

# Дорожно- строительные машины

*СПРАВОЧНИК*

*Издание четвертое,  
переработанное и дополненное*



МОСКВА ● «МАШИНОСТРОЕНИЕ» ● 1977

### § 3.3. РЫХЛИТЕЛИ

Рыхлители предназначены для механического разрушения мерзлых грунтов, трещиноватых пород и для рыхления плотных талых грунтов в различных климатических условиях при разработке котлованов, траншей и выемок на строительстве дорог. Рыхлитель в виде рамы с рыхлительными зубьями и другим оборудованием навешивается на трактор.

Конструктивные отличия рыхлителей определяются тяговым классом и ходовым устройством базового трактора, назначением рыхлителя, видом его навесного устройства и способом установки, числом зубьев и способом их крепления.

Различают рыхлители на базе тракторов класса 3, 4, 10, 15, 25 и 35 тс (ГОСТ 7425—71). Тяговый класс трактора является основным параметром, определяющим величину максимального заглубления зубьев в грунт, число зубьев, ширину режущей кромки наконечника, наименьшее расстояние от нижней точки рабочей балки до опорной поверхности, расстояние от наконечника до оси ведущей звездочки трактора, а также ресурс рыхлителей до первого капитального ремонта.

По типу двигателя базового трактора различают гусеничные и колесные рыхлители. Широкое распространение получили гусеничные рыхлители, обеспечивающие высокую производительность при работе в тяжелых условиях за счет реализации больших тяговых усилий и высокой проходимости. Рыхлители монтируют на тракторах мощностью от 26 до 650 л. с. Колесные рыхлители находят применение при работе совместно со скреперами, обеспечивая их быструю загрузку, при разработке рассредоточенных участков и при работе на высокоабразивных материалах типа мерзлых песков.

По целевому назначению, навесные рыхлители разделяют на основные и вспомогательные. Основные рыхлители, как правило, монтируют в агрегате с передним бульдозерным оборудованием. Они служат для рыхления мерзлых грунтов и скальных пород, которые не могут разрабатываться обычными землеройными машинами без предварительного разрыхления. Вспомогательные рыхлители монти-

руют в агрегате с основным оборудованием на погрузчиках, автогрейдергах, скреперах или навешивают на бульдозерных отвалах для сокращения технологического цикла землеройных работ.

По виду навесного рыхлительного оборудования различают трехзвенные, четырехзвенные и параллелограммные рыхлители. Рыхлители могут иметь регулируемый и нерегулируемый угол рыхления наконечника зуба. Одним из наиболее прогрессивных направлений является создание рыхлителей четырехзвенного типа с регулируемым углом рыхления.

В зависимости от способа установки рыхлительного оборудования различают рыхлители с креплением последнего к корпусу заднего моста или к раме гусеничной тележки.

По числу зубьев рыхлители делят на однозубые и многозубые. Однозубые машины предназначены для разработки особопрочных материалов и могут использоваться также для специальных работ: глубокого рыхления траншей и прокладки кабелей на глубину до 2,5 м. Многозубые машины оборудуются в основном тремя и пятью зубьями в зависимости от класса трактора.

По способу крепления зубьев различают рыхлители с жестким и шарнирным креплением. При жестком креплении исключается возможность поворота зуба в горизонтальной плоскости относительно продольной оси рыхлителя. Шарнирное крепление обеспечивает поворот зуба в горизонтальной плоскости, снижая воздействие боковых нагрузок на рабочий орган и базовый тягач при работе на слоистых породах и грунтах с высокопрочными включениями в виде валунов и строительного мусора. При этом улучшается поперечная устойчивость базового трактора и облегчается управление им.

Серийно выпускаются следующие рыхлительные навески: ДП-5С (Д-515С), агрегируемая с бульдозерами ДЗ-18 (Д-493А) и ДЗ-54 (Д-687) в бульдозерно-рыхлительные агрегаты ДП-14 (Д-705) и ДП-15 (Д-706) на тракторе Т-100МЗГП класса 10 тс; ДП-22С, агрегируемая с бульдозером ДЗ-35С (Д-575С) в бульдозерно-рыхлительный агрегат ДП-22С на тракторе Т-180КС класса 15 тс; ДП-9С

