

Интегрируя численными методами кривую потребления получаем суммарную мощность потребления в 31,72 Вт.

Вывод

Проведенное исследование показало, что для реализации системы завоздушивания сифонного водовода в случае остановки гидроагрегата наиболее рациональным решением является применение клапана с пневмоприводом. Данный тип привода обеспечивает более низкое энергопотребление по сравнению с электроприводом, что особенно важно при работе системы в аварийных ситуациях при возможном отсутствии внешнего электропитания. Кроме того, пневматические приводы, как правило, имеют более простую конструкцию и, соответственно, более высокую надежность. Таким образом, использование клапана с пневмоприводом позволяет создать эффективную и надежную систему завоздушивания сифонного водовода, удовлетворяющую всем предъявляемым к ней требованиям.

Благодарность

Материалы, вошедшие в данный доклад, подготовлены при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках Национального проекта «Наука и университеты» о создании новых лабораторий, в том числе под руководством молодых перспективных исследователей – Уникальный номер проекта FSWF-2022-0008. Соглашение №075-03-2022-138/5 от 02.11.2022.

Литература

Топаж Г. И. Лопастные гидромашины и гидродинамические передачи. Основы рабочего процесса и расчета гидротурбин: учеб. пособие / Г. И. Топаж. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2011. – 154 с.

УДК 626.862

Основные виды и причины повреждений элементов закрытых осушительных систем

Линкевич Н. Н.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Изложены основные виды и причины повреждений элементов закрытых осушительных систем. Показана важность своевременного выявления и устранения замеченных неисправностей.

Долговечность и работоспособность закрытой осушительной сети в большой степени зависит от своевременного выявления причин повреждений основных элементов закрытой осушительной системы (дрен-осушителей, закрытых коллекторов, закрытых собирателей, ловчих дрен, открытых каналов, принимающих воду из закрытой сети, и сооружений на закрытой осушительной сети (смотровые колодцы, колодцы-поглотители и др.) и каналов) и принятия мероприятий по их устранению.

Деформация закрытого дренажа и устьев может быть обусловлена:

а) физическими и биологическими процессами, происходящими в грунтах после отвода избыточной воды: осадкой торфа, просадкой минерального грунта в траншеях, оползнями, обрушениями откосов каналов и др.;

б) воздействием природных факторов (промерзание и пучение грунта, размывы, зарастание корнями растений полостей коллекторов и дрен и др.).

Возможные дефекты дренажных сооружений приведены на рис. 1.

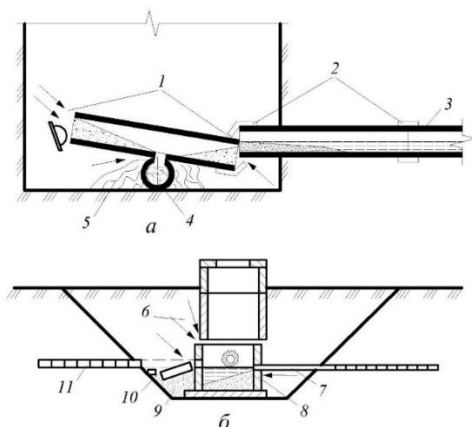


Рис. 1. Возможные дефекты дренажных сооружений:

а – при соединении дрен с коллектором; *б* – при устройстве колодца;

1 – поступление грунта в дренажные трубы; 2 – защитный фильтрующий материал;

3 – дренажная труба; 4 – труба коллектора; 5 – просадка грунта дренажной засыпки; 6 – поступление грунта в колодец; 7 – сопрягающие (асбестоцементные) трубы; 8 – некачественная заделка зазоров; 9 – просадка грунта обратной засыпки;

10 – смещение асбестоцементной трубы; 11 – гончарные трубы коллектора

Основными видами и причинами повреждений закрытого дренажа, приводящих (при их несвоевременном устранении) к выходу его из строя, являются:

1) закупорка (механическое заиливание) сечения коллекторов и дрен частицами грунта вследствие а) превышения допустимых размеров зазоров

