

Лабораторная работа № 9

Мероприятия и ГТС по организации поверхностного стока

Организация поверхностного стока, как правило, предусматривается на тяжелых по микроагрегатному составу почвах и на землях со сложным рельефом.

В комплекс сооружений и мероприятий для организации стока и отвода поверхностных вод входят:

- ложбины, колодцы-поглотители, закрытые собиратели с фильтрующей засыпкой траншей, с установкой колонок-поглотителей или засыпкой траншей местами хорошо фильтрующим материалом (для отвода воды из замкнутых понижений в проводящую сеть) или водоемы-копани (рис. 9.1, 9.2);

- водоемы-копани (для аккумуляции почвенного и дренажного стока при невозможности или экономической нецелесообразности строительства на объекте открытой проводящей сети);

- планировка поверхности мелиорируемых земель бульдозером и длиннобазовым планировщиком (для предотвращения застаивания поверхностных вод в понижениях местности);

- глубокое рыхление почв среднего и тяжелого механического состава (для улучшения водно-физических свойств и водно-воздушного режима этих почв) и др.

В данном упражнении освещаются особенности проектирования ложбин стока, открытых воронок, колодцев-поглотителей, раскрытия западин и понижений, планировки мелиорируемых площадей и глубокого рыхления.

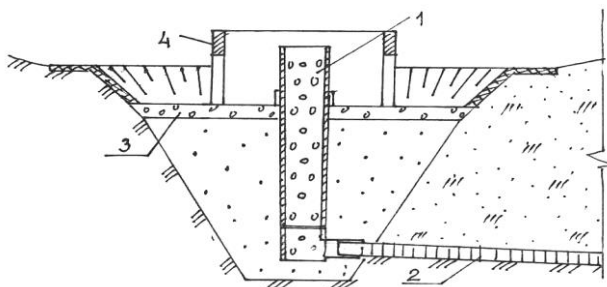


Рис. 9.1. Схема открытого колодца-поглотителя:

1 – полиэтиленовая перфорированная труба; 2 – гофрированная водоотводящая труба; 3 – гравий слоем 10 см; 4 – стеновое кольцо.

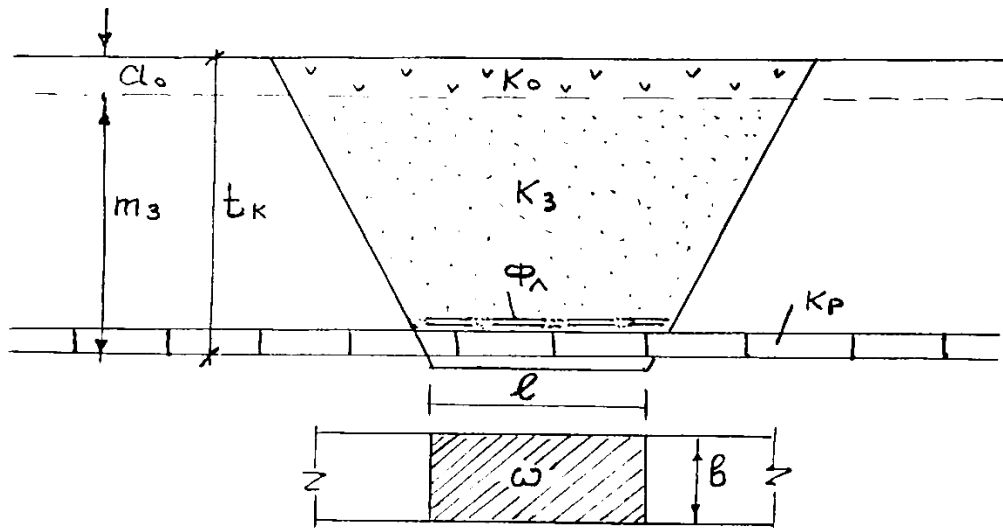


Рис. 9.2. Расчетная схема колонки-поглотителя (устанавливаемой в траншее коллектора, дрены):

a_0, k_0 - мощность и коэффициент фильтрации пахотного слоя;
 m_3, k_3 - мощность и коэффициент фильтрации фильтрующей засыпки;
 t_k - глубина коллектора (дрены); l - расчетная длина колонки;
 b - ширина траншеи; K_p - подложбинный водоотводящий коллектор (дрена); ω - расчетная площадь поперечного сечения дна колонки;
 Φ_d - объемный фильтр

Ложбины стока прокладываются по наиболее низким элементам рельефа. Максимальная глубина ложбин 0,6 м, минимальная – 0,2 м, уклон более 0,002. Заложение откосов не менее 1:10, уклон дна - не менее 1,0 ‰, длина не более 400 м (при $i = 0,002 \dots 0,001$ не более 200 м).

Засеваемые ложбины в процессе эксплуатации мелиорируемых земель должны восстанавливаться силами землепользователей через каждые 4...5 лет. При устройстве ложбин стока предусматриваются мероприятия по сохранению гумусового слоя.

При проектировании западинных ложбин гидравлического расчета не требуется, а по тальвеговым ложбинам они проводятся при $Q^{10\%}$ более 0,05 м³/с и уклоне более 0,05.

Пример. Запроектировать засеваемую ложбину при $Q_p = 0,8$ м³/с и $i = 0,06$.

Задаемся глубиной ложбины $H = 0,4$ м (расчетная глубина воды в ней $h = 0,3$ м), шириной ложбины по дну $b = 1,0$ м и заложением откосов $m = 10$.

Площадь живого сечения

$$\omega = (b + mh)h = (1,0 + 10 \cdot 0,3)0,3 = 1,2 \text{ м}^2.$$

Смоченный периметр

$$\chi = b + 2h \sqrt{1 + m^2} = 1,0 + 2 \cdot 0,3 \sqrt{1 + 10^2} = 7 \text{ м}.$$

Гидравлический радиус

$$R = \frac{\omega}{\chi} = \frac{1,2}{7} = 0,17.$$

Скоростной коэффициент

$$C = \frac{R^{1,5} \sqrt{n}}{n} = \frac{0,17^{1,5} \sqrt{0,04}}{0,04} = 13,7,$$

где n – коэффициент шероховатости (для засеваемых ложбин $n = 0,04$).

Расход воды

$$Q_{\text{п}} = \omega c \sqrt{R \cdot i} = 1,2 \cdot 13,7 \sqrt{0,17 \cdot 0,06} = 1,6 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Так как $Q_{\text{п}} = 1,6 \text{ м}^3/\text{с} > Q_{\text{р}} = 0,8 \text{ м}^3/\text{с}$, уменьшаем ширину ложбины до $b = 0,4 \text{ м}$ и $m = 5$.

Тогда

$$\omega = (0,4 + 5 \cdot 0,3) \cdot 0,3 = 0,57 \text{ м}^2;$$

$$\chi = 0,4 + 2 \cdot 0,3 \sqrt{1 + 5^2} = 3,4 \text{ м};$$

$$R = \frac{0,57}{3,4} = 0,17; \quad C = \frac{0,17^{1,5} \sqrt{0,04}}{0,04} = 13,7;$$

$$Q_{\text{п}} = 0,57 \cdot 13,7 \sqrt{0,17 \cdot 0,06} = 0,78 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Окончательно принимаем засеваемую ложбину стока с параметрами:

$$b = 0,4; \quad H = 0,4 \text{ м}; \quad m = 5; \quad i = 0,06.$$

Колодцы–поглотители желательно размещать по границам полей севооборотов, дорог, опор линий электропередач, чтобы не создавать помех при обработке мелиорируемых земель. Поверхность земли вокруг колодца срезается с таким расчетом, чтобы образовалось воронкообразное понижение в форме усеченного конуса с глубиной у стен колодца $0,25 \dots 0,3 \text{ м}$.

Для отвода воды из колодца–поглотителя необходимо предусматривать автономные коллекторы. Количество колодцев зависит от расчетного объема стока весеннего половодья и допустимого времени застоя воды на поверхности (10...16 сут).

Пример. Осушаемый участок расположен в Лепельском районе Витебской области. Используется в полевом севообороте с озимыми культурами. Почвы среднесуглинистые. Запрудное понижение, в котором запроектирован колодец–поглотитель, имеет сферическую форму, площадь по верху $F_{\text{п}} = 0,85 \text{ га}$, наибольшая глубина $h_{\text{макс}} = 0,55 \text{ м}$. Водосборная площадь западины $F = 7 \text{ га}$. Средний уклон склонов $i = 15\text{‰}$. Длина отводящего коллектора $L = 200 \text{ м}$. Отметка уровня воды в канале в устье отводящего коллектора $120,0$, в колодце – $121,2 \text{ м}$. Расчет выполним на пропуск объема весеннего половодья 10% обеспеченности (рис. 9.3).

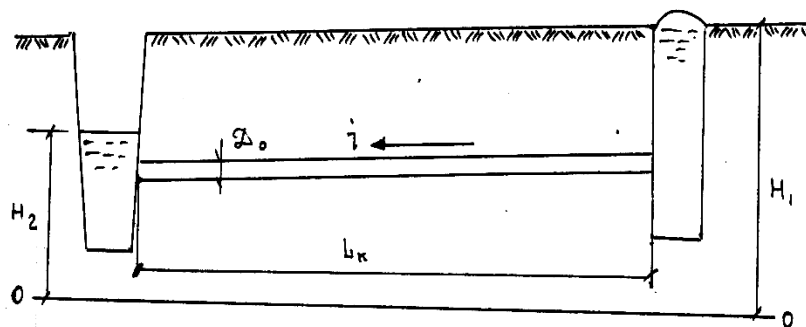


Рис. 9.3. Расчетная схема колодца-поглотителя с отводящим коллектором

Объем стока весеннего половодья с вероятностью $P = 10\%$ с водосбора западины

$$W_{10\%}^B = 1000 h_{10\%} \cdot F,$$

$$h_{10\%} = (ch_k - b) K,$$

где K – коэффициент, учитывающий влияние видов распашки (при $F > 0,05 \text{ км}^2$ $k = 1,0$; при $F \leq 0,05 \text{ км}^2$ и вспашке поперек склона $k = 0,8$, вдоль склона и залежи - $k = 1,2$);

h_k – слой стока весеннего половодья обеспеченностью 10% (Минск - 275, Гродно - 175, Брест - 160, Гомель - 220, Могилев - 275, Витебск - 275, Лепель - 262, Горки - 287 мм);

c и b – коэффициенты (при $P = 10\%$ $c = 0,69$, $b = 10$; при $P = 5\%$ $c = 0,81$, $b = 7$; при $P = 25\%$ $c = 0,62$, $b = 23$).

Тогда $h_{10\%} = (0,69 \cdot 262 - 10) 1,0 = 171 \text{ мм}$;

$$W_{10\%}^B = 1000 \cdot 171 \cdot 0,07 = 11977 \text{ м}^3.$$

Объем замкнутого понижения сферической формы

$$W_{\Pi} = 0,65 \cdot F \cdot h_{\max} = 0,65 \cdot 0,85 \cdot 0,55 \cdot 10^4 = 3039 \text{ м}^3.$$

Расчетный объем стока весеннего половодья

$$(W_p = W_n \text{ при } W_p > W_n ; W_p = W_{10\%}^B \text{ при } W_{10\%}^B < W_n);$$

$$W_p^B = W_n = 3039 \text{ м}^3.$$

Расчетный расход колодца-поглотителя при сроке отвода воды с поверхности земли для полевого севооборота с озимыми культурами $t = 10$ сут.

$$Q_{\text{рк}}^B = 3039 / 86400 \cdot 10 = 0,0035 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Расчет отводящего коллектора выполним только на пропуск расхода весеннего паводка, так как он значительно больше ранневесеннего.

Диаметр отводящего коллектора из гончарных труб

$$D_o = 1,549 \left(\frac{n Q_{\text{рк}}}{\sqrt{i}} \right)^{3/8}$$

где n – коэффициент шероховатости труб ($n = 0,017$);

i – гидравлический уклон отводящего коллектора.

Расчетный гидравлический уклон коллектора (при $\Delta h = 0,15 \text{ м}$)

$$i = \frac{121,2 - (120 + 0,15)}{200} = 0,00525;$$

$$D = 1,549 \left(\frac{0,017 \cdot 0,0035}{\sqrt{0,00525}} \right)^{3/8} = 0,195 \text{ м.}$$

Принимаем $D = 200$ мм.

Скорость движения воды в отводящем коллекторе

$$(V = c\sqrt{R} \cdot i; \quad R = D/n; \quad c = \frac{R^{1/6}}{n});$$

$$V_{\max} = \frac{\left(\frac{0,2}{4}\right)^{1/6}}{0,017} \sqrt{\frac{0,2}{4} \cdot 0,00525} = 0,58 \text{ м / с.}$$

Минимальная скорость (при уклоне $i = 0,003$, т.е. при работе отводящего коллектора как дренажного, после сброса поверхностной воды из понижения):

$$V_{\min} = \frac{\left(\frac{0,2}{4}\right)^{1/6}}{0,017} \sqrt{\frac{0,2}{4} \cdot 0,003} = 0,44 \text{ м / с.}$$

Следовательно скорости V_{\max} и V_{\min} находятся в допустимых пределах (0,5...1,5 м³/с).

Водоемы-копани сооружаются в качестве водоприемников для сброса поверхностного и дренажного стока главным образом при осушении земель с западным рельефом, аккумуляции воды для противопожарных и бытовых нужд, отдыха, а также как природоохранные объекты.

Местоположение водоемов-копаней следует назначать с учетом комплексного использования водоемов, вблизи населенных пунктов, дорог, границ полей севооборотов.

Наиболее приемлемая форма водоема-копани в плане - прямоугольная. Длинную сторону водоема необходимо расположить в направлении вспашки полей. Может быть и овально-криволинейная, круглая и т.д. Форму водоема следует принимать в соответствии с формой понижения с целью уменьшения объема земляных работ при отрывке. Крепление откосов, как правило, осуществляется посевом трав. Для предохранения размыва откосов поверхностными водами по периметру водоема устраиваются ловчие канавки с воронками стока в понижениях рельефа, закрепленные сплошной одерновкой. По берегам водоема-копани организуются природоохранные прибрежные полосы и водоохранные зоны шириной не менее 20 м.

Глубина водоемов-копаней должна быть не более 3...3,5 м, чтобы избежать усложнения технологии производства работ. Рассчитывают его на объем весеннего стока 10 % обеспеченности.

Пример. Рассчитать параметры водоема-копани со сбросным трубопроводом из гончарных труб в качестве водоприемника для локального водосбора площадью $F = 20$ га в составе участка мелиорации земель с западным рельефом на территории Горецкого района Могилевской области. Почвы участка суглинистые, использование земель предусматривается в севообороте с озимыми культурами.

Слой весеннего стока 10 % обеспеченности

$$h_{10\%} = (c_{\text{нк}} - b)k = (0,69 \cdot 287 - 10) 1,0 = 188,4 \text{ мм.}$$

Объем стока весеннего половодья

$$W_{10\%}^B = 1000 h_{10\%} \cdot F = 1000 \cdot 188,4 \cdot 0,2 = 37680 \text{ м}^3 .$$

С учетом рельефа местности, гранулометрического состава и намечаемого сельскохозяйственного использования мелиорируемых земель, а также объема стока весеннего половодья и вышеприведенных соображений принимаем длину водоема-копани прямоугольной формы $L_n = 160$ м, ширину $B_n = 80$ м, полную глубину водоема $H = 3,2$ м, высоту бровки над НПУ $H_0 = 0,7$ м, коэффициент заложения откосов водоема $m = 2,0$.

Площадь водоема на отметке поверхности земли

$$F_n = L_n \cdot B_n = 160 \cdot 80 = 12800 \text{ м}^2 .$$

Площадь водоема на отметке уровня мертвого объема

$$F_q = (L_n - 2mH)(B_n - 2mH) = (160 - 2 \cdot 2 \cdot 3,2)(80 - 2 \cdot 2 \cdot 3,2) = 9892 \text{ м}^2 .$$

Площадь водоема на отметке расчетного уровня

$$F_0 = (L_n - 2mH_0)(B_n - 2mH_0) = (160 - 2 \cdot 2 \cdot 0,7)(80 - 2 \cdot 2 \cdot 0,7) = 12136 \text{ м}^2 .$$

Расчетный объем стока весеннего половодья, аккумулируемый в водоеме,

$$W_p = 0,5 (F_n + F_q) H - 0,5 (F_n + F_0) H_0 = 0,5(12800 + 9892) 3,2 - 0,5(12800 + 12136) 0,70 = 27580 \text{ м}^3$$

В связи с тем, что объем стока весеннего половодья $W_{10\%}^B > W_p$, необходимо предусмотреть сбросной трубопровод.

При проектировании трубопровода в вертикальной плоскости с учетом планового положения водоема и рельефа поверхности принимаем:

- отметки НПУ водоема $H_1 = 148,0$, а уровня воды в принимаемом водотоке весеннего половодья $H_2^B = 146,7$;

- длину трубопровода $L_{тр} = 350$ м.

Определяем сбрасываемый в водоток объем воды

$$W_{сб} = W_{10\%}^B - W_p = 37680 - 27580 = 10100 \text{ м}^3 .$$

Расчетный расход трубопровода

$$Q_{рв} = W_{сб} / 86400 \cdot t_b = 10100 / 86400 \cdot 12 = 0,0097 \text{ м}^3/\text{с},$$

где t_b – допустимая продолжительность затопления мелиорируемых земель ($t_b = 10 \dots 15$ сут).

Расчетный гидравлический уклон сбросного трубопровода

$$i_p = \frac{H_1 - H_2^B}{L_{тр}} = \frac{148,0 - 146,7}{350} = 0,0037$$

Необходимый диаметр трубопровода для пропуска расходов весеннего половодья

$$D = 1,549 \left(\frac{n Q_{рв}}{\sqrt{i}} \right)^{3/8} = 1,549 \left(\frac{0,017 \cdot 0,0097}{\sqrt{0,0037}} \right)^{3/8} = 0,169 \text{ м}.$$

Принимаем $D = 0,175$ м.

Ликвидация (раскрытие) западин и понижений. Западины глубиной менее 0,15 м и площадью менее 0,03 га засыпают в процессе планировки длиннобазовым планировщиком. При большей площади предусматривается их засыпка привозным грунтом, или отвод воды из западин дренажем с фильтрующей засыпкой, или с помощью установки колонок–поглотителей.

Глубокие сильно обвалуненные болотные и минеральные заболоченные замкнутые понижения, покрытые древесно-кустарниковой растительностью, рекомендуется оставлять в естественном состоянии в качестве водоохраных и природоохраных объектов.

Планировка мелиорируемых земель подразделяется на строительную, послеосадочную и эксплуатационную.

Строительная планировка включает снятие и буртование растительного слоя с последующей подвижкой его на спланированную площадь, засыпку старых ликвидируемых каналов, карьеров, ям, староречий; засыпку понижений, разравнивание кавальеров; выравнивание поверхности и т.д.

Послеосадочная планировка производится через 1...2 года после строительной и включает вспашку и разделку пласта, ликвидацию просадок, выравнивание поверхности.

Эксплуатационная планировка выполняется землепользователями ежегодно в качестве завершающей операции предпосевной обработки почвы.

Глубокое рыхление применяется на суглинистых и глинистых почвах с коэффициентом фильтрации подпахотных горизонтов менее 0,3 м/сут. Оптимальная влажность для рыхления 60...80% наименьшей влагоемкости. После рыхления коэффициент фильтрации увеличивается в 100 раз, на 2-й год - в 10 раз, а через 2...3 года рыхление надо возобновлять. Для повышения плодородия, обеспечения большей продолжительности его работы необходимо вносить известь, химмелиоранты, органические и минеральные удобрения, выращивать культуры с интенсивной корневой системой.