(Д-652АС), агрегируемая с бульдозером ДЗ-34С (Д-572) в бульдозерно-рыхлительный агрегат ДП-9С на тракторе ДЭТ-250М класса 25 тс. Осваивается рыхлительная навеска ДП-26С, агрегируемая с бульдозерами ДЗ-110ХЛ и ДЗ-109ХЛ в бульдозерно-рыхлительные агрегаты ДЗ-116ХЛ и ДЗ-117ХЛ на тракторе Т-130Г-1 класса 10 тс, и аналогичная ей навеска МГ-1-40 для бульдозеров ДЗ-18 (Д-493А), а также рыхлительные навески Д-671С, ДП-10С и ДП-11С, агрегируемые с бульдозерами на тракторах Т-220, Т-330, и Т-500 классов 15, 25 и 35 тс. Техническая характеристика рыхлителей представлена в табл. 3.2.

Основными узлами рыхлителя являются навесное устройство, с помощью которого рабочий орган присоединяется к базовому тягачу и фиксируется в нужном положении, рабочий орган и гидросистема управления им.

Различают трехзвенные и четырехзвенные или параллелограммные навесные устройства. При трехзвенном навесном устройстве (рыхлитель ДП-5С, рис. 3.3) рабочая балка и нижняя тяга выполнены в виде одного узла — рамы рыхлителя, которая бывает внутреннего или охватывающего типа в зависимости от расположения шарниров связи с базовым трактором. При шарнирном креплении зубьев в конструкцию навесного устройства включается дополнительный элемент — флюгер.

Наиболее простым в изготовлении является навесное устройство трехзвенного типа с креплением к корпусу заднего моста или к рамам гусеничных тележек. При таком устройстве в процессе подъема и опускания зубьев осуществляется поворот их относительно шарниров крепления рамы к базовой машине. Основными недостатками этой конструкции являются значительные углы рыхления в начальный момент заглабления зубьев, достигающие  $80-90^\circ$ , и наклон передней поверхности стойки в сторону движения тягача, вызывающий появление дополнительных сопротивлений разрушению и выталкивание зуба из грунта. В результате теряется устойчивость базового тягача и снижается величина тягового сцепления.

Параллелограммное навесное устройство обеспечивает постоянство угла рыхления в пределах всего заглабления зуба. Практика показала перспективность такого устройства особенно при разработке скальных пород и мерзлых грунтов, поскольку облегчается заглабление рыхлителя, увеличивается срок службы наконечников рабочего органа, уменьшается энергоемкость процесса в связи со снижением степени дробления и смятия разрабатываемого материала. Кроме того, снижается частота сколов стружки и, как следствие, динамическая нагрузка на весь агрегат, облегчается работа гидроцилиндров в результате перераспределения основной реактивной нагрузки внутри системы навесного

