов пассивных рыхлителей. Для исследований были изготовлены несколько вариантов моделей рабочих органов рыхлителей. Масштаб моделей на основании приближённого физического моделирования был выбран 1:4. Конструкция моделей рыхлителей позволяла изменять углы резания лемеха и боковых стоек. Основными параметрами моделей рыхлителя были выбраны угол резания лемеха α , угол между боковыми стойками γ , угол резания стоек β , и их форма.

В качестве базовой модели был принят рабочий орган объемного рыхлителя с V – образной конфигурацией боковых стоек. Другие две модели имели вертикальные стойки различной конфигурации: U – образную с

постоянным радиусом $R = 13$ см и криволинейную параболическую типа $y=0.2 \cdot x^2$ с углом резания $15...18^\circ$. в нижней части боковые стойки жестко соединены лемехом с углом резания 35° [82] (рисунок 8.2).

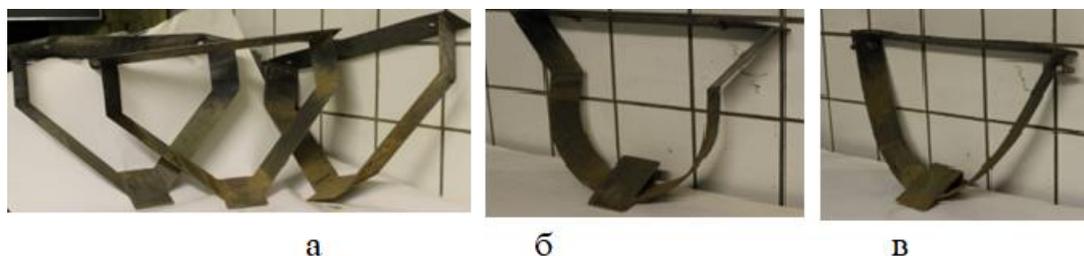


Рисунок 8.2 – Модели рабочих органов пассивных рыхлителей: а- V образный объемный рыхлитель с различными углами резания боковых стоек; б – объемный рыхлитель с боковыми стойками U - образной конфигурации; в - объемный рыхлитель с боковыми стойками параболической конфигурации

При проведении экспериментальных исследований соблюдалось постоянство таких факторов как тип и плотность грунта. Изменяемыми факторами были влажность грунта, глубина обработки, рабочая скорость, конфигурация боковых стоек. Тип грунта суглинок средней плотности, влажность грунта составляла $9,5...10,7\%$, плотность – 4 удара плотномера ДОРНИИ. В процессе исследований наблюдался характер деформации и разрушения грунта. Оценивались и измерялись параметры разрыхленного грунта, такие как высота подъема призмы на входе в рабочий орган (между боковыми стойками) h_1 , высота рыхлого грунта над исходной поверхностью после прохода рабочего органа h_2 , характер и величина распространения деформации грунта перед рабочим органом $L_{\text{деф}}$, поперечные размеры почвенных агрегатов. Оценивались размеры комьев и плотность грунта на разной глубине рыхления h .

Был проведен комплекс однофакторных экспериментов и, в которых исследовалась зависимость энергетических и технологических характеристик процесса от параметров и конфигурации рабочего органа. При исследовании измерялись тяговые усилия тензометрическим методом. С целью оценки

изменения параметров разрыхленного грунта и степени разрыхления по глубине обработки производилась фотографическая съемка образовавшейся структуры верхнего слоя и поперечных срезов структуры разрыхленного грунта.

Анализ результатов экспериментов позволил установить некоторые закономерности влияния конструкции и параметров рабочего органа на тяговое усилие и качественные характеристики результатов рыхления: наибольшие значения величин, характеризующих процесс рыхления (h_1 , $L_{\text{деф}}$, K_p), были получены для рабочего органа с полукруглой формой боковых стоек, средние значения для рыхлителя с параболическими боковыми стойками и наименьшие значения для рыхлителя с прямыми боковыми стойками. Эти результаты дают основание предположить, что рыхление U – образным рабочим органом требует больших затрат энергии. Форма рабочей поверхности стоек влияет на величину тягового усилия. Наибольшие значения тяговых усилий наблюдались у рыхлителя с U – образным режущим периметром, при этом на поверхности оставались уплотненные комья разрыхленного грунта больших размеров. Значения тяговых усилий для рыхлителей с V – образным расположением боковых стоек были соизмеримы с усилием для рабочего органа с боковыми стойками параболической конфигурации. Наименьшие значения удельной энергоемкости, наиболее однородное разрыхление и отсутствие структурных агрегатов больших размеров были получены для рыхлителя с криволинейной параболической формой боковых стоек.

Как показали проведенные исследования рыхлители объёмного типа по сравнению с другими в большей степени удовлетворяют агротехническим требованиям при обработке почвы на глубину до 0,5...1,2 м. Они наиболее полно удовлетворяют агротехническим требованиям, обеспечивая однородность разрыхленного грунта по всей глубине и в пахотном слое, полноту рыхления при незначительной гребнистости поверхности почвы. Конструкция рабочего оборудования довольно простая, надёжная, не большой стоимости, практически не требующая технического обслуживания и позволяет

за один проход осуществлять рыхление всего объёма грунта по ширине захвата без оборота пласта на глубину до 1,2 м с шириной захвата до 2,5 метров в зависимости от вида уплотнения, возделываемых культур, типа грунта с производительностью большей чем у стоечных рыхлителей в 2...5 раз. Коэффициенты разрыхления и полноты рыхления не уступают или выше, чем у стоечных рыхлителей в 1,05 и 1,5 раза соответственно. Они сводят к минимуму не разрыхлённые зоны на дне борозды при той же ширине захвата, что и у стоечных рыхлителей.

Сравнительные исследования рабочих органов различной конструкции что наиболее рациональным следует считать рабочий орган с параболическими, стойками менее отвечающий требованиям рабочий орган с V – образными стойками, наихудшие результаты показал рабочий орган с U – образными стойками. Натурные исследования позволили установить характер деформации и разрыхления грунта.

Кроме того, применение данного оборудования сокращает число операций по обработке почвы от одной до двух: глубокое мелиоративное рыхление и заделка семян при обработке пахотных земель или глубокое мелиоративное рыхление с последующим выравниванием и разделкой дернины при обработке дерново – подзолистых почв. Применение данного оборудования позволяет в процессе обработки сохранить гумусовый горизонт и повысить плодородие почвы.

В перечень комплексных мелиораций следует отнести мероприятия по осушению и обводнению земель. Одним из перспективных способов орошения является капельный полив.

8.2. Перспективный способ осуществления капельного полива

(Балабанов В.И., Мартынова Н.Б.)

Преимуществом капельного орошения является возможность доставки поливной воды в корнеобитаемую зону растения [44]. Это позволит