между стыками керамических трубок (1–2 мм) или водоприемных отверстий пластмассовых дрен; б) недостаточного уклона коллекторов и дрен, т. е. при малой транспортирующей скорости дренажного стока или наличии обратных уклонов дренажных линий, вызывающих застой воды и отложение наносов; в) несоответствия качества и свойств защитно-фильтрующих материалов грунтовым и гидрогеологическим условиям и конструкции труб; г) некачественного соединения дрен с закрытыми коллекторами, закрытых коллекторов с устьями и колодцами, в результате которых возможны просадки и смещения дренажных труб и проникновение грунта в полость дрен; д) ненадлежащей защиты стыков дренажных труб фильтрующими материалами, особенно проложенных в мелкозернистых, пылеватых и илистых грунтах, где необходима круговая защита труб; е) смещения и просадки отдельных керамических трубок из-за низкого качества строительства или неравномерной осадки грунта по длине дрен (особенно на торфяных почвах); ж) отсутствия своевременного ухода за каналами, устьями, колодцами и др.;

2) закупорка сечения коллекторов и дрен, защитных фильтрующих материалов и водоприемных отверстий дренажных труб отложениями в результате химических и биохимических процессов – химическое (биохимическое) заиливание или заохривание – при содержании в грунтовой воде соединений закисного железа (Fe^{2+}) более 5 мг/л, реже – соединениями Са, Мп, Mg, особенно в местах обратных уклонов дренажных линий или уклонах менее 0,005, при наличии в трубах ила и корней растений. Наиболее интенсивно отлагаются железистые соединения в устьевой части дренажных линий;

3) закупорка (зарастание) устьевой части коллекторов, коллекторов и дрен корнями растений (через зазоры в стыках трубок при расположении деревьев ближе 10–20 м от коллекторов и дрен), мелкими животными (мыши, лягушки); наиболее часто проникают в дрены корни ивы, реже корни ольхи, осины, тополя, березы и других деревьев (рис. 2), из сорных травяных растений – корни хвоща полевого, осота и щавеля конского, и из сельскохозяйственных культур – корни кукурузы, клевера и др.;

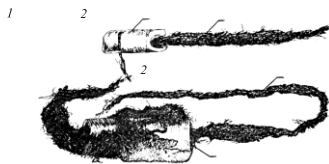


Рис. 2. Проникновение корней растений в дрены:
1 – дренажная труба; 2 – корни

4) сдвиг и разрушение коллекторов и дрен в процессе строительства при засыпке траншей грунтом, содержащим камни и крупные древесные остатки;

5) деформация (сплющивание) пластмассовых коллекторов и дрен при недостаточной прочности материала труб, а также от воздействия тяжелой сельскохозяйственной и иной техники;

6) дефекты муфт и переходников пластмассовых дренажных линий;

7) недоброкачественная укладка, плохое качество труб, их поломки;

8) несвоевременная или недостаточная присыпка растительным грунтом и засыпка мешаным грунтом дренажных траншей, что приводит к обвалам грунта, расстраивающим дренажные линии;

9) укладка труб на слабое основание, из-за чего деформируется дренажная линия в высотном положении;

10) нарушение сопряжений устьев, коллекторов и дрен;

11) некачественная заделка торцов концевых труб;

12) уменьшение глубины дрен и каналов от осадки торфа;

13) пучение грунта при замерзании и оттаивании;

14) разрушение керамических дренажных труб при замерзании в них воды;

15) выход из строя дренажных линий может быть обусловлен подпором высокими уровнями воды в примыкающих каналах, например, из-за несвоевременной очистки их от наносов, влаголюбивой растительности, кустарника и посторонних предметов или в результате неправильного гидравлического расчета параметров канала;

16) повреждение устьев в связи с размывом откосов каналов, деформацией под воздействием промерзания и оттаивания грунта, при ремонте каналов и водоприемников, в которые они впущены;

17) повреждения устьев и самих коллекторов из-за несогласованности трассы коллекторов (обычно их согласовывают) с местными понижениями, по которым происходит интенсивный сосредоточенный сток поверхностных вод. Если в этих местах укрепленные водосбросные воронки не устроены, то поверхностные воды размывают рыхлый грунт засыпки почти до основания устьевой трубы. В этом случае размыв распространяется выше по коллектору, и разрушается не только устье, но и сам коллектор;

18) оползание дренажных устьев в канал из-за обрушения откоса, осадки устьев, поломки устьевых труб или нарушения сопряжения устья с дренажной линией; одной из причин оползания является устройство устьевого оголовка без надлежащей подготовки основания, что способствует его подмыву и разрушению устья;

19) использование при строительстве коротких устьевых труб, что приводит к замерзанию и разрушению коллекторных трубок и их смещению;

20) некачественное соединение дренажной линии с устьевой трубой ведет к обходу последней дренажными водами и, в конечном итоге, к разрушению устья;

21) повреждения дрен и коллекторов возможно при устройстве линий связи и энергоснабжения из-за несогласованности места их прокладки с предприятиями мелиоративных систем или землепользователями;

22) промоины, провалы и просадка засыпки над дренажными линиями, особенно около устьев, смотровых колодцев и в местах пересечения дрен с ликвидируемыми старыми каналами (вследствие выноса грунта через щели между трубами, повреждения в местах соединения коллекторов со стенками колодцев, а также при слабых грунтах в основании); для предупреждения просадки дрены укладывают на прокладки, укрепляют основания шлаком, щебнем или гравием, используют при прохождении таких участков длинномерные трубы;

23) продавливание и выпахивание дренажных трубок сельскохозяйственными машинами при мелкой закладке дренажа в местных понижениях и западинах; в местах пересечения дренажных линий с дорогами во избежание деформаций этих линий следует прокладывать асбестоцементные трубы или пропускать дренажные линии внутри специально уложенных под дорогой труб;

24) отсутствие надлежащего ухода за смотровыми колодцами (если нет крышек, то в дренажные линии попадают лягушки, кроты и другие мелкие животные, которые закупоривают внутреннюю полость трубы, а зимой колодцы заполняются снегом, и в коллекторах образуются снежно-ледяные пробки; несвоевременная очистка колодцев от ила и наносов ведет к заилению коллекторов; при смещении железобетонных колец колодцев происходит заплывание колодца и полости закрытого коллектора грунтом; колодцы могут повреждаться также при неосторожной вспашке). Поэтому необходимо своевременно их чистить и поддерживать в исправном состоянии.

Заиление труб чаще всего наблюдается в минеральных мелкозернистых и пылеватых грунтах, реже – в связных суглинистых и глинистых грунтах. Большое влияние на интенсивность заиления дрен оказывают подпор воды со стороны водоприемника и качество укладки дренажа. При неправильной планировке dna траншей во время строительства на коллекторах и дренах образуются местные понижения, которые являются своеобразными отстойниками, где и осаживается ил.

В результате повреждений дренажных систем ухудшается водный режим на осушаемой площади, что ведет к значительному снижению продуктивности мелиорированных земель вплоть до выбытия из сельскохозяйственного использования.

Обслуживающий персонал в процессе надзора и ухода за дренажными системами обязан выявлять и своевременно устранять замеченные неисправности.

УДК 627.824

Динамика развития прорана при размыве грунтовых плотин переливом

Богославчик П. М.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Рассмотрен вопрос о расчете размыва плотины при переливе воды через гребень. Сделан вывод о несовершенстве существующих методов. Предлагается компромиссный вариант, заключающийся в использовании взгляда является использование теории размыва грунтовых вставок с эмпирическими зависимостями по определению ширины прорана.

При переливе воды через гребень грунтовой плотины происходит её разрушение. Это происходит достаточно быстро, но не мгновенно. Существуют эмпирические формулы по определению окончательных размеров прорана и скорости его развития. В частности, международной комиссией по большим плотинам (SIGB) были рекомендованы формулы для определения максимальной ширины прорана B (м) и времени его развития T (ч) [1]:

$$B = 0,66k_0(V_W H_W)^{0,25}, \quad (1)$$

$$T = 0,0071V_W^{0,47} H_W^{-0,9}, \quad (2)$$

где V_W – объём излива (м^3); H_W – начальное превышение отметки верхнего бьефа над конечным положением дна прорана (м); k_0 – коэффициент, принимаемый равным 1,0 при образовании прорана за счёт перелива через гребень плотины.

Но в ряде случаев такого расчёта бывает недостаточно. В частности, при расчёте параметров волны прорыва в нижнем бьефе необходимо иметь динамику образования и развития прорана. Это сложный процесс, зависящий от ряда факторов. Наиболее полно этот процесс исследован применительно к размываемым вставкам резервных водосбросов. В качестве примера ниже приведены формулы, полученные ранее на основании экспериментальных исследований размыва вставок из песчаных грунтов [2].