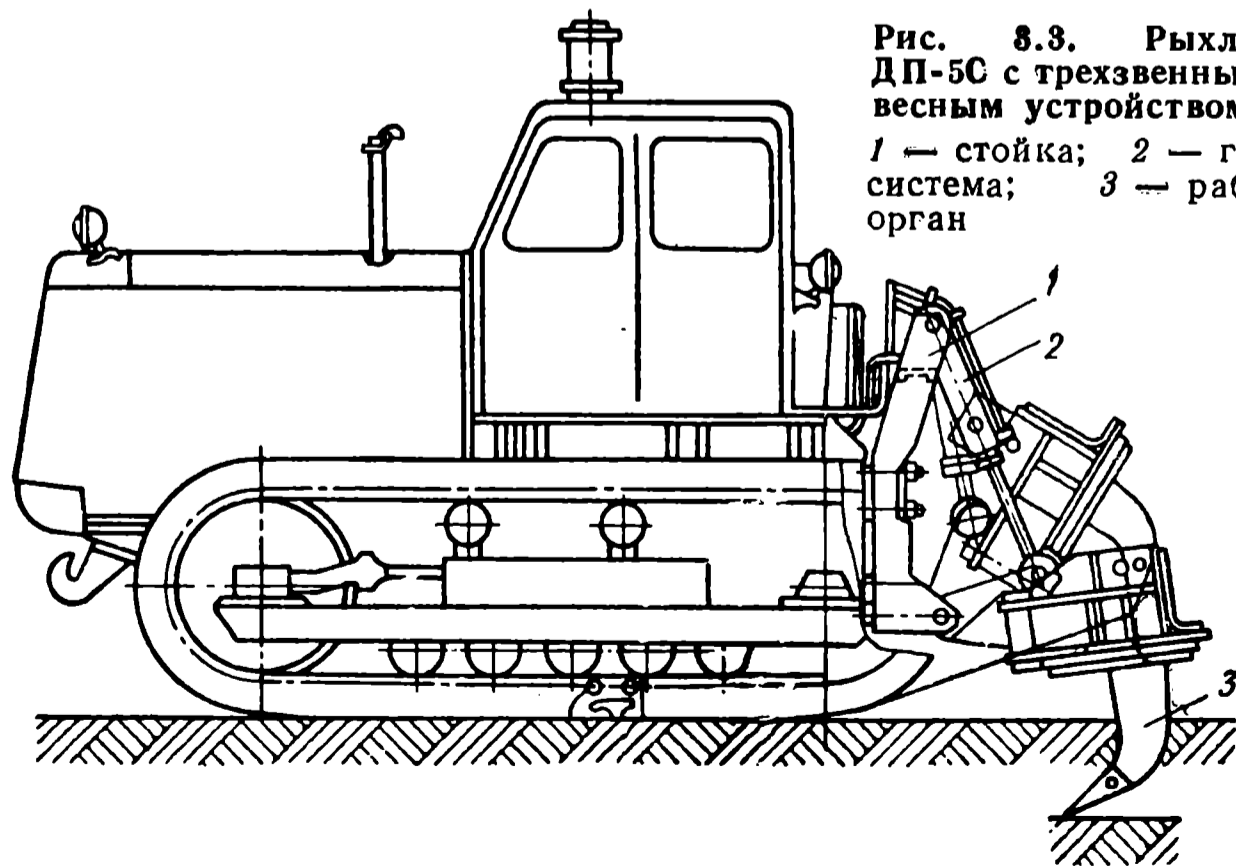


Рис. 3.3. Рыхлитель ДП-5С с трехзвенным навесным устройством:

1 — стойка; 2 — гидросистема; 3 — рабочий орган

## 3.2. Техническая характеристика навесных гусеничных рыхлителей

Показатели	ДП-5С (Д-515С)	МГ-1-40	ДП-26С	ДП-22С	Д-671С	ДП-9С (Д-652АС)	ДП-9С-1	ДП-10С (Д-672С)	ДП-11С (Д-673С)
Базовый трактор . . . . .	Т-100МГП	Т-100МГП	Т-130Г-1	Т-180КС	Т-220	ДЭТ-250М	ДЭТ-250М	Т-330	Т-500
Номинальное тяговое усилие трактора, тс . . . . .	10	10	10	15	15	25	25	25	35
Мощность двигателя, л. с. . . . .	108	108	140	180	220	300	300	330	500
Бульдозерное оборудование . . . . .	ДЗ-18	ДЗ-54С	ДЗ-27С	ДЗ-35С	ДЗ-50С	ДЗ-34С	ДЗ-34С	ДЗ-59	ДЗ-68
Рыхлительное оборудование . . . . .	Трехзвенное	Четырехзвенное с креплением к корпусу заднего моста трактора	Четырехзвенное с креплением к корпусу заднего моста трактора	Четырехзвенное с креплением к лонжеронам рамы	Четырехзвенное в креплением к корпусу заднего моста трактора				
Число зубьев . . . . .	3	1	1	1-3	1-3	1-3	1	1-3	1
Максимальное заглубление зубьев, мм . . . . .	400	460	450	500	500	700	1200	700	1000
Ширина наконечника зуба, мм . . . . .	66	66	66	86	104	105	105	105	124
Угол рыхления при наибольшем заглублении, град . . . . .	32-53	32-53	45	45	45	45	45	45	45
Насос:									
тип . . . . .	Шестеренный нерегулируемый	Шестеренный нерегулируемый	Шестеренный нерегулируемый	Шестеренный нерегулируемый	Шестеренный нерегулируемый	Шестеренный нерегулируемый	Шестеренный нерегулируемый	Шестеренный нерегулируемый	Шестеренный нерегулируемый
модель . . . . .	НШ-46В	НШ-46В	НШ-98	НШ-46В	НШ-46В	УРС-10	УРС-10	УРС-10	УРС-10
число . . . . .	2	2	1	3	3	1	1	1	1
Трансмиссия . . . . .	Механическая	Механическая	Механическая	Механическая	Гидромеханическая	Электромеханическая	Электромеханическая	Гидромеханическая	Гидромеханическая
Габаритные размеры с трактором и бульдозером, мм:									
длина . . . . .	6 380	6 820	6 500	8 350	7 630	8 655	9 100	7 940	9 410
ширина . . . . .	3 940	3 200	3 200	3 640	3 470	4 540	4 540	3 875	4 145
высота . . . . .	3 059	3 065	3 073	2 825	2 900	3 180	3 180	3 050	3 140
Масса, кг:									
навесного рыхлительного оборудования . . . . .	1 435	1 620	1 400	3 200	3 800	5 925	3 700	4 150	5 500
общая с трактором и бульдозером . . . . .	15 100	15 400	17 280	22 710	23 300	38 350	37 465	43 340	50 000

