

УДК 626 862. 2

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ УКЛАДКИ ДРЕНАЖА УЗКОТРАНШЕЙНЫМ СПОСОБОМ.

Бедретдинов Г.Х.

ГНУ ВНИИГиМ Россельхозакадемии, Москва, Россия

Освоение ведущими фирмами производства широкого ряда траншейных экскаваторов, пластмассовых гибких гофрированных труб и совершенных лазерных систем выдерживания заданного уклона вывело на передовые позиции узкотраншейный способ укладки дренажа. По энергетическим и материальным затратам узкотраншейный превосходит траншейный и бестраншейный способы и широко применяется в ведущих зарубежных странах Германии, Голландии, Англии, США.

Пластмассовые дренажные трубы, благодаря легкости, технологичности в строительстве и гарантированному размеру водоприемных отверстий, имеют лучшие технико-экономические показатели при укладке дренажа. Размерный ряд гофрированных дренажных труб диаметром 50, 63, 75, 90, 110, 125 мм [1] обеспечивает укладку дренажа до 2,5 м, выпускается отечественной промышленностью и вместе с трубами зарубежных фирм может полностью удовлетворить потребность строительства дренажа в зоне осушения Российской Федерации.

В конце восьмидесятых годов в СССР на базе узлов серийно выпускаемого отечественного дреноукладчика ЭТЦ-202А был разработан и испытан узкотраншейный дреноукладчик ЭТЦ -2011. Технология укладки дренажа с применением дреноукладчика включает выполнение следующих операций [2]: доставку барабанов с пластмассовыми трубами, фасонных деталей, защитных фильтрующих материалов, устройство приемков для рабочего органа, прокладку дренажной линии, обратную засыпку дренажной траншеи грунтом. Прокладка дренажной линии осуществляется дреноукладчиком, выполняющим отрывку узкой траншеи, укладку на дно траншеи гофрированной дренажной трубы и обсыпку уложенной трубы растительным грунтом. Дренажная труба подается из бухты и укладывается в желобок, выполняемый зачистным устройством на дне траншеи. Присыпка уложенных труб растительным грунтом выполняется дисковыми ножами, установленными на раме рабочего органа машины. Обсыпка труб фильтрующим материалом выполняется из прицепного бункера присыпателя, работающего в комплексе с дреноукладчиком. Обратная засыпка траншеи выполняется бульдозером.

Существующая технология укладки дренажа имеет ряд недостатков. При укладке труб диаметром 50...125 мм на дно траншеи шириной 250 мм толщина боковых стенок обсыпки составляет 100...62 мм, что значительно превышает минимально допустимую толщину 30...40 мм [2] и приводит к перерасходу фильтрующего материала. Существенным недостатком технологии является перемещение вынимаемого рабочим органом грунта на бровки траншеи. Укладка грунта на бровки требует дополнительной обратной засыпки траншеи после укладки дренажной линии. При традиционной обратной засыпке узкой траншеи бульдозером, происходит обрушение стенок траншеи, образование сводов и пустот, приводящих к деформации поверхности поля над дренажной линией в процессе эксплуатации.

В предлагаемой технологии дренажные трубы укладываются в конусное углубление, выполняемое ниже дна отрываемой траншеи. Дренажная обсыпка формируется в процессе укладки дренажной трубы. Вначале выполняется засыпка фильтрующим материалом нижней части конусного углубления и профилирование основания под соответствующий диаметр дренажной трубы. После укладки дренажной трубы на подготовленное основание она засыпается сверху минимальным слоем фильтрующего материала. Анализ процесса укладки дрены по предлагаемой технологии показал, что при фиксированной ширине траншеи высота конуса углубления определяется наклоном боковых стенок, которые обеспечивают засыпку фильтрующим материалом нижнюю часть конусного углубления. Расчеты показали, что рациональная высота конуса может быть принята равной ширине отрываемой траншеи. При указанных параметрах наклон боковых стенок становится меньше угла естественного откоса фильтрующего материала и обеспечивается качественная засыпка нижней части углубления при минимальном объеме работ.

Рассмотрение предлагаемой схемы (рис. 1) показывает, что при заданной глубине укладки дрены h уменьшается и глубина разрабатываемой траншеи. При высоте конуса равной ширине траншеи уменьшение глубины траншеи зависит от диаметра дрены и составляет $h = b - \frac{d}{2 \sin \alpha}$, где b - ширина траншеи, d - диаметр укладываемой дрены, α - угол наклона стенок углубления к вертикальной оси траншеи.

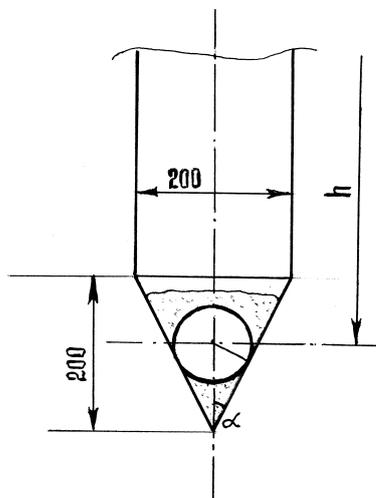


Рисунок 1 - Схема укладки дренажных труб в конусное углубление

Предлагаемый способ (патент РФ №2469149) позволяет укладывать дренажи различных диаметров с минимальной толщиной дренажной обсыпки.