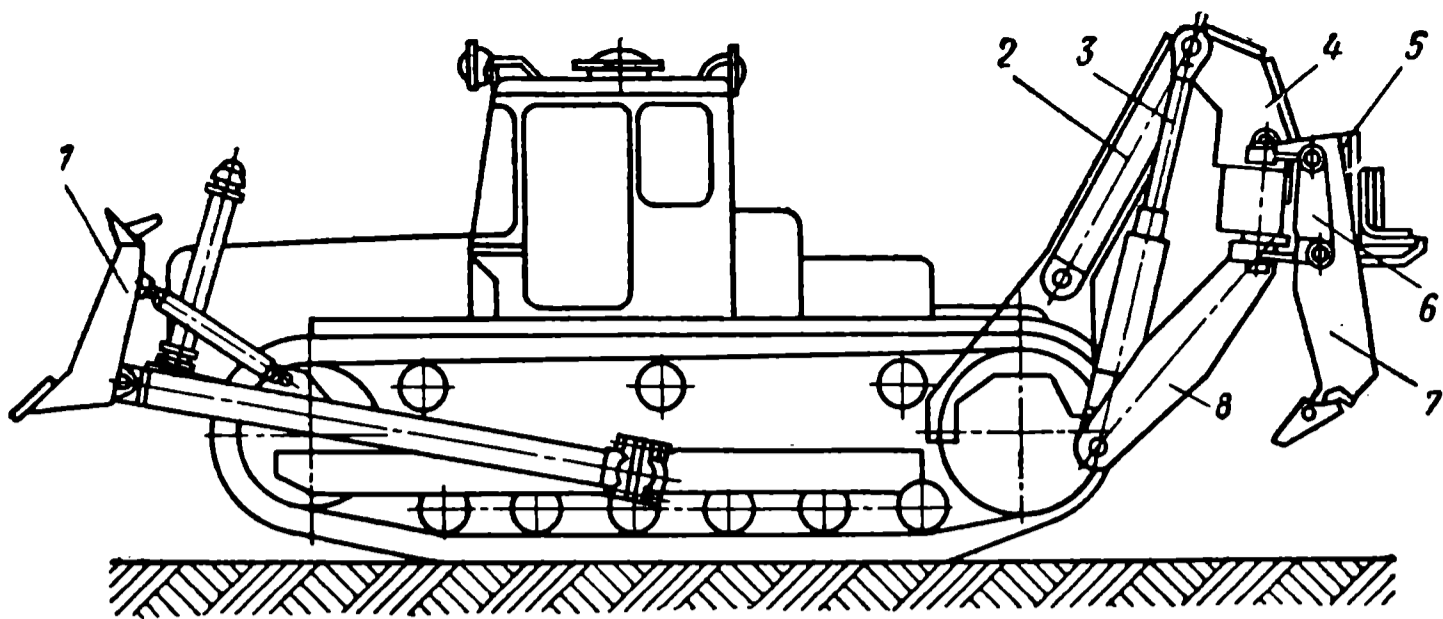


Рис. 3.4. Рыхлитель ДП-9С:

1 — бульдозер; 2 — тяга; 3 — гидроцилиндр; 4 — балка; 5 — буферное устройство; 6 — флюгер; 7 — зуб с наконечником; 8 — рама

устройства между верхней и нижней тягами. Параллелограммное навесное устройство позволяет использовать зубья с более длинными стойками, поэтому даже при наибольшем заглублении зуба можно иметь увеличенный зазор от рабочей балки до грунта.

Трехзвенное навесное устройство применяют в рыхлителях ДП-5С. Основным узлом такого устройства является стойка, состоящая, в свою очередь, из двух вертикальных стоек коробчатого сечения, соединенных между собой горизонтальными балками. Для подсоединения рабочего органа в нижней части вертикальных стоек предусмотрены отверстия и пальцы, крепящиеся гайкой.

Параллелограммное навесное устройство имеют рыхлители ДП-22С, ДП-9С, ДП-10С и др.

Рыхлитель ДП-9С (рис. 3.4) состоит из рамы 8, тяги 2, балки 4, зубьев 7 с наконечниками, гидроцилиндров 3, буферного устройства 5 и флюгеров 6. Сварная рама коробчатого сечения является нижним звеном четырехзвенника рыхлителя, а сварная тяга — его верхним звеном. Балка также является звеном, на котором крепятся флюгеры с тремя зубьями, имеющими сменные наконечники.

Рабочим органом рыхлителя является зуб, состоящий из стойки с посадочным хвостовиком, наконечника, защитной накладки и элементов крепления — стопоров. В ряде случаев для повышения производительности при рыхлении пластичномерз-

лых грунтов и трещиноватых скальных пород на зубьях устанавливают уширители.

Стойка является несущим, наиболее нагруженным элементом зуба, на котором крепятся его детали. При разработке плотных связных и слабых трещиноватых скальных грунтов и при большом заглублении наконечника рыхлителя стойки частично участвуют в разрушении грунта, производя дополнительное рыхление. Для современных рыхлителей характерны в основном стойки трех типов: изогнутые, прямые и с незначительным изгибом. Рыхление стойками изогнутой формы осуществляется с меньшими усилиями, чем прямыми, однако при рыхлении средних и крепких трещиноватых скальных пород и мерзлых грунтов выломленные глыбы могут заклиниваться между стойкой и рамой рыхлителя, что ведет к значительному повышению сопротивления рыхлению. Иногда применяют стойки с незначительным изгибом. Как показали исследования, они наиболее эффективны при разработке скальных грунтов средней крепости.

Для предотвращения износа передней грани стойки, особенно в нижней части, контактирующей с грунтом, рекомендуется защищать ее съемными износостойкими стальными пластинами — защитными накладками, устанавливаемыми на рабочей поверхности стойки в специальных гнездах, либо стальными литыми или коваными кожухами, надеваемыми на конец стойки.

Наконечники являются сменной частью зуба, обеспечивающей непосредственное отделение грунта от массива и его разрушение. По форме различают симметричные и асимметричные наконечники.

В практике строительства широкое признание получают уширители к рабочим органам рыхлителя, позволяющие разрушать значительно большие объемы скальных пород за один проход за счет уширения режущей кромки наконечника. При этом происходит дробление и практически сплошное разрушение грунта между соседними бороздами. В результате снижаются энергетические показатели процесса рыхления и удельный износ рабочих органов (на 1 м<sup>3</sup> разработанного грунта). Конструктивно уширители выполняют либо в виде расширяющихся в стороны от режущей кромки зуба клиновидных пластин, жестко или шарнирно смонтированных на стойке зуба, либо в виде двух стержней, выступающих по бокам стойки.

У рыхлителя ДП-9С к рабочей балке коробчатого сечения приварены два верхних и два нижних кронштейна. Балка сварена из листового проката и имеет три кованные втулки с прямоугольными бобышками, вваренные внутри балки: две по ее концам и одну посередине. Во втулках размещается вертикальная ось крепления флюгера рабочего органа.

Зубья посредством двух цилиндрических пальцев каждый закреплены в литых флюгерах, которые, в свою очередь, при помощи вертикальной оси закреплены в рабочей балке. Все три флюгера рыхлителя одинаковы по конструкции. В случае необходимости работы с трактором-толкачом из среднего флюгера вынимают пальцы крепления зуба, на флюгер сверху устанавливается специальное буферное устройство с отверстиями на боковых щеках, совпадающими с отверстиями флюгера, а затем флюгер, буферное устройство и зуб соединяют удлиненными пальцами с резьбой на одном конце и буртиком на другом.

Зубья состоят из стойки и наконечника, который закреплен на стойке при помощи двух сухарей, соединяемых болтом. Для восприятия усилий от наконечника на стойке приварены две пластины, в которые в процессе

рыхления упираются удлиненные щеки наконечника.

У рыхлителя ДП-26С рабочая балка предназначена для закрепления одного рабочего органа — зуба. Она имеет форму коробки, вытянутой в вертикальной плоскости, внутри которой вварена другая коробка, где и устанавливается зуб. Такая конструкция балки позволяет закреплять зуб посредством одного пальца и воспринимать значительные боковые нагрузки. В нижней части балки вварена ковая скоба, которая служит упором для зуба. Сзади к скобе приварена полка для толкача. На полке установлено буферное устройство. Зуб состоит из стойки, наконечника и стопорного устройства. На стойке наконечник закреплен с помощью цилиндрического пальца с разрезной пружинной втулкой.

При использовании для работы рыхлителя гидравлической системы базового тягача дополнительно устанавливают рабочие цилиндры и трубопроводы. Для привода рыхлителей применяют гидросистемы объемного действия с замкнутой и с открытой схемами. Обычно используют нерегулируемые лопастные, шестеренные и аксиально-плунжерные насосы большой подачи, что позволяет обеспечивать высокие рабочие скорости подъема и опускания рыхлителя.

У рыхлителя ДП-22С управление навесным оборудованием осуществляется от гидросистемы базового трактора. Она состоит из блока шестеренных насосов, золотникового четырехпозиционного распределителя с предохранительным клапаном, масляного бака объемом 100 л с гидроциклоном очистки масла от механических примесей, карданной передачи, соединяющей редуктор с коленчатым валом двигателя, гидроцилиндров управления и системы трубопроводов.

Блок шестеренных насосов включает в себя три насоса НШ-46В, имеющие общие коллекторы на всасывающей и нагнетательной магистралях, и редуктор, на крышке которого смонтированы насосы. В случае агрегатирования рыхлителя с бульдозером в распределителе могут быть введены дополнительные унифицированные секции. Гидроцилиндры управления рыхлителя расположены штоками вверх. Проушины цилиндров закреплены на балке трактора.

Гидросистема управления рыхлителем ДП-9С включает в себя аксиально-плунжерный насос УРС-10, золотниковый четырехпозиционный распределитель, бак с системой очистки масла, два гидроцилиндра, трубопроводы и гибкие резино-металлические рукава. Гидроцилиндры управления рыхлителем — двойного действия. Нижняя серьга крепления гидроцилиндра соединена с его крышкой при помощи двух пальцев. Разъемная конструкция серьги позволяет производить монтаж и демонтаж гидроцилиндра, не вынимая нижнего пальца из шарнира.

Основными факторами, определяющими эффективность рыхления мерзлых грунтов и горных пород, являются прочность последних и класс базового трактора. Для увеличения тягового усилия при работе на мерзлых грунтах на траки трактора устанавливаются специальные грунтозацепы, позволяющие реализовать номинальную мощность двигателя по сцеплению. Минимальная глубина рыхления за один проход должна на 20—30% превышать толщину слоя грунта, убираемого бульдозерами и скреперами, с которыми работает рыхлитель. При установленном рыхлении и наибольшем опускании зубьев угол рыхления рекомендуется принимать не более  $45^\circ$  при заднем угле не менее  $8^\circ$ .

С увеличением прочности грунта возрастает его сопротивление разрушению, уменьшается эффективность рыхления и ухудшаются условия сцепления гусеничного движителя с поверхностью грунта. Поэтому производи-

тельность рыхлителей с понижением температуры грунта уменьшается. При высокой механической прочности грунта рыхление его осуществляется одним средним зубом. После прохода кончика зуба образуется характерная прорезь трапециевидного сечения. Рыхление производят параллельными резами с максимально возможной для данных условий глубиной.

Оптимальными условиями рыхления, обеспечивающими минимальную энергоёмкость процесса, являются такие, при которых соотношение между глубиной рыхления и шириной кончика будет равно 3—5. При этом соотношении объем разрушенного грунта в прорези получается максимальным. Расстояние между соседними проходами выбирается таким, чтобы происходил скол неразрушенного массива грунта между резами, и оставшиеся «гребешки» были минимальными. Расположение соседних проходов с расстоянием, меньшим 0,4—0,5 м, вызывает увод рабочего органа в ранее полученную прорезь.

Применение рыхлителей наиболее эффективно при рыхлении корки мерзлого грунта. Целесообразно при глубине промерзания 50—60 см и достаточном тяговом усилии трактора производить рыхление за один проход с последующей уборкой грунта бульдозерами. При большей глубине промерзания разработку грунта осуществляют послойно. При этом установлено, что производить повторные резы по одной прорези нерационально, так как это приводит к снижению производительности рыхлителя.