Для повышения качества укладываемого дренажа обратную засыпку узкой траншеи предлагается выполнять в два этапа. На первом этапе выполняется послойная срезка боковых призм грунта с верхней части стенок и засыпка им нижней части траншеи. На втором этапе образуемая в верхней части воронка засыпается ранее вынутым из траншеи грунтом.

Рациональные параметры срезки боковых призм (рис. 2) определяются из условия засыпки срезаемым грунтом половины глубины отрываемой траншеи. Исходя из этого, максимальная ширина срезки по верху ограничивается величиной, равной ширине траншеи. Диапазон установленных ограничений обеспечивает минимальные объемы дополнительной срезки грунта. Предложенный способ

(патент РФ № 2422586) позволяет сразу после укладки дрены засыпать нижнюю часть траншеи и предотвращать оплывание стенок в зоне возможного выпора грунтовых вод. В предлагаемом способе операции по засыпке нижней и верхней частей узкой траншеи могут быть совмещены, а технология может быть усовершенствована.

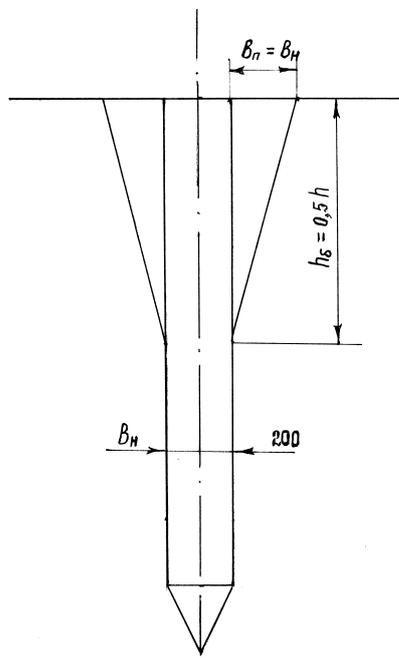


Рисунок 2 - Рациональные объемы срезки боковых призм грунта со стенок траншеи

Предлагаемый способ качественной обратной засыпки узкой траншеи позволяет уменьшить ширину отрываемой траншеи с 0,25 м до 0,2 м, при которой рекомендуемая технология по объему земляных работ уравнивается с бестраншейным способом укладки дренажа. Расчеты показывают, что уменьшение ширины отрываемой траншеи до 0,2 м обеспечивает укладку дрен до 125 мм, при этом в среднем на 20% уменьшаются объемы земляных работ, расход материала дренажной обсыпки и энергоёмкость укладки дренажа. Эффективность предлагаемой технологии определяется по разности затрат мощности на укладку дренажа. При укладке дренажа по предлагаемой технологии сокращаются затраты мощности за счет уменьшения ширины $\Delta \mathcal{E}_1$ и глубины $\Delta \mathcal{E}_2$ траншеи. Однако при этом добавляются затраты мощности на срезку боковых призм грунта $\mathcal{E}_б$, устройство конусного углубления $\mathcal{E}_к$. При сравнении по затратам мощности основное условие эффективности предлагаемой технологии

$$\Delta \mathcal{E}_1 + \Delta \mathcal{E}_2 > \mathcal{E}_б + \mathcal{E}_к$$

Анализ показывает, что составляющие затрат $\Delta \mathcal{E}_1$, $\Delta \mathcal{E}_2$, $\mathcal{E}_б$, $\mathcal{E}_к$, определяются только геометрическими параметрами элементов отрываемого профиля и могут быть найдены по удельным энергетическим показателям. Снижение затрат мощности за счет уменьшения ширины траншеи определяется по величине относительного уменьшения площади поперечного сечения

$$K_с = \frac{b_c - b_n}{b_n},$$

где b_c – ширина отрываемой траншеи по существующей технологии, b_n - ширина отрываемой траншеи по предлагаемой технологии.

В данном случае снижение затрат мощности на 1 м дренажа определяется по составляющей резания грунта

$$\Delta \mathcal{E}_1 = \kappa_g \epsilon_c H \kappa_p ,$$

где, H - глубина укладки дрены, κ_p – удельное сопротивление резанию грунта при разработке траншеи.

Снижение затрат мощности с учетом полученного выше выражения уменьшения глубины траншеи

$$\Delta \mathcal{E}_2 = \left(\epsilon_n - \frac{d}{2 \sin \alpha} \right) \epsilon_n \kappa_p .$$

Затраты мощности на срезку боковых призм грунта с верхней части траншеи определяется длиной резания грунта (рис. 2). При ширине срезаемого с бровки грунта равной ширине траншеи и глубине срезки равной половине глубины укладки дрены длина резания $L = \sqrt{(\epsilon_n)^2 + (0,5H)^2}$. Тогда затраты мощности на срезку боковых призм определяются составляющей резания грунта

$$\mathcal{E}_b = 2 \sqrt{(\epsilon_n)^2 + (0,5H)^2} \kappa_{pn},$$

где κ_{pn} - удельное сопротивление резанию грунта боковых призм.

Затраты мощности на устройство конусного углубления определяются по его геометрическим параметрам. При глубине конусного углубления равной ширине траншеи площадь вырезаемого сечения $S = 0,5\epsilon_n^2$, тогда удельные затраты мощности

$$\mathcal{E}_k = 0,5\epsilon_n \kappa_{pk} ,$$

где κ_{pk} – удельное сопротивление резания грунта при устройстве конусного углубления.

В результате развернутое выражение для оценки эффективности предлагаемой технологии

$$\kappa_g \epsilon_c H \kappa_p + \left(\epsilon_n - \frac{d}{2 \sin \alpha} \right) \epsilon_n \kappa_p > 2 \sqrt{(\epsilon_n)^2 + (0,5H)^2}$$

$$\kappa_{pn} + 0,5\epsilon_n \kappa_{pk}$$

По полученному выражению рассчитана эффективность предлагаемой технологии укладки дренажа в торфяных и минеральных грунтах I...III категорий (табл. 1)

Таблица 1 - Расчетные показатели затрат мощности

Показатели	Грунтовый фон			
	торф	I кат. песок, легк. супесь	II кат. супесь, легк. суглинок	III кат. суглинок, тяж. суглинок
Диаметр дрены, мм	Суммарная экономия затрат мощности (кВт ч/м)			
50	0,0023	0,0032	0,0061	0,0106
63	0,0020	0,0028	0,0059	0,0095
75	0,0018	0,0025	0,0052	0,0085
90	0,0015	0,0022	0,0045	0,0072
110	0,0012	0,0017	0,0034	0,0056
120	0,0010	0,0014	0,0029	0,0047
	Дополнительные затраты (кВтч/м)			
	0,0010	0,0020	0,0030	0,0050

Расчеты показывают, что по затратам мощности предлагаемая технология в торфяных грунтах более выгодна при диаметрах укладываемых дрен до 120 мм, в грунтах I категории – до 90 мм, II и III категорий – до 110 мм. С учетом того, что в перспективе доля труб диаметром до 90 мм составляет 93,5% от общей потребности [1], предлагаемая технология по энергетическим затратам имеет

явные преимущества.

Для оценки предлагаемой технологии по материальным затратам проведены расчеты расхода фильтрующего материала дренажной обсыпки. По существующей технологии выполняется обсыпка трубы сверху слоем толщиной 50 мм, в предлагаемой технологии – засыпка нижней части конусного углубления с обсыпкой трубы сверху слоями соответственно 30, 40, и 50 мм.

Расчеты показывают (рис. 3), что при равной толщине обсыпки предлагаемая технология наиболее выгодна при укладке дрен до 110 мм. При этом расход фильтрующего материала на усредненную длину дрены диаметром 50...90 мм сокращается с 0,7...0,8 м³ по существующей технологии до 0,35...0,65 м³ или в 2,0...1,23 раза. Значительное уменьшение объема дренажной обсыпки позволяет выполнять подачу фильтрующего материала из дозатора и исключить подачу его перегружателем в процессе укладки дрены.

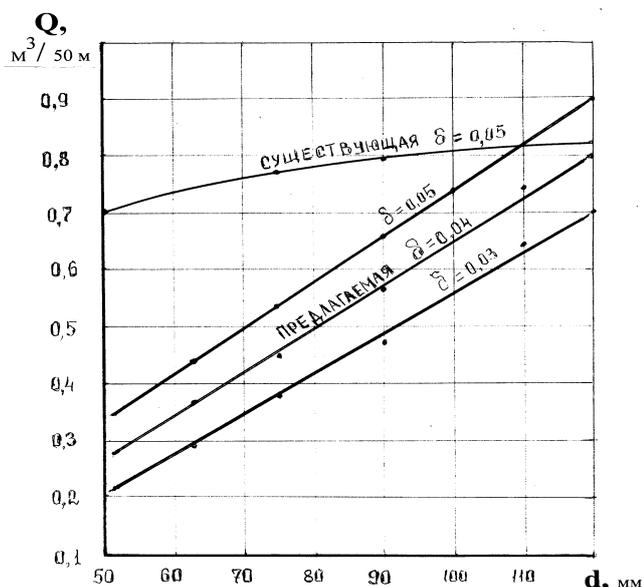


Рисунок 3 - Зависимости расхода фильтрующего материала от диаметра укладываемых дрен

Литература

1. Справочник: Мелиорация и водное хозяйство. Осушение / Под ред. академика Б.С. Маслова. М.: "Ассоциация Экост", 2001. с 195.
2. Бейлин Д.Х. Механизация дренажных работ. 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Колос, 1975. с